

Važnost medonosne pčele (*Apis mellifera*) u oprašivanju ekološkog nasada jabuke

Jaman, Filip

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:476153>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-22**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Filip Jaman

Diplomski sveučilišni studij Ekološka poljoprivreda

**VAŽNOST MEDONOSNE PČELE (*Apis mellifera*) U OPRAŠIVANJU EKOLOŠKOG
NASADA JABUKE**

Diplomski rad

Osijek 2022.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Filip Jaman

Diplomski sveučilišni studij Ekološka poljoprivreda

**VAŽNOST MEDONOSNE PČELE (*Apis mellifera*) U OPRAŠIVANJU EKOLOŠKOG
NASADA JABUKE**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Zlatko Puškadija, predsjednik
2. prof. dr. sc. Bojan Stipešević, mentor
3. doc. dr. sc. Marin Kovačić, član

Osijek 2022.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Cilj rada.....	2
2. PREGLED LITERATURE	3
2.1. Voćarstvo u RH.....	3
2.2. Ekološka poljoprivreda	4
2.3. Jabuka	6
2.4. Ekološki uvjeti za uzgoj jabuke	6
2.5. Tlo.....	7
2.6. Klima.....	7
2.7. Položaj voćnjaka u okolišu	8
2.8. Oprašivanje i oplodnja kod jabuke.....	9
2.9. Cvijet jabuke	10
2.10. Glavni oprašivači	12
2.10.1. Medonosna pčela.....	12
2.10.2. Solitarna pčela.....	14
2.10.3. Bumbari.....	16
2.10.4. Osolike muhe	17
3. MATERIJALI I METODE	19
4. Rezultati i rasprava	23
4.1. Meteorološki podatci	23
4.2. Praćenje oprašivačke aktivnosti	23
4.3. Komponente prinosa jabuka.....	25
5. Zaključak.....	28
6. Popis literature	29
7. Sažetak	31
8. Summary	32
9. Prilozi Popis tablica	33
9.1. Popis slika	33
9.2. Popis grafikona	34
10. TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	35
11. BASIC DOCUMENTATION CARD	36

1. UVOD

Jabuka je voćna vrsta odnosno plod udomaćenog stabla *Malus domestica*, jedno je od najraširenijih voćnih vrsta. Jabuke su taksonomski, članovi *Rosaceae*, obitelji ruža zajedno sa drugim ukusnim jestivim voćkama kao što su kruške, šljive, breskve, trešnje, jagode i maline. DNK analiza pokazuje da jabuke potječu iz planina Kazahstana (National Geographic, 2014.).

Uzimajući u obzir prirodne faktore Republika Hrvatska ima iznimno povoljne uvjete za proizvodnju raznovrsnog voća. Zbog raspona između klima od mediteranske do umjerene kontinentalne klime moguće je uzgoj raznovrsnih sorti voća. Jabuka se ubraja u kontinentalnu voćnu vrstu i traži ekološke uvjete primjerene njoj. Ekološki uvjeti bi trebali biti što povoljniji jer su oni, uz genetski potencijal sorata i primijenenu njegu u uzgoju, osnovica primjerenog raste te visoke i redovite rodnosti, naravno i plodova određene kakvoće. Ekološki su uvjeti, uopće u voćarstvu, temelj koji upućuje na to da li na određenom području postoji mogućnost za uzgoj određene voćne sorte odnosno da li će u određenom području postojati uvjeti za život biljke i za proizvodnju plodova određene kakvoće. Najbolja kakvoća plodova zimskih sorata jabuka (plodovi zimskih sorata jabuka najcjenjeniji su jer dolaze u vrijeme kada nema velikog izbora drugog voća, upravo u to vrijeme dosežu najveću kvalitetu ploda) postiže se u tzv. jabučarskim područjima, kamo se ubraja i kontinentalna Hrvatska. Plod jabuke gotovo je najkompletnije voće u ljudskoj prehrani, voće koje sadrži sve što ljudski organizam ne može sam proizvesti: voćne šećere, voćne kiseline, vitamine, minerale, sirova vlakna, pektine i nimalo manje bitnu čistu vodu koja se na putu od tla do ploda pročistila kroz milijune staničnih opni (Krpina, 2004.).

Za uspješno dobivanje plodova jabuka potrebno je oprašivanje. Oprašivanje je prenošenje peluda iz prašnika na sjemeni zametak u golosjemenjača, odnosno na njušku tučka u kritosjemenjača. Biljke su razvile različite prilagodbe kako bi se što uspješnije oplodile. Oprašivanje možemo podijeliti na nekoliko načina, uz pomoć vjetra, kukaca, vode pa čak i čovjeka (Hrvatska enciklopedija, 2021.).

Jabuka je stranooplodna voćna vrsta i u nasadu je potrebno nekoliko sorata kako bi se što bolje oprašile. Izostane li oprašivanje, neće se zametnuti plodovi ili će plodovi biti deformirani zbog slabog oprašivanja. Veliku ulogu u oprašivanju jabuka imaju kukci oprašivači. Neki od oprašivača koji će biti opisani u daljnjem tekstu su medonosna pčela, solitarne pčele, bumbari, osolike muhe. Glavnim oprašivačem smatra se medonosna pčela ili pčela medarica, kukac iz roda opnokrilaca,

tijelo pčele građeno je od hitina i sastoji se od glave prsa i zatka. Pčele lete od cvijeta do cvijeta i skupljaju biljni nektar i pelud te ga nose u košnicu. Zdrava pčelinja zajednica sastoji se od jedne matice i radilica a u proljeće i ljeti i od trutova (Hrvatska enciklopedija, 2021.).

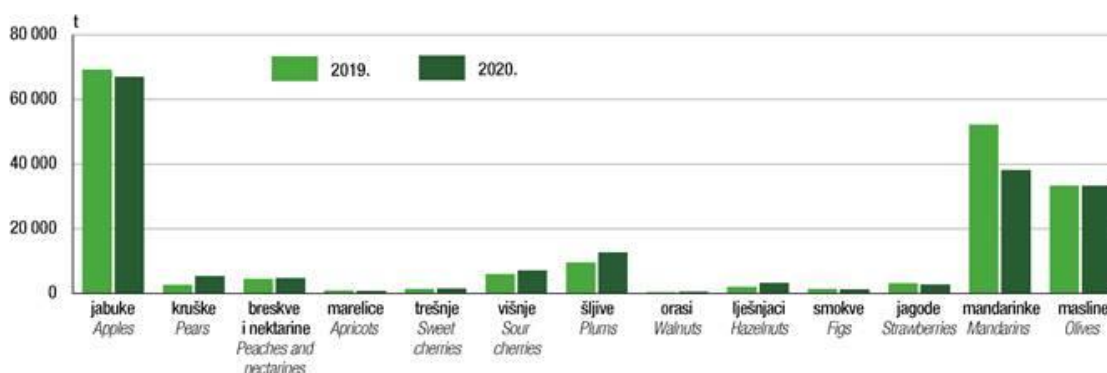
1.1. Cilj rada

Cilj ovoga rada bio je utvrditi brojno stanje medonosne pčele i drugih oprašivača u nasadu jabuka, usporediti kakvoću plodova jabuke koji su oplodeni od strane oprašivača sa onim cvjetovima koji su bili izolirani ili oplodeni od strane čovjeka.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Voćarstvo u RH

Uzimajući u obzir prirodne faktore Republika Hrvatska ima iznimno povoljne uvjete za proizvodnju raznovrsnog voća. U mediteranskoj i umjerenj kontinentalnoj klimatskoj zoni moguće je uzgoj od subtropskog do kontinentalnog voća (od limuna do zimskih sorti jabuka i krušaka). Prema podacima Državnog zavoda za statistiku za biljnu proizvodnju u 2017. godini korišteno je 1.496.663 ha poljoprivrednih površina. Od ukupnog poljoprivrednog zemljišta u 2017. godini svega 2% koristilo se za proizvodnju voća. U 2017. godini na površini od 28.070 ha ukupno je proizvedeno 134.713 t voća (uključujući dinje i lubenice). Od toga je intenzivna proizvodnja iznosila 132.013 t, a ekstenzivna proizvodnja (na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima) je iznosila 2.700 t voća. Najviše površina koje su korištene u 2017. godini za proizvodnju voća otpada na proizvodnju jabuka (17,2 %), šljiva je na drugom mjestu (15,5 %) zatim orah, lješnjak i mandarina. U odnosu na prosjek u razdoblju od 2013. do 2016. godine (27.508) površine koje su korištene za proizvodnju voća u 2017. godini povećane su za 562 ha ili 2,04 %. Nasuprot tome, ukupna proizvodnja voća u 2017. godini u odnosu na prosjek proizvodnje u razdoblju od 2013. do 2016. godine smanjena je za 81.880 t ili za 37,8 % što se pripisuje štetama od elementarnih nepogoda mraza i tuče. Sagledavajući samodostatnost kao pokazatelj kojim se mjeri pokrivenost domaće potrošnje domaćom proizvodnjom, odnosno ukazuje na mogućnosti da se domaćom proizvodnjom supstituira uvoz, treba naglasiti da je samodostatnost u proizvodnji voća u 2016. godini iznosila 49,89 % ukupnih potreba tržišta (Ministastvo poljoprivrede, 2022.).



Grafikon 1. Ukupna proizvodnja voća i maslina u 2019. i 2020. godini.

Izvor: Državni zavod za statistiku, 2020.

2.2. Ekološka poljoprivreda

Za poljoprivredu se može reći kako je stara koliko i povijest ljudske civilizacije. Neki od prvih ljudskih nagona bili su oni za hranom i pićem. Iako su od tada prošli milijuni godina ta navika aktualna je i danas. Poljoprivreda je u dosadašnjem razvoju prošla nekoliko stadija razvoja. Prvi stadij bio je predagrikulturno doba koje započinje prije otprilike 3 milijuna godina sakupljanjem hrane, lovom i ribolovom. Uslijedilo je agrikulturno doba koje započinje oko 10.000 pr. Kr. Karakterizira ga s jedne strane početak obrade tla, a s druge strane to što čovjek napušta nomadski i počinje sa sjedilačkim načinom života. Čovjek započinje svjesno uništavanje prirodne vegetacije i uzgojem biljaka koje mu služe za hranu. U ograđenim prostorima drži stoku za koju mora osigurati hranu u onom dijelu godine u kojem nema ispaše na otvorenom prostoru. Na temelju iskustva čovjek počinje uzgajati biljke s određenim vremenskim i prostornim izmjenama. Po otkriću novog svijeta, s ciljem popunjavanja određenih praznina u plodoredu, čovjek je počeo interpolirati alohtone biljke, koje su posljednjih stoljeća postale udomaćene vrste. U svom razvoju čovjek je prije otprilike 150 godina shvatio da se dodavanjem kemikalija u tlo izrazito povećava prinos uzgajanih biljaka, čime započinje novo razdoblje agroindustrijsko doba. Početkom 60-ih godina 20. stoljeća poljoprivredno gospodarstvo prvi put gubi samodostatnost i počinje ovisiti o unosima izvan gospodarstva. Ujedno to je bio trenutak kada se u razvoju ljudske civilizacije počinju s jedne strane stvarati višak poljoprivrednih proizvoda, a s druge strane započinju problemi u okolišu uzrokovani pretjeranom upotrebom agrokemikalija u poljoprivredi. Ukazano je na potrebu pronalaska sustava gospodarenja koji će održati plodnost tla, smanjiti ovisnost poljoprivrednog gospodarstva o vanjskim unosima i smanjiti oštećenja okoliša, a održati dostignutu razinu i trend rasta produkcije agroekosustava. U 90-im godinama prošlog stoljeća ekološka djelotvornost postaje neupitna sastavnica uzgoja bilja i stoke, koja obvezuje sve sudionike u uzgoju sirovina za hranu ili same hrane na mjere očuvanja okoliša. Jedan od načina kako to postići jest ekološka poljoprivreda s kojom je povezan posljednji stadij razvoja poljoprivrede, a to je zelena, okolišno prihvatljiva poljoprivreda koja je ponovno prihvaćena sredinom 80-ih godina prošlog stoljeća (Kisić, 2014.).

Za poljoprivredu možemo reći kako je sveobuhvatan sustav upravljanja poljoprivrednim gospodarstvima i proizvodnjom hrane koji ujedinjuje najbolju praksu u pogledu okoliša i klime, visoku razinu biološke raznolikosti, očuvanje prirodnih resursa, primjenu visokih standarda za dobrobit životinja i proizvodnih standarda koji su u skladu s potražnjom sve većeg broja potrošača

za proizvodima proizvedenim uz primjenu prirodnih tvari i procesa. „Pridržavanje visokih standarda u području zdravlja, okoliša i dobrobiti životinja pri proizvodnji ekoloških proizvoda svojstveno je visokoj kvaliteti tih proizvoda“ (Ministarstvo poljoprivrede, 2022.).

Podatci o zastupljenosti ekoloških proizvođača preuzeti su sa stranica Ministarstva poljoprivrede RH. „U hrvatskoj se bilježi značajan trend rasta ekoloških poljoprivrednih subjekata kao i površina pod ekološkom proizvodnjom. Tako je 2013. godine ukupan broj subjekata upisanih u Upisnik subjekata u ekološkoj proizvodnji iznosio 1.789 (od čega 1.608 poljoprivrednih proizvođača i 181 prerađivač) dok je 2019. godine ukupan broj subjekata u ekološkoj 5.548 (od čega 5.153 poljoprivrednih proizvođača te 395 prerađivača). Osim broja subjekata u istom je razdoblju značajan porast površina pod ekološkom proizvodnjom. Tako je 2013. godine u ekološkoj proizvodnji 40.660 ha što čini udio od 2,59 % u ukupno korištenim poljoprivrednim površinama. U 2019. godini pod ekološkom je 108.169 ha što iznosi 7,18 % u ukupnom korištenim poljoprivrednim površinama“ (Ministarstvo poljoprivrede, 2022.).



HRVATSKI
EKO
PROIZVOD

Slika 1. Oznaka Hrvatskog eko proizvoda

Izvor: <https://www.vitashop.hr>

2.3. Jabuka

Jabuka je voćna vrsta koja se s pravom kiti laskavim nazivom kraljice voća. Njezini plodovi dozrijevaju od najranijeg ljeta sve do zime. To i nije čudno jer je u svijetu poznato više od 10. 000 sorata jabuka (Adamič, 1963.).

Prema prirodnoj rasprostranjenosti i uzgoju kvalitetnih plodova, jabuka je kontinentalna voćka. Najbolja kakvoća plodova zimskih sorata jabuka (Plodovi zimskih sorata jabuka najcjenjeniji su jel dolaze u vrijeme kada nema velikog izbora drugog voća, upravo u to vrijeme dosežu najveću kvalitetu ploda) postiže se u tzv. jabučarskim područjima, kamo se ubraja i kontinentalna Hrvatska. Plod jabuke gotovo je najkompletnije voće u ljudskoj prehrani, voće koje sadrži sve što ljudski organizam ne može sam proizvesti: voćni šećeri, voćne kiseline, vitamine, minerale, sirova vlakna, pektine i nimalo manje bitnu čistu vodu koja se na putu od tla do ploda pročistila kroz milijune staničnih opni (Krpina, 2004.).

2.4. Ekološki uvjeti za uzgoj jabuke

Jabuka se ubraja u kontinentalnu voćnu vrstu i traži ekološke uvjete primjerene njoj. Ekološki uvjeti bi trebali biti što povoljniji jer su oni, uz genetski potencijal sorata i primijerenu njegu u uzgoju, osnovica primjerenog raste te visoke i redovite rodnosti, naravno i plodova određene kakvoće. Ekološki su uvjeti, uopće u voćarstvu, temelj koji upućuje na to da li na određenom području postoji mogućnost za uzgoj određene voćne sorte odnosno da li će u određenom području postojati uvjeti za život biljke i za proizvodnju plodova određene kakvoće. Sa ovakvog gledišta može se zaključiti kako je ocjena ekoloških uvjeta jedan od osnovnih pokazatelja pri određivanju mogućnosti za voćarsku proizvodnju. Za što pouzdaniju ocjenu prikladnosti ekoloških uvjeta nekog područja za uspješan uzgoj jabuka, potrebna su temeljita proučavanja klimatskih elemenata: njihov povoljan ili štetan utjecaj na rast i rodnost jabuke, utjecaj svakoga klimatskog elementa pojedinačno (temperature- maksimalne, minimalne i srednje; insolacije; oborina- kiša, rosa i snijeg; relativne vlage zraka; vjetrova; tuče) i višestruki utjecaj dvaju ili više tih elemenata u pozitivnom ili negativnom smislu (Krpina, 2004.).

2.5. Tlo

Kvalitetno tlo garancija je uspjeha u proizvodnji voća zbog toga što voćne vrste moraju imati dobro razvijen korijenov sustav. Postoji više vrsta tla sa svojim fizikalnim, biološkim i kemijskim osobinama. Ovisno o sastavu čvrstih čestica tla možemo podijeliti tla na pjeskovita (lakše tlo) glinasto (teško zbijeno tlo) te kamenito tlo. Ako je tlo sastavljeno od gline i pijeska u određenom omjeru tlo se naziva ilovasto. Također u prirodi u tlu se nalazi voda s toga tlo također možemo podijeliti i prema propusnosti vode odnosno na nepropusna i na propusna tla. Konkretno za uzgoj jabuke vrlo je bitna dubina i struktura tla s toga je za uzgoj jabuke najprikladnije ilovasto tlo zbog povoljnog vodo-zračnog odnosa. U dijelu Hrvatske gdje su povoljni klimatski uvjeti uglavnom je zastupljeno glinasto tlo i pseudoglej, stoga je na takvim tlima potrebno napraviti određene agromeliorativne zahvate kako bi im povećali propusnost za vodu, te time povećali i plodnost. Također sa kemijskog aspekta tla mogu biti kisela, neutralna i alkalna. Većini voćnih vrsta odgovaraju neutralna i slabo kisela tla dok su za jabuke najbolja slabo kisela tla s pH 5,5 do pH 6. U slučaju prekiselog tla potrebno je kalcificirati što je dopušteno u ekološkoj proizvodnji. Za uspješnu proizvodnju vrlo su bitne biološke osobine tla te sadržaj humusa u tlu. Sve voćne vrste zahtijevaju duboko, plodno, prozračno i propusno tlo. Određenim agrotehničkim postupcima možemo djelomično pospješiti navedene uvjete koje dodatno možemo nadopuniti kemijskom analizom tla te posebno napravljenim planom gnojidbe za točno određeno područje (Pokos Nemeč, 2012.).

2.6. Klima

Hrvatska je u zoni umjereno kontinentalne, kontinentalne i mediteranske klime. U cijeloj zemlji postoje povoljni uvjeti za uzgoj voća, osim planinskih područja iznad 850m nadmorske visine. U kontekstu nadmorske visine u pogledu jabuke poprilično je velik raspon u odnosu na ostale voćne vrste. Jabuka ima namjanje zahtjeve za toplinom te joj najbolje odgovara umjerena kontinentalna klima gdje su srednje godišnje temperature oko 11 stupnjeva celzijusa. U ljetnom periodu jabuka voli svježije noći s dosta vlage odnosno rose što je izuzetno bitno u stvaranju plodova visoke kvalitete te određene obojenosti ploda. U zimskom periodu jabuka može podnijeti temperature i do -34 stupnja celzijusa. Potrebe za vodom i vlagom jabuka je iz izuzetno zahtjevne kulture. U područjima gdje nema dovoljno vlage potrebno je nasadu osigurati navodnjavanje raspršivačima ili kap po kap ovisno o mogućnostima nagiba terena te uzgojnom obliku. U voćarstvu vjetar nije

poželjan čimbenik iz više razloga. U samom početku vegetacije vjetar snižava temperaturu te isušuje tlo zbog toga je u području gdje pušu vjetrovi potrebno napraviti zaštitni pojas oko voćnjaka (drvored, živica). U ovakvom nasadu poželjno je i postaviti zaštitnu mrežu radi obrane od tuče. Pri samom odabiru terena najidealnije bi bilo izabrati teren nagnut na južnu stranu koja će voću osigurati dovoljno topline i svjetlosti. Također i pravilnim usmjeravanjem redova pospješujemo dolazak svjetlosti do voćke (Pokos Nemeč, 2012.).

Jabuka zahtjeva ukupnu godišnju količinu oborina oko 1000 mm, a u vegetaciji oko 500 mm. Potreban joj je hidrotermijski koeficijent, omjer sume oborina i srednjih temperatura zraka u lipnju, srpnju i kolovozu prema Popovu 1,5-2,7. Jabuci šteti visoka relativna vlaga zraka do sredine kolovoza zbog pojačanog razvoja bolesti, dok joj pogoduje umjerena relativna vlaga zraka oko 60 % tijekom ljeta zbog smanjenja prekomjerne transpiracije. U vrijeme dozrijevanja ploda idealna relativna vlaga zraka bila bi oko 75 %. Jabuka podnosi blaga strujanja zraka u doba povećane vlažnosti zraka ili jakih ljetnih žega, štete joj topli i suhi vjetrovi u vrijeme oplodnje te snažni vjetrovi u svako doba vegetacije oobito u fazi dozrijevanja plodova. Za vrijeme velikih hladnoća pogoduje joj sniježni pokrivač koji pokriva tlo i stvara efekt izolatora s čime sprječava smrzavanje korijena u tlu. Tuča je velik problem u jabučarskoj proizvodnji posebice u vrijeme kada plodovi dosegnu svoju punu veličinu, znatno je manja šteta u ranijoj fazi kada su plodovi manji, brže zacijeljuju i manja je vjerojatnost pogotka. Rani snijeg mogao bi biti potencijalno štetan zbog toga što bi se mogao zadržavati na još preostalom lišću na granama, stvoriti dodatnu težinu i polomiti granu (Krpina, 2004.).

2.7. Položaj voćnjaka u okolišu

Položaj terena za nasad jabuke mora zadovoljavati određene uvjete, koji mogu donekle ili sasvim ublažiti nepovoljan utjecaj klimatskih čimbenika. Položaj terena čini njegov reljefni izgled: nadmorska visina, nagib terena, ekspozicija, ispresijecanost površine i blizina većih vodenih površina. Svojstva položaja mogu uvelike ublažiti neke nepovoljne čimbenike klime i tla (zimsko smrzavanje stabala, proljetna pozeba cvjetova, ljetni toplinski stresovi, utjecaj magle, stagniranje površinske vode itd.), kao što mogu i pospješiti utjecaj nekih klimatskih čimbenika na veličinu i kakvoću plodova (ekspozicijom i inklinacijom), a da istodobno nagibom ne ograničavaju djelotvornu primjenu suvremene mehanizacije u voćnjaku. Prema nekim standardima

zadovoljavajuće nadmorske visine terena u kontinentalnom području hrvatske za uzgoj jabuka bila bi između 120 i 600 m. Bolja kakvoća plodova zimskih sorti jabuka postiže se na sjevernim nego na južnim ekspozicijama. Najpogodniji nagib terena bio bi oko 4° jer takav pad omogućuje najpovoljniju primjenu strojeva, lako otjecanje površinskih voda i suvišne vode iz tla, dobru osvjetljenost krošnje, dobru regulaciju temperature zraka (zimi za iznimno niskih temperatura, u hladnija proljeća u vrijeme cvatnje i ljeti za vrijeme jakih žega), a ne izaziva eroziju tla (Adamič, 1963.).

2.8. Oprašivanje i oplodnja kod jabuke

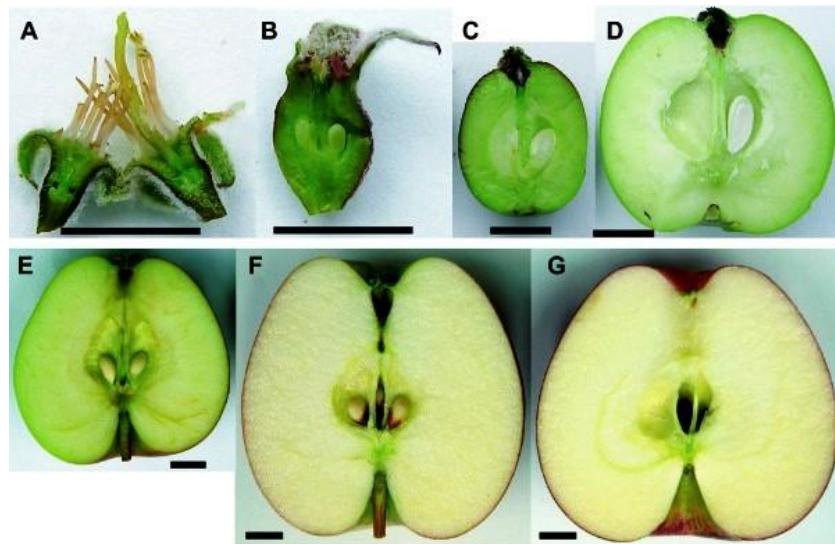
Oprašivanje je prenošenje peluda iz prašnika na sjemeni zametak u golosjemenjača, odnosno na njušku tučka u kritosjemenjača. Oprašivanje je vrlo bitno za oplodnju. U dvospolnim cvjetovima pelud se može prenijeti na njušku istog cvijeta ili s drugog cvijeta iste jedinke ili s cvijeta jedne na cvijet druge jedinke iste vrste. Postoji nekoliko načina oprašivanja biljaka, biljke su razvile različite prilagodbe da bi oprašivanje bilo što uspješnije. Određene biljne vrste oprašuju se uz pomoć vjetra, to su obično „neugledni“ cvjetovi bez boje i mirisa. Biljke čij su cvjetovi jakih boja i mirisa te stvaraju cvjetni sok odnosno nektar oprašuju kukci. Također biljne vrste koje žive pod vodom imaju razvijene sisteme za oplodnju uz pomoć vode. Napredovanjem znanosti i proučavanjem biljnog svijeta čovjek je došao do različitih spoznaja te pokušao sam provesti oprašivanje u čemu je i uspio pa tako danas raspoznavamo i oplodnju uz pomoć čovjeka (Hrvatska enciklopedija, 2021.).

Jabuka je stranooplodna voćna vrsta i u nasadu je potrebno nekoliko sorti kako bi se što bolje oprašile. Izostane li oprašivanje, neće se zametnuti plodovi ili će plodovi biti deformirani zbog slabog oprašivanja. Veliku ulogu u oprašivanju jabuka imaju kukci oprašivači. Jedna pčela tijekom optimalnog dana može oprašiti do 4500 cvjetova. Za uspješnu oplodnju i ekonomski isplativ urod potrebno je oprašivanje peludom druge sorte pri čemu je potreban posrednik odnosno kukac. Glavni oprašivači jabuke su pčele i bumbari pri čemu razlikujemo medonosne i solitarne pčele. Poznato je da medonosne pčele lete do 3 km od svoje košnice, a solitarne pčele rijetko kada dalje od 300 m. Medonosne pčele lete uglavnom na temperaturama višim od 15°C po sunčanom danu, dok solitarne pčele lete već na 10°C čak i po oblačnom danu. Osim samih oprašivača, na cvatnju i uspješnost zametanja ploda značajno utječu i klimatske prilike. Jabuka je voćna vrsta koja potječe

iz sjevernijih klimata. Svaka sorta jabuke zahtjeva određeni broj sati tijekom zimskog mirovanja, provedenih na temperaturama ispod 0°C, odnosno nižim od 8°C. U tom razdoblju svi hormoni rasta moraju se razgraditi. Bez dovoljno hladnih dana stablo jabuke ne može stvoriti funkcionalne cvjetne pupove. U tom slučaju nakon cvatnje dolazi do abortiranja sjemenki te takvi plodovi pojačano opadaju u „lipanjskom opadanju“. Ukoliko za vrijeme cvatnje i nakon cvatnje dođe do niskih temperatura osim direktnih šteta od smrzavanja biljnih tkiva, dolazi do slabljenja diobe stanica, što uzrokuje smanjenje broja stanica u budućem plodu i njegove manje veličine (Kantoci, D. 2008.).

2.9. Cvijet jabuke

Cvijet je dio biljke iz kojeg se razvija plod sa sjemenom. Na cvijetu možemo razlikovati bitne odnosno prijeko potrebne dijelove i nebitne dijelove cvijeta. U bitne dijelove cvijeta spadaju tučak i prašnici, dok u nebitne dijelove spadaju čaška i vjenčić. Tučak se sastoji od njuške, vrata i plodnice. U plodnici se nalaze sjemeni zametci iz kojih se nakon uspješne oplodnje razvija sjeme. U prašnicima se nalazi pelud koja služi za oplodnju. Čaška je sastavljena od zelenih listića, koji se nazivaju lapovi. Vjenčić je sastavljen od listića različite boje koji se nazivaju latice. Cvjetovi se razvijaju iz cvjetnih pupova koji se zameću oko 8 do 10 mjeseci prije cvatnje. Cvatnja voćaka odvija se uglavnom u proljeće kada zatopli. Vrijeme cvatnje predodređeno je sortom voćke, što uvjetuju nasljedne osobine ali i značajan je faktor odnosno utjecaj atmosferskih prilike od kojih najveću ulogu ima temperatura zraka. Osim temperature zraka također vrlo bitan čimbenik je i geografska širina i nadmorska visina, dok znatno manji utjecaj imaju podloge, bujnost i agrotehnika (Miljković, 1991.). Na stablu jabuke mogu se pronaći brojni cvjetovi no ne razvijaju se svi u plod. Velika većina voćnih vrsta pa tako i jabuka imaju razvijen sustav regulacije opterećenja plodovima gdje dio cvjetova ili plodova otpadaju kako bi drugi opstali i razvili se u potpuni plod jabuke (Kolaric, J., 2010.). Prema nekim autorima koji su proučavali opadanje cvjetova jabuke, općenito cvjetovi jabuke mogu se podijeliti u dvije skupine, središnji i bočni koji se razlikuju po veličini (Botton, A., 2011.). Studije potvrđuju činjenicu da manji cvjetovi imaju veći potencijal otpadanja. Previše plodova na stablu dovodi do znatno lošije kvalitete jabuke ali i do znatno manjeg cvjetnog kapaciteta za iduću godinu. Ovakav pristup voćarskoj proizvodnji dovodi do toga da proizvodnja nije stalna odnosno do toga da jedne godine dolazi do velikog uroda loše kvalitete dok iduću godinu rezultira znatno manjim urodom od optimalnog kapaciteta (Byers, R.E., 2003.).



Slika 2. Stadiji razvoja ploda jabuke: A – Puna cvatnja; B – 14 dana nakon cvatnje, C – 25 dana nakon cvatnje; D – 35 dana nakon cvatnje, E- 60 dana nakon cvatnje, F -87 dana nakon cvatnje; G – 132 dana nakon cvatnje

Izvor: Janssen i sur. (2008): Global gene expression analysis of apple fruit development from the floral bud to ripe fruit. (BMC Plant Biology 8:16)

2.10. Glavni oprašivači

2.10.1. Medonosna pčela

Medonosna pčela ili pčela medarica je kukac iz roda opnokrilaca, tijelo pčele građeno je od hitina i sastoji se od glave prsa i zatka. Čovjek je pčelu medaricu i njezin proizvod upoznao još u davnoj prošlosti. Iz starih pčelarskih zapisa može se pročitati kako su Egipćani i Rimljani prije više tisuća godina držali pčele radi dobivanja meda. Pčele su bile poznate i u drevnoj Grčkoj. Na glavi pčela ima pet očiju od čega je na gornjoj strani glave vidljivo u trokut poredano tri sitna oka i po jedno veliko oko sa svake strane. Tri mala oka pčeli služe za gledanje izbliza, a dva velika lateralno smještena za gledanje u daljinu. Na glavi pčele nalazi se još i jezik, rilce i dva para ticala pomoću kojih se pčele sporazumijevaju. Usta pčele građena su od prednjeg dijela sa čeljusti i stražnjeg dijela u obliku rilca koji je razvijen u svrhu lakšeg prikupljanja nektara sa raznovrsnog cvijeća. Prsa pčele sastavljena su od tri kolutića na kojima su s donje strane smještena tri para nogu. Na zadnjem paru nogu nalaze se udubine obrasle dlačicama u koje pčele pomoću nogu skupljaju cvjetni prašak i unose ga u košnicu. Na prsnim kolutićima s gornje strane smještena su dva para krila. Prilikom leta krila sa svake strane tijela spajaju se u jednu plohu. Krila su građena od prozirnog hitina i sistema žila. Zadak pčele sastoji se od devet kolutića od kojih je šest vidljivih. Na kraju zadka smješten je žalac s otrovnom žlijezdom. Cijelo tijelo pčele obraslo je gustim dlačicama koje s vremenom i radom pčele gube te ostaju posve crne. Zdrava pčelinja zajednica sastoji se od jedne matice i radilica a u proljeće i ljeti i od trutova. Matica je jedina spolno razvijena ženka dužine 15 do 20 mm koja leže jaja u stanice saća i time održava pčelinju zajednicu na određenom brojnom stanju. Tek sneseno bijelo jaje promjera 1 mm stoji okomito u sredini na dnu stanice iz kojeg se nakon tri dana izleže ličinka. Pčela hraniteljica hrani ju 6 dana i do 8000 puta. Nakon 5. dana ličinka se počinje pružati i pčele ju pokrivaju poklopcem od saća nakon čega počinje razvoj kolutićave ličinke u mladu pčelu. Nakon 21 dan iz stanice izlazi mlada pčela radilica. Za razvoj matice potrebno je tek 16 dana, dok se kod razvoja truta cijela transformacija odvija kroz 24 dana (Belčić i sur., 1982.).

Feromon je hormon koji matica u normalnim okolnostima ispušta i održava ravnotežu i sklad u košnici. Matica može živjeti i do 5 godina. Radilice su spolno nezrele ženke duge oko 10 mm a njihov prosječni životni vijek je oko 60 dana kada se radi o ljetnim pčelama skupljačicama. Zimske pčele prosječno žive duže te tako tokom zime pa sve do proljeća pčelinja zajednica ostaje na životu.

Raspodjela poslova u pčelinjoj zajednici obavlja se prema starosnoj dobi svake pojedine radilice. U prvom dijelu života odnosno do 21 dana starosti glavina poslova odvija se u košnici u vidu čišćenja stanica saća i hranidbe neizležjenih jedinki. Nakon poslova unutar zajednice mlada pčela postaje sakupljačica, odlazi izvan košnice, skuplja nektar i pelud i donosi u košnicu. Trutovi su spolno zreli članovi zajednice, njihova jedina uloga je oplodnja matice koja se odvija u letu nakon čega trut ugiba. Općenito „nastamba“ za pčelinju zajednicu u prirodi bilo bi kakvo šuplje drvo, zemlja ili pak krošnja nekog drveta, dok pčelinje zajednice koje čovjek koristi za svoje potrebe obično budu smještene u nekom tipu košnice od drveta. Jedna od osnovnih zadaća unutar zajednice je i proizvodnja voska i pravljenje stanica za pohranu meda, peluda ili pak jaja koje matica polaže. Prepoznatljiva karakteristika radilice je i žalac povezan s otrovnom žljezdom. Osnovna svrha žalčanog aparata bila bi obrana od grabežljivaca i zaštita pčelinje zajednice. Matica također posjeduje žalac ali koristi ga isključivo za borbu sa drugom maticom. Pčele su aktivne tijekom cijele godine. Zimuju u košnici stisnute u klupko i aktivno održavaju toplinu u njemu na približno 20°C. Priprema pčelinje zajednice za zimovanje kreće u kasno ljeto do kada se u stanicama saća nalazi količina hrane u vidu nektra, peluda i meda koju će zajednica koristiti kroz cijelu zimu pa sve do prvih značajnijih nektarnih paša u proljeće (Hrvatska enciklopedija, 2021.). Zdrava pčelinja zajednica ovisna je o peludu koliko i o medu pelud je značajan izvor proteina, masti, minerala i vitamina potrebnih za nesmetan razvoj legla. Pčelinja zajednica ne može grijati leglo ukoliko u košnici ne postoji dovoljan izvor pohranjene peludi. Prosječno, zdrava pčelinja zajednica u toku sezone prikupi i do 35kg peludi. Pčela koja se vraća u košnicu kako bi ostavila prikupljenu pelud obično izvodi takozvani pčelinji ples s kojim obaviještava i prenosi informacije i drugim pčelama sakupljačicama gdje se nalazi peludna paša. Pčela iz nepoznatog razloga pregledava stanice pogodne za odlaganje peluda, odabire određenu stanicu i ostavlja pelud prilikom čega stražnjim nogama dodatno čisti tijelo kako bi što više peluda ostavila. Stanica koju pčele odabiru uglavnom budu okružene pčelinjim leglom kako bi pčelama koje griju leglo i brinu se o njemu pelud bila što bliže. Neposredno nakon odlaganja peluda u obliku „kuglica“ kućne pčele dolaze i započinju obradu unešene peludi. Početak same obrade peludi izgleda tako što pčela svojom glavom prigruruje pelud na dno odnosno bazu čelije. Čelija u koju je položena pelud može biti prazna ili sa već otprije donešenom peludi. Ovakav sadržaj se sjedinjuje i pretvara u jednoliku masu, što dodatno pčela zagladi jezikom. Ovakva masa dobiva vlažniji izgled i postaje tamnija. Prema nekim

autorima pčele ovakvoj smjesi dodaju med i nektar prilikom čega smjesa prolazi kroz određene kemijske reakcije i promjene te se naziva „pčelinji kruh“ (Graham, 2000.).

Jedna od najvažnijih biljnih vrsta sa obiljem pčelinje paše je lijeska. Općepoznati grm s više izdanaka, raste po nižim šumama, šikarama i po živicama. Lijeska s jeseni formira zametke resa koji u zimskom periodu miruju, te se bude s prvim danima proljeća. Visibaba je također jedna od bitnih vrsta za pčelinju peludnu pašu koja dolazi početkom ožujka no često zbog loših vremenskih uvjeta propada. Također je biljna vrsta bogata i nektarom. Vrba se također smatra vrlo značajnom biljnom vrstom zbog izobilja peludi. Vrba se može pronaći u blizini velikih rijeka, močvara, potoka. Vrbe obično cvatu koncem ožujka i početkom travnja. Cvatnja može potrajati i do dvadeset dana. Nabrojano je nekoliko biljnih vrsta koje dolaze u rano proljeće i značajne su za dobar proljetni razvoj pčelinje zajednice (Katalinić, 1973.).



Slika 3. *Medonosna pčela*

Izvor: <http://www.pcela-vucjak.org>

2.10.2. Solitarna pčela

U prirodi obitava velik broj kukaca koji se smatraju izuzetno korisnim u voćarstvu. Posebnu važnost među njima imaju solitarne (divlje) pčele koje značajno doprinose oprašivanju voćaka i u uvjetima nižih temperatura, pa voćari osobito oni koji se bave ekološkim voćarstvom pridaju posebnu važnost ovoj skupini oprašivača. Divlje-solitarne pčele ne žive u košnicama, ne roje se, nemaju maticu, niti radilice, sve rade same. Zbog toga su dobile naziv samotarke, solitarne ili pčele

zidarice jer svoja gnijezda pregrađuju i zatvaraju blatom. Zovu ih i „pčelama voćnjaka“ jer se pojavljuju rano u proljeće kada se mogu vidjeti na rascvjetanim voćkama. Solitarna pčela leti pri nižim dnevnim temperaturama nego pčela medarica. Učinkovitost pri oprašivanju voćaka jedne solitarne pčele može se usporediti sa učinkovitošću 120 letačica pčele medarice. Za oprašivanje jednog hektara komercijalnog nasada jabuke potrebno je 500 ženki solitarne pčele, ili pak tri košnice pčela medarica s ukupno 60.000 radilica. Solitarna pčela leti u prosjeku oko 200-250 m od svog gnijezda - kućice. Kućice mogu biti od barske trstike, izbušenih drvenih blokova, siporeks blokova i šupljikave cigle. Važna značajka je ta da solitarna pčela nije u kompeticijskom odnosu sa pčelom medaricom ili bumbarima. Dapače, njihovim zajedničkim radom povećat će se broj zametnutih plodova u voćnjacima. Solitarne pčele same polažu jaja i stvaraju potomke. U tijeku svog životnog ciklusa solitarne pčele mogu iznesti 20-30 jajašaca ovisno o slobodnom mjestu za polaganje jaja. Nakon što polože sva jajašca ugibaju. Veliku većinu svog životnog vijeka solitarne pčele koriste za sakupljanje materijala za pravljenje gnijezda za potomstvo i osiguravanje hrane za njihov normalan razvoj. Usporedivši druge insekte koje u toku svog životnog vijeka izlegnu stotine jajašaca, solitarna pčela se sa svojih maksimalno 30 jajašaca na godinu jako teško oporavlja od neželjenih posljedica uslijed korištenja zaštitnih sredstava u konvencionalnoj poljoprivredi (Agroklub,2015.).



Slika 4. *Solitarna pčela*

Izvor: <https://rasadniksevar.com>

2.10.3. Bumbari

Bumbar je kukac iz porodice pčela (*Apidae*). Tijelo mu je zdepasto, crno, prekriveno gustim, mekanim dlakama. Na prednjem dijelu prsa kao i drugi kolutići zatka žute su boje, vrh zatka ima bijele dlačice. Imaju tri para nogu, stražnje noge su jako dlakave te služe sakupljanju cvijetnog peluda. Na leđima se nalaze dva para krila, od kojih je prednji veći. Bumbar posjeduje i žalac kojeg koristi isključivo u samoobrani. Dužina tijela mužjaka je oko 2 cm dok je ženka nešto veća od mužjaka, oko 2,8 cm. Let bumbara prepoznatljiv je po buci koju prave. Ženka se gnijezdi u zemlji koristeći rupe koje su prethodno koristile druge životinjice (krtice, voluharice, miševi). Gnijezdo gradi od peluda oblažući ga voskom koje izlučuju žlijezde na zatku, peludom gradi pojedinačne odjeljke za pelud, med i razvoj ličinka. U ćeliju polaže po nekoliko jajašca, po koloniji je ukupno 300-400 jajašca. Jajašca su bjelkasto prozirna, izdužena i glatka. Glavna hrana ličinke je pelud. Iz prvih ličinki izlegnu se radilice koje su zadužene za sakupljanje hrane i vođenju brige o leglu. Kako bi ženka bumbara bila oplodna potrebni su i mužjaci trutovi koji se pojavljuju u sezoni parenja u ljeto te nakon oplodnje ugibaju. Nakon oplodnje, oplodene ženke uspješno prezimljuju te slijedeće godine započinju ciklus iznova. Bumbari su rasprostranjeni po Europi, zapadnoj Aziji i sjevernoj Africi. Vrlo je česta vrsta koju se može sresti već od ožujka po livadama, vrtovima, parkovima odnosno svuda gdje ima cvijeća gdje pronalaze svoj glavni izvor hrane, a to je nektar i pelud. Odlični su oprašivači, lete i za vrijeme hladnih i vjetrovitih dana ranog proljeća kada pčele još miruju. Zahvaljujući dlačicama koje prekrivaju tijelo bumbara posjeduju sposobnost regulacije temperature vlastitog tijela, a guste dlake također služe i kao dobra izolacija od hladnog vremena (Forenbacher, 2002.).



Slika 5. Bumbar

Izvor: <https://www.plantea.com.hr>

2.10.4. Osolike muhe

U svijetu je poznato više od 4500 osolikih muha, u Europi oko 500. U Hrvatskoj je poznato više od 100 vrsta osolikih muha. Osolike muhe najčešće se sreću na cvijeću i cvjetnim livadama gdje se hrane nektarom, cvjetnim prahom i mednom rosom. Osolike muhe imaju izduženo ili zdepasto tijelo dužine 3-25 mm često prekriveno dlakama. Najčešće su to kombinacije žute, smeđe, crne ili narančaste boje. Na osnovu pruga na tijelu određuje se vrsta. U usporedbi s osama, osolike muhe imaju jedan par krila i kraća ticala. Nakon sparivanja ženka polaže jaja pojedinačno na biljke, uvijek pored kolonije biljnih uši. Jaja su duguljasta, bijela, dužine 0.5-1 mm. Ličinke su grabežljivci, bez nogu, a osnovna hrana su im biljne uši koje se nalaze na lišću i cvijeću voćnih vrsta. Tijelo ličinke izduženo je, trokutastog oblika te ušiljenim prednjim krajem obično duljine 2-10 mm. Stadij ličinke dijeli se u tri stupnja odnosno ličinke prvog stupnja koje su prozirne i ličinke drugog i trećeg stupnja koje mijenjaju boju (zelena, siva, crna) što ovisi o vrsti biljnih uši s kojima se hrane. Ovisno o vrsti jedna ličinka može dnevno isisati 40-150 lisnih uši što za cjelokupni razvoj od 7-10 dana iznosi i do 500 lisnih uši. Preobrazba ličinke u kukuljicu odvija se najčešće na listu. Kukuljica ima oblik kapljice, najprije je prozirna, a potom potamni, osobito pred izlijetanje odrasle muhe. Ovisno o vrsti imaju 3-7 generacija godišnje.

Neke od najpoznatijih vrsta u Hrvatskoj:

Episyrphus balteatus u prirodi se najčešće sreću od ožujka do listopada. Odrasle ličinke su zelene s dvije svjetlije pruge po dužini tijela. Jedna ličinka isisuje do 100 biljnih uši na dan. *Eupeodes* vrste koje se mogu pronaći od travnja do rujna. Najpoznatija među njima je „*Eupeodes coralle*“ koju srećemo na cvjetovima voća, povrća i cvijeća. Jedna ličinka tijekom života može isisati i do 800 biljnih uši (Savjetodavna 2006.).



Slika 6. Osolika muha (*Episyrphus balteatus*)

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

3. MATERIJALI I METODE

Terensko istraživanje provedeno je u ekološkom voćnjaku OPG-a „Zorić“, na rubu naselja Erdut (Osječko-baranjska županija) tijekom 2022. godine, gdje je cilj bio utvrditi i identificirati efikasnost medonosnih pčela i drugih oprašivača na jabukama.

Za objekt istraživanja odabrana je sorta Zlatni delišes (Golden delicious), te su odabrana ukupno 5 stabala u redu, udaljena minimalno 5 m. Na svakom stablu označeno je prije proljetnog početka vegetacije po pet rodnihih grana, od kojih je na svakoj posebno primijenjen jedan od tretmana učinkovitosti oprašivanja.

Pokus je imao pet tretmana:

- 1: Kontrolni tretman: kao kontrolni tretman promatran je na označenoj grani jedan cvat, koji je čitavo vrijeme oprašivanja bio otvoren odnosno dostupan oprašivačima za slijetanje i oprašivanje;
- 2: Tretman potpune izolacije: na odabrani cvat na za to odabranoj i označenoj grani postavljena je izolacijska mrežica (promjer okna mrežice $> 0,5$ mm) sa zadatkom izolacije cvata od oprašivača tijekom cijelog perioda oprašivanja;
- 3: Tretman ručnog oprašivanja: na za to odabranoj grani promatrani cvat izoliran je izolacijskom mrežicom od oprašivača, no, oplodnja je obavljena ručno, prijenosom polena prikupljenog neposredno prije ručne oplodnje s okolnih stabala u petrijevu zdjelicu, te nanošenja prikupljenog polena kistom na tučke svih cvjetova u promatranom cvatu, nakon čega je na cvat vraćana izolacijska mrežica;
- 4: Tretman otvorenog i ručnog oprašivanja: označeni cvat na za taj tretman odabranoj grani bio je dostupan oprašivačima, te dodatno ručno oprašen kako je opisano u prethodnom tretmanu; te
- 5: Tretman ograničene dostupnosti: izolacijska mrežica postavljena je kao i za tretmane 2 i 3, no, izolacijska mrežica uklanjana je u periodu od 10 minuta u prijepodnevnim i poslijepodnevnim satima, te su se vršila opažanja i bilježenja posjete promatrane cvati od strane oprašivača, nakon čega bi se cvat opet izolirao mrežicom od posjete oprašivača do kraja fenofaze oprašivanja.

Datum oprašivanja (29. travnja 2022.) odabran je u skladu s vremenskim prilikama i fenološkim opažanjima, nekoliko dana nakon otvaranja cvjetova u cvatu. Također, pri promatranju su poštovani parametri minimalnih uvjeta za oprašivanje pčelama medaricama, a što je minimalna temperatura zraka za dan promatranja veća od 13°C s vedrim nebom, odnosno prekrivenošću oblaka ne većom od 50 % . U slučaju veće naoblake temperatura mora biti minimalno 15°C. Također, vjetar ne bi smio piriti brzinama iznad 15 km/h, jer pčele ostaju u košnici.

Transekt: Unutarnji ili Vanjski	Država: HR	Inicijali: B	Objekt: jabuke	Lokalitet: KRDUJ	T(zrak): 22 °C	Vlaga zraka: 72 %	V(vjetar): 2,5 m/s				
DATUM: 29											
Vrijeme početka: 13,45											
Vrsta cvjetnice	Pčele medarice (H-B)	Pčele, ostale (solitarke i sli) (S-B)	Bumbari (B-S-B)	Ose i stršljeni (WH)	Osolike muhe (HF)	Drugi dvokrilci (BF)	Leptiri (BF)	Stijenice (HP)	Mravi (A)	Ostali (O)	kraj (sati)
TRATINČICA	111										
ČETINČICA	1										
RAZLIČAK											
MASLAČAK	1111	1									
BIJELO DJETELINA	1111										
MEJETA KIPRITA	1										14,20
<hr/>											
VANJSKI TRANSEKT		16,01									
MASLAČAK	11										
TRATINČICA	1										
BIJELO DJETELINA											
MEJETA KIPRITA	1										
MEJETA	1										
Vrijeme kraja:											

Slika 7. Primjer tablice za terenski unos podataka

Izvor: Autor diplomskog rada

Također u sklopu istraživanja praćeno je i ponašanje oprašivača na drugim cvjetnicama prisutnima u voćnjaku. Slučajnim odabirom odabrana je ruta („transekt“) od 100 m unutar reda voćnjaka i u blizini odnosno uz sam rub voćnjaka, gdje su bilježene ostale cvjetne vrste i oprašivači koji su ih posjetili tijekom dijela dana u kojem su se primijenjivali tretmani na cvatima jabuka. Transekt se radio kako bi se dodatno mogao usporediti broj oprašivača pronađen na drugom cvijeću i broj oprašivača na cvijetu jabuke. Oprašivači su bili razvrstani u osam skupina: medonosne pčele, divlje pčele, bumbari, ose, osolike muhe, leptiri, kornjaši, te ostali oprašivači. Neke od biljnih vrsta zabilježenih u voćnjaku bile su tratinčica, maslačak, grahorica, menta, te djetelina.

Mjerenje uspješnosti tretmana provedeno je 18. srpnja 2022. godine, po završetku potpunog formiranja plodova na tretmanima. Tada je utvrđeno koliko je formiranih plodova po pojedinom tretmanu, te im je izmjeren i zabilježen promjer pomičnom mjerkom.

Formirani plodovi jabuka su ubrani 9. rujna 2022. godine, te je vaganjem utvrđena masa plodova. Postotak vlage određen je gravimetrijskom metodom, sušenjem oko 50 g tkiva plodova jabuka na temperaturi od 60°C tijekom 6 sati, te vaganjem osušenog tkiva nakon hlađenja i izračunavanjem postotka vlage kao omjera težine uzorka poslije i prije sušenja, putem formule za udio vlage:

$$M (\%) = (\text{težina prije sušenja} - \text{težina poslije sušenja}) / \text{težina prije sušenja} \times 100$$

Postotak šećera utvrđen je refraktometrijski putem refraktrometra, te izražen u Brix-ima.



Slika 8. Promatrani ekološki voćnjak jabuka
Izvor: Autor diplomskog rada



Slika 9. Cvati jabuke u izolacijskim mrežicama
Izvor: Autor diplomskog rada

4. Rezultati i rasprava

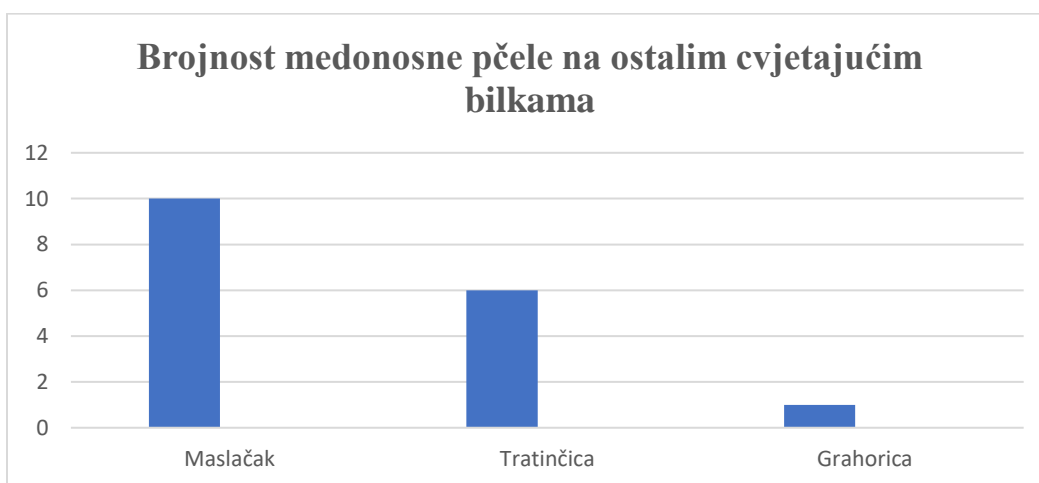
4.1. Meteorološki podatci

Prema izmjerenim podacima temperatura se kretala u rasponu od 9°C do 22°C što je bilo povoljno i za neometanu cvatnju cvjetova jabuka, kao i za let prisutnih oprašivača.

Relativna vlažnost zraka kretala se u rasponu od 47 % do 32,8 %, što je bilo u granicama povoljnima za let oprašivača. Smjer i jakost vjetra također su mjereni na lokaciji voćnjaka te je zabilježena brzina vjetra u rangu od 2,2 do 2.5 m/s, što predstavlja brzine koje omogućuju let oprašivačima.

4.2. Praćenje oprašivačke aktivnosti

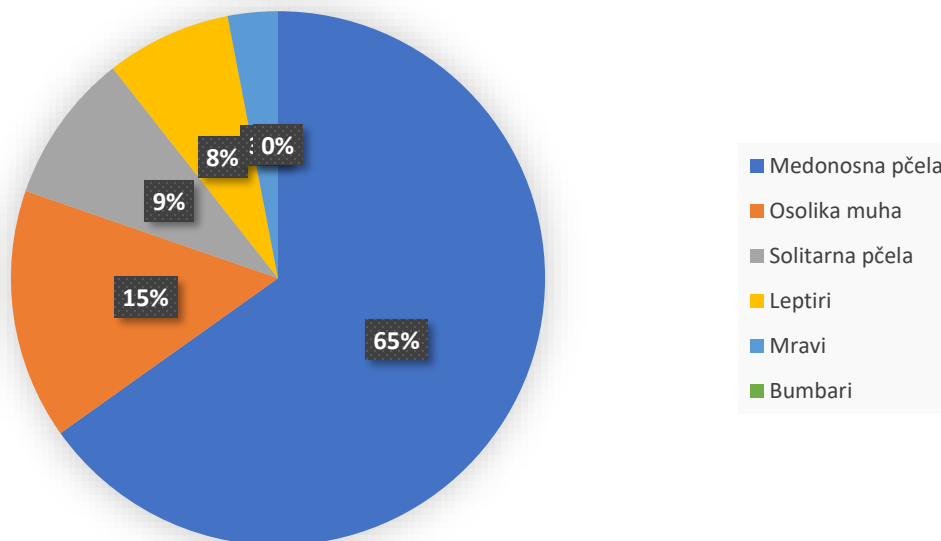
Nakon praćenja oprašivačke aktivnosti na 5 stabala i unutar i izvan reda prilikom transeкта utvrđen je ukupan broj oprašivača koji su posjetili cvijet jabuke koji je bio izoliran do dana provođenja mjerenja kada je oprašivačima bio dostupan u vremenu od deset minuta i broj posjeta oprašivača na ostalo bilje u fazi cvatnje unutar voćnjaka. Ukupan broj oprašivača na cvijetu jabuke unutar deset minuta bio je 5, od čega su 3 bile medonosne pčele i 2 osolike muhe. Oprašivači koji su pronađeni prilikom transeкта unutar i izvan reda zabilježene su medonosne pčele njih 40 od čega je najveći broj zabilježen na cvijetovima maslačka, 8 osolikih muha, 6 solitarnih pčela i 5 leptira.



Grafikon 2. Broj posjeta medonosnih pčela na ostale biljke u fazi cvatnje unutar voćnjaka

Ukupan broj oprašivača utvrđenih za vrijeme trajanja pokusa iznosi 43 medonosne pčele, 10 osolikih muha, 6 solitarnih pčela, 5 leptira, 2 mrava, te 0 bumbara. Od ukupnog broja oprašivača 65 % odnosi se na medonosnu pčelu, 15 % na osoliku muhu, te 9 % na solitarnu pčelu.

Odnos između ukupnog broja oprašivača



Grafikon 3. Odnos između ukupnog broja oprašivača na cvijetu jabuke i transekta

Slično istraživanje provedeno je 2017. godine za diplomski rad studenta Agronomskog fakulteta u Zagrebu Vida Radoševića. Cilj ovoga rada bio je utvrditi odnose između broja medonosne pčele i drugih oprašivača u vrijeme cvatnje jabuke. Pokus je trajao tri dana i provedeno je ukupno 27 mjerenja. Ukupan broj utvrđenih oprašivača iznosio je 1484, najzastupljeniji oprašivač bila je medonosna pčela sa ukupno 776 posjeta. Solitarna pčela zabilježena je 682 puta. Od drugih oprašivača pronađeni su 16 leptira i 10 bumbara. Kako je istraživanje provedeno na četiri sorte jabuke donesen je zaključak kako je najposjećenija sorta od strane medonosne pčele bila Idared na kojoj je bilo utvrđeno 307 posjeta, najslabije posjećena sorta bila je Jonagold sa 125 posjeta. Prisutnost solitarnih pčela bila je podjednaka na svim sortama. Primjećeno je i to kako se u lošijim vremenskim uvjetima, niže temperature zraka, prisutnosti vjetrova, broj medonosnih pčela znatno smanjio dok je broj solitarnih pčela ostao podjednak. (Radošević V., 2017.)

4.3. Komponente prinosa jabuka

Cvjetovi koji su bili u tretmanu potpune izolacije za čitavo vrijeme oprašivanja očekivano nisu imali ploda na nijednom od pet stabala korištenih za potrebe pokusa. Cvjetovi koji su bili dostupni oprašivačima u trajanju od deset minuta uspješno su oplodeni tek na jednom od ukupno pet stabala. Ista situacija zabilježena je i kod cvati koje su bile totalno izolirane od oprašivača, ali su oprasene uz pomoć čovjeka. Cvjetovi koji su bili dostupni čitavo vrijeme oprašivačima ali i dodatno opraseni od strane čovjeka dali su plod na ukupno dva stabla. Slobodna oplodnja odnosno cvjetovi koji su bili dostupni čitavo vrijeme oprašivačima dali su plod na svih pet stabala.

Tablica 1. Izmjerene vrijednosti promjera plodova jabuka (mm)

TRETMANI	STABLO 1	STABLO 2	STABLO 3	STABLO 4	STABLO 5
Tretman 1 (slobodna oplodnja)	45,8	46,0	45,1	48,2	44,2
Tretman 2 (potpuna izolacija)	-	-	-	-	-
Tretman 3 (izolacija + ručno oprašivanje)	-	-	-	-	43,8
Tretman 4 (slobodna oplodnja + ručno oprašivanje)	-	12,5	34,8	-	-
Tretman 5 (10 min. dostupnosti oprašivačima)	-	45,4	-	-	-

Kako je vidljivo u tablici 1, najveći izmjeren plod iznosio je 48,2 mm. Zabilježen je u skupini koja je bila dostupna čitavo vrijeme za oplodnju dok najmanji izmjeren plod iznosi 12,5 mm u skupini koja je bila dostupna oprašivačima čitavo vrijeme ali je oprasena i od strane čovjeka. Prosječna veličina ploda u skupini koja je bila dostupna oprašivačima i oprasena ručno iznosi 23,6 mm. Prosjek skupine koja je imala slobodnu oplodnju iznosi 45,8 mm. U skupini dostupnoj oprašivačima deset minuta izmjeren je jedan plod na stablu broj dva i iznosi 45,4 mm. Skupina koja je bila izolirana te oprasena ručno imala je također samo jedan plod promjera 43,8 mm.

Tablica 2. Izmjerene vrijednosti svježe mase plodova jabuka (g)

TRETMANI	STABLO 1	STABLO 2	STABLO 3	STABLO 4	STABLO 5
Tretman 1 (slobodna oplodnja)	74,5	74,8	73,3	78,4	71,9
Tretman 2 (potpuna izolacija)	-	-	-	-	-
Tretman 3 (izolacija + ručno oprašivanje)	-	-	-	-	63,82
Tretman 4 (slobodna oplodnja + ručno oprašivanje)	-	69,3	71,7	-	-
Tretman 5 (10 min. dostupnosti oprašivačima)	-	83,7	-	-	-

U tablici dva upisane su mase svježih plodova jabuka. Vidljivo je kako je najteža jabuka izmjerena na stablu broj 2 u skupini koja je oprašivačima bila dostupna 10 minuta nakon čega je ponovno totalno izolirana. Najteži plod jabuke iznosio je 83,7 g dok je najlakši izmjeren iznosio 63,82 g. Prosječna masa jabuke u skupini koja je imala slobodnu oplodnju iznosi 74,58 g. Skupina koja je bila izolirana i ručno oprašena imala je jedan plod i iznosio je 63,82 g. Prosjek skupine koja je bila slobodna za oplodnju te dodatno ručno oprašena iznosi 70,5 g.

Tablica 3. Izmjerene vrijednosti sadržaja vlage plodova jabuka (%)

TRETMANI	STABLO 1	STABLO 2	STABLO 3	STABLO 4	STABLO 5
Tretman 1 (slobodna oplodnja)	78,9	79,2	77,7	83,0	76,1
Tretman 2 (potpuna izolacija)	-	-	-	-	-
Tretman 3 (izolacija + ručno oprašivanje)	-	-	-	-	76,6
Tretman 4 (slobodna oplodnja + ručno oprašivanje)	-	74,5	78,8	-	-
Tretman 5 (10 min. dostupnosti oprašivačima)	-	76,4	-	-	-

U tablici 3, vidljivo je kako je najveća izmjerena vlaga iznosila 83,0 % izmjerena na stablu broj četiri u skupini koja je bila slobodna za oplodnju. Najmanja izmjerena vlaga iznosila je 76,1 %

izmjerena je na stablu broj pet također u skupini sa slobodnom oplodnjom. Prosječna vlaga u skupini koja je bila dostupna oprašivačima iznosi 78,98 %. Prosjek skupine koja je imala slobodnu oplodnju te je dodatno ručno oprašena iznosi 76,65 %. Skupina koja je bila izolirana te je ručno oprašena imala je jedan plod jabuke, izmjerena vlaga iznosila je 76,6 %. Skupina koja je u vremenskom intervalu od deset minuta bila dostupna oprašivačima također je imala jedan plod jabuke a izmjerena vlaga iznosila je 76,4 %.

Tablica 4. Izmjerene vrijednosti sadržaja šećera u plodovima jabuka (Brix)

TRETMANI	STABLO 1	STABLO 2	STABLO 3	STABLO 4	STABLO 5
Tretman 1 (slobodna oplodnja)	17	19	18	19	18
Tretman 2 (potpuna izolacija)	-	-	-	-	-
Tretman 3 (izolacija + ručno oprašivanje)	-	-	-	-	18
Tretman 4 (slobodna oplodnja + ručno oprašivanje)	-	14	18	-	-
Tretman 5 (10 min. dostupnosti oprašivačima)	-	19	-	-	-

Tablica 4, prikazuje izmjerene vrijednosti sadržaja šećera u plodovima jabuka. Najveća izmjerena vrijednost iznosi 19° Bx koja je izmjerena na stablima dva i četiri u skupini koja je imala slobodnu oplodnju i u skupini koja je bila dostupna oprašivačima deset minuta. Najmanja izmjerena vrijednost iznosi 14° Bx koja je izmjerena u skupini sa slobodnom oplodnjom i ručnom oplodnjom. Prosječna vrijednost sadržaja šećera u skupini sa slobodnom oplodnjom iznosi 18,2° Bx. Skupina koja je bila izolirana i ručno oprašena ima jedan plod sa vrijednosti od 18° Bx. Skupina koja je imala slobodnu oplodnju te ručno oprašena prosječno iznosi 16° Bx. Skupina koja je bila dostupna oprašivačima 10 minuta ima izmjerenu vrijednost od 19° Bx.

5. Zaključak

Na osnovi dobivenih rezultata istraživanja utjecaja ograničavanja oprašivača na oplodnju cvijeta jabuke dobiveni su rezultati koji ukazuju na nezamjenjivost oprašivača u oprašivanju biljnih vrsta. Skupina koja je bila izoirana čitavo vrijeme trajanja pokusa pokazala je najmanji rezultat time što nijedan cvijet nije bio oplodjen pa je samim time izostao i plod. Cvjetovi kojii su bili dostupni oprašivačima na deset minuta imali su uspješnost oplodnje 20 % što ukazuje na to kako je potrebno određeno vrijeme za oprašivanje uz pomoć kukaca. Cvjetovi koji su bili izolirani te oprašeni uz pomoć čovjeka uspješno su oprašeni u 40 % slučajeva. Cvjetovi koji su bili dostupni oprašivačima čitavo vrijeme pokusa imali su uspješnost 100 %. Najveći izmjeren plod zabilježen je u skupini koja je bila dostupna čitavo vrijeme za oplodnju dok je najmanji izmjeren plod zabilježen u skupini koja ja bila dostupna svo vrijeme oprašivačima ali je oprašena i od strane čovijeka. Skupina koja je bila oprašena isključivo od strane čovjeka imala je samo jedan plod. Mjerenjem mase plodova jabuke utvrđeno je kako je najteži izmjeren plod jabuke iznosio 83,7 g dok je najlakši izmjeren iznosio 63,82 g. Najveća izmjerena vlaga plodova jabuke iznosila 83,0 % izmjerena na stablu broj četiri u skupini koja je bila slobodna za oplodnju. Najmanja izmjerena vlaga iznosila je 76,1 % izmjerena je na stablu broj pet u skupini sa slobodnom oplodnjom. Najveća izmjerena vrijednost sadržaja šećera iznosi 19° Bx koja je izmjerena na stablima dva i četiri u skupini koja je imala slobodnu oplodnju i u skupini koja je bila dostupna oprašivačima deset minuta. Najmanja izmjerena vrijednost iznosi 14° Bx koja je izmjerena u skupini sa slobodnom oplodnjom i ručnom oplodnjom. Usporedbom dobivenih rezultata može se uvidjeti važnost oprašivača prilikom oprašivanja biljnih vrsta, te samim time i proizvodnju hrane. Čovjek uz svo znanje i vještine ne bi uspio nadoknaditi važnost oprašivača te iz toga razloga u budućnosti treba sve više voditi računa o korisnosti oprašivača, napose medonosne pčele.

6. Popis literature

1. Adamič, F. Et al.: Jabuka, Zadržna knjiga, Beograd, 1963.
2. Ambrose, J.T., E.L. Aktins, Avitabile A., Ayers G.S., Blum M.S., Buchmann S.L., Caron D.M., Crane E., Dadant C. C., Dietz A., Erickson E. H., Furgala B., Gray N. E, Harman J. R., Herbert E. W., Jr. Hoopgarner R. A., Killion E. E., Knox D. A., Laidlaw H. H., Jr. McCutcheon D.M., Page R. E., Jr. Rodenberg H., Sanford M.T., Schmidt J. O., Shimanuki H., Shuel R. W., Snodgrass R.E., Southwick E.E., Tew J. E., Waller G.D., White J. W., Williams J. L., Winston M.L., The Hive and the Honey Bee, 2000.
3. Belčić, J., Sulimanović, Đ.: Zlatna knjiga pčelarstva, 1982.
4. Botton, A., Eccher, G., Forcato, C., Ferrarini, A., Begheldo, M., Zermiani, M., Moscatello, S., Battistelli, A., Velasco, R., Ruperti, B., Ramina, A., 2011. Signaling pathways mediating the induction of apple fruitlet abscission. *Plant Physiol.* 155, 185–208.
5. Byers, R.E., 2003. Flower and fruit thinning and vegetative: fruiting balance. In: Ferree, D.C., Warrington, I.J. (Eds.), *Apples: Botany, Production and Uses*. Cabi publishing, Cambridge, pp. 437–458.
6. Katalinić, J., Loc, D., Lončarević, S., Peradin, L., Šimić, F., Tomaćec, I., *Pčelarstvo*, Zagreb 1973.
7. Kisić, I.: *Uvod u ekološku poljoprivredu*, Zagreb 2014.
8. Kolaric, J., 2010. Abscission of young apple fruits (*Malus domestica* Borkh.): a review. *Agricultura* 7, 31–36.
9. Krpina, I.: *Voćarstvo*, Zagreb, 2004.
10. Miljković, I.: *Suvremeno voćarstvo*, 1991.
11. Forenbacher, S. (2002.) *Kompendij velebitske faune*, Zagreb: Veterinarski fakultet, ISBN: 953-6062-29-1
12. Kantoci, D.: *Glasnik zaštite bilja Oprašivanje i oplodnja kod Jabuke*, 2008
13. Pokos Nemeč, V.: pregledni rad „Ekološko voćarstvo – Uzgoj jabuka (Glasnik zaštite bilja 2012.)
14. Radošević V., *Diplomski rad: Praćenje oprašivača u nasadu jabuka (Malus domestica L.)*, Agronomski fakultet Zagreb, 2017.

Internetske stranice:

<https://poljoprivreda.gov.hr/vocarstvo/196> (Pristup Lipanj 2022.)

<https://www.savjetodavna.hr/2021/03/15/cvatnja-jabuke/>(Pristup Srpanj 2022.)

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=47211> (Pristup Lipanj 2022.)

<https://www.agroklub.com/pcelarstvo/solitarne-pcele-za-bolje-oprasivanje-vocnjaka/15964/>
(Pristup Srpanj 2022.)

https://www.savjetodavna.hr/wp-content/uploads/publikacije/e_muhe.pdf (Pristup Kolovoz 2022.)

<https://www.nationalgeographic.com/culture/article/history-of-apples> (Pristup Kolovoz 2022.)

7. Sažetak

Poznato je da su medonosne pčele (*Apis mellifera*) odgovorne za oprašivanje većine voćnih vrsta i cvjetajućih biljaka općenito. Uz ostale oprašivače, od kojih su najvažniji solitarne pčele i bumbari moguće je oprašivanje velike većine biljaka cvjetnica. Istraživanje za diplomski rad provedeno je 29. travnja 2022. godine prilikom čega je provedeno po dva mjerenja, odnosno mjerenje u prijepodnevnim i mjerenje u poslijepodnevnim satima. Završna faza provedena je 19.07.2022. godine prilikom čega je mjerena uspješnost oplodnje i veličina plodova. U prvom mjerenju utvrđeno je kako je najbrojniji oprašivač bio medonosna pčela sa ukupno 43 posjeta. U drugom mjerenju utvrđeno je kako su izolirani cvjetovi svi ostali bez ploda, odnosno nisu oplodeni. Uspješnost oplodnje kod cvjetova koji su djelomično bili izolirani iznosi 20 %. Dok postotak uspješnosti zametanja ploda kod cvjetova koje je čovjek umjetnom oplodnjom pokušao oploditi iznosi 40 %. Cvjetovi koji su bili otvoreni čitavo vrijeme ostvarili su najveću uspješnost u oplodnji, postotak oplodnje iznosi 100 %.

Ključne riječi: medonosna pčela, oprašivanje, bumbari, solitarne pčele, jabuka

8. Summary

Honey bees (*Apis mellifera*) are known to be responsible for the pollination of most fruit species and flowering plants in general. With other pollinators, the most important of which are solitary bees and bumblebees, it is possible to pollinate the vast majority of flowering plants. The research for this diploma thesis was carried out on April 29, 2022, during which two measurements were carried out, i.e. a measurement in the morning and a measurement in the afternoon. The final observation was carried out on July 19, 2022. during which fertilization success and fruit size were measured. In the first measurement, it was determined that the most numerous pollinator was the honey bee with a total of 43 visits. In the second measurement, it was determined that the isolated flowers were all fruitless, i.e. not fertilized. Fertilization success in flowers that were partially isolated is 20%, while the percentage of fruit set success in flowers that humans tried to fertilize by artificial pollination is 40%. Flowers that were open all the time achieved the highest fertilization success rate, with the fertilization percentage of 100%.

Keywords: honey bee, pollination, bumble bee, solitary bee, apple

9. PRILOZI

9.1. Popis tablica

Tablica 1. Izmjerene vrijednosti promjera plodova jabuka (mm)

Tablica 2. Izmjerene vrijednosti svježe mase plodova jabuka (g)

Tablica 3. Izmjerene vrijednosti sadržaja vlage plodova jabuka (%)

Tablica 4. Izmjerene vrijednosti sadržaja šećera u plodovima jabuka (Brix)

9.2. Popis slika

Slika 1. Oznaka Hrvatskog eko proizvoda, Izvor: <https://www.vitashop.hr/salvia-hidrolat-ljekovite-kadulje-100-ml>

Slika 2. Stadiji razvoja ploda jabuke: A – Puna cvatnja; B – 14 dana nakon cvatnje, C – 25 dana nakon cvatnje; D – 35 dana nakon cvatnje, E- 60 dana nakon cvatnje, F -87 dana nakon cvatnje; G – 132 dana nakon cvatnje, Izvor: Janssen i sur. (2008): Global gene expression analysis of apple fruit development from the floral bud to ripe fruit. BMC Plant Biology 8:16

Slika 3. Medonosna pčela, Izvor: http://www.pcela-vucjak.org/?page_id=853

Slika 4. Solitarna pčela, Izvor: <https://rasadniksevar.com/postavite-kucicu-za-solitarne-pcele/>

Slika 5. Bumbar, Izvor: <https://www.plantea.com.hr/zemni-bumbar/#zemni+bumbar-2>

Slika 6. Tablica za terenski unos podataka, Izvor: Autor diplomskog rada

Slika 7. Osolika muha (*Episyrphus balteatus*), Izvor: <https://www.dreamstime.com/stock-image-episyrphus-balteatus-image8740241>

Slika 8. Voćnjak za mjerenje, Izvor: Autor diplomskog rada

Slika 9. Cvijet jabuke u vrećici, Izvor: Autor diplomskog rada

9.3. Popis grafikona

Grafikon 1. Ukupna proizvodnja voća i maslina u 2019. i 2020. godini., Izvor: Državni zavod za statistiku, 2020.

Grafikon 2. Broj posjeta medonosnih pčela na ostale biljke u fazi cvatnje unutar voćnjaka

Grafikon 3. Odnos između ukupnog broja oprašivača na cvijetu jabuke i transekta

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Sveučilišni diplomski studij, smjer Ekološka poljoprivreda

Diplomski rad

Filip Jaman

Važnost medonosne pčele (*Apis mellifera*) u oprašivanju ekološkog nasada jabuke

Sažetak: Poznato je da su medonosne pčele (*Apis mellifera*) odgovorne za oprašivanje većine voćnih vrsta i cvjetajućih biljaka općenito. Uz ostale oprašivače, od kojih su najvažniji solitarne pčele i bumbari moguće je oprašivanje velike većine biljaka cvjetnica. Istraživanje je provedeno je 29. travnja 2022. godine prilikom čega je provedeno po dva mjerenja, odnosno mjerenje u prijepodnevnim i mjerenje u poslijepodnevnim satima. Završna faza pokusa provedena je 19.07.2022. godine prilikom čega je mjerena uspješnost oplodnje i veličina plodova. U prvom mjerenju utvrđeno je kako je najbrojniji oprašivač bio medonosna pčela sa ukupno 43 posjeta. U drugom mjerenju utvrđeno je kako su izolirani cvjetovi svi ostali bez ploda, odnosno nisu oplodeni. Uspješnost oplodnje kod cvjetova koji su djelomično bili izolirani iznosi 20 % dok postotak uspješnosti zamaštanja ploda kod cvjetova koje je čovjek umjetnom oplodnjom pokušao oploditi iznosi 40 %. Cvjetovi koji su bili otvoreni čitavo vrijeme ostvarili su najveću uspješnost u oplodnji, postotak oplodnje iznosi 100 %.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: prof. dr. sc. Bojan Stipešević

Broj stranica: 36

Broj grafikona i slika: 12

Broj tablica: 4

Broj literaturnih navoda: 14

Broj priloga: 5

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: Ekološka poljoprivreda, medonosna pčela, jabuka, oprašivači

Datum obrane: 30. rujna 2022.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. prof. dr. sc. Zlatko Puškadija, predsjednik
2. prof. dr. sc. Bojan Stipešević, mentor
3. doc. dr. sc. Marin Kovačić, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek
University Graduate Studies, Organic agriculture

Graduate thesis

Filip Jaman

Importance of honey bee (*Apis mellifera*) in the pollination of organic apple orchard

Summary: Honey bees (*Apis mellifera*) are known to be responsible for the pollination of most fruit species and flowering plants in general. With other pollinators, the most important of which are solitary bees and bumblebees, it is possible to pollinate the vast majority of flowering plants. The research for this diploma thesis was carried out on April 29, 2022, during which two measurements were carried out, i.e. a measurement in the morning and a measurement in the afternoon. The final observation was carried out on July 19, 2022, during which fertilization success and fruit size were measured. In the first measurement, it was determined that the most numerous pollinator was the honey bee with a total of 43 visits. In the second measurement, it was determined that the isolated flowers were all fruitless, i.e. not fertilized. Fertilization success in flowers that were partially isolated is 20%, while the percentage of fruit set success in flowers that humans tried to fertilize by artificial pollination is 40%. Flowers that were open all the time achieved the highest fertilization success rate, with the fertilization percentage of 100%.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek

Mentor: prof. dr. sc. Bojan Stipešević

Number of pages: 36

Number of figures: 12

Number of tables: 4

Number of references: 14

Number of appendices: 5

Original in: Croatian

Key words: honey bee, pollination, bumble bee, solitary bee, apple

Thesis defended on date: 30. September 2022.

Reviewers:

1. prof. dr. sc. Zlatko Puškadija, chairman
2. prof. dr. sc. Bojan Stipešević, mentor
3. doc. dr. sc. Marin Kovačić, member

Thesis deposited at: Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek