Praćenje oprašivača u nasadu jabuka (Malus domestica L.)

Radošević, Vid

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:437579

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET
Ekološka poljoprivreda i agroturizam

VID RADOŠEVIĆ

PRAĆENJE OPRAŠIVAČA U NASADU JABUKA (*Malus domestica* L.)

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET
Ekološka poljoprivreda i agroturizam

VID RADOŠEVIĆ

PRAĆENJE OPRAŠIVAČA U NASADU JABUKA (Malus domestica L.)

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Prof. dr. sc. Dragan Bubalo

Neposredni voditelj: Dr. sc. Saša Prđun

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Vid Radošević**, JMBAG 0706992334002, rođen dana 7. lipnja 1992. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

„Praćenje oprašivača u nasadu jabuka (*Malus domestica* L.)“

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____

_____
Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Vida Radoševića**, JMBAG 0706992334002, naslova

„Praćenje oprašivača u nasadu jabuka (*Malus domestica* L.)“

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo: potpisi:

1. Prof. dr. sc. Dragan Bubalo - mentor _____
2. Dr. sc. Saša Prđun - neposredni voditelj _____
3. Izv. prof. dr. sc. Martina Skendrović Babojelić - član _____
4. Doc. dr. sc. Tea Tomljanović - član _____

ZAHVALA

Ovim putem zahvaljujem svima koji su na bilo koji način pomogli u izradi ovog rada, na njihovoj podršci i nesebičnoj pomoći. Veliko hvala Božici na ustupanju voćnjaka, gostoprimstvu i logistici, hvala mentoru na jednostavnosti i susretljivosti, mojim roditeljima na uzdržavanju i podršci tijekom studija, kolegama i kolegicama bez kojih bi studiranje bilo manje zabavno i uzbudljivo te Višoj sili što je omogućila povoljne vremenske uvjete za odvijanje pokusa! Zahvaljujem i puno pozdravljam ekipu s „Pčelinjaka“.

Medno svima!

Sažetak

Diplomskog rada studenta **Vida Radoševića**, naslova

„Praćenje oprašivača u nasadu jabuka (*Malus domestica* L.)“

Poznato je da su medonosne pčele (*Apis mellifera* L.) odgovorne za oprašivanje većine voća i povrća koje danas raste na Zemlji. Uz ostale oprašivače, od kojih su najzastupljeniji solitarne pčele (*Osmia spp*.) i bumbari (*Bombus spp.*), omogućuju oprašivanje skoro svih biljaka cvjetnica. Istraživanje je provedeno u travnju 2017. godine u voćnjaku na OPG-u Tonjac u Petrinji na četiri sorte jabuka ('Granny Smith', 'Idared', 'Jonagold' i 'Elstar'). Nakon tri dana praćenja oprašivačke aktivnosti (12.-14. travnja) ukupno je provedeno 27 mjerenja. Ukupan broj utvrđenih oprašivača iznosio je 1 484, od čega je najzastupljenija bila medonosna pčela sa 776 zabilježenih posjeta i solitarne pčele sa 682 posjeta. Od ostalih oprašivača u znatno su manjem broju bili utvrđeni bumbari sa svega 10 posjeta te leptiri (Lepidoptera) sa 16 posjeta. Promatrajući broj posjeta medonosne pčele razvidno je da je vrhunac bio utvrđen od 12:00 do 13:00, dok je kod solitarnih pčela maksimalan broj bio utvrđen u 12:00. Kod sorte Idared utvrđen je veći broj medonosne pčele u odnosu na solitarne i omjer je iznosio 307:177, dok je kod Granny Smith utvrđeni omjer bio podjednak (188:178). Kod sorti Jonagold i Elstar neznatno su zastupljenije bile solitarne pčele u odnosu na jedinke medonosnih pčela (166:161).

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

Summary

Of the master's thesis – student **Vid Radošević,** entitled

„Monitoring of pollinators in an apple orchard (Malus domestica L.)“

It is well known that honey bees (*Apis mellifera* L.) are responsible for the majority of fruit and vegetable pollination on the Earth. Along with other pollinators, from which the most common are solitary bees (*Osmia spp*.) and bumblebees (*Bombus spp.*), they provide pollination to almost all flowering plants. A research was conducted within four apple varieties ('Granny Smith', 'Idared', 'Jonagold' and 'Elstar') in April 2017 on the Tonjac's family apple farm in Petrinja. During the three days of monitoring the pollinators activities (12^{th}-14^{th} April) there were 27 measurements that were carried out in total. The total number of identified pollinators was 1 484, most of which were honey bees with 776 recorded visits and solitary bees with 682 visits. From the other pollinators, there was an unsignificant number of bumble bees with 10 visits and butterflies (Lepidoptera) with 16 visits recorded. Observing the number of honey bee visits, it is clear that the peak was determined from 12 am to 1 pm, while for the solitary bees the peak was at 12 am. Considering the Idared variety, a higher number of honey bees was found in relation to solitary bees, the ratio was 307:177, while the ratio for the Granny Smith variety was the same (188:178). The varieties Jonagold and Elstar had a slightly lower representation number of solitary bees versus the honey bee representation (166:161).

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

Sadržaj

1. UVOD 1
1.1. Cilj rada 2
2. PREGLED LITERATURE 3
2.1. Botanička pripadnost jabuke 3
2.2. Građa cvijeta i oplodnja 3
2.3. Proizvodnja jabuke u Hrvatskoj i svijetu 5
2.4. Glavni kukci oprašivači jabuke 6
2.4.1. Medonosna pčela 6
2.4.1.1. Sistematika medonosne pčele 7
2.4.1.2. Svojstva sive pčele 7
2.4.2. Pčele zidarice 8
2.4.3. Bumbari 11
2.5. Vrijednost oprašivanja kukcima 12
2.6. Pomološke karakterisitke istraživanih sorata jabuka 13
2.6.1. ‘Granny Smith’ 13
2.6.2. 'Jonagold’ 13
2.6.3. ‘Idared’ 14
2.6.4. ‘Elstar’ 15
2.6.5. Podloga M9 16
2.7. Klimatske prilike na području grada Petrinje 16
3. MATERIJALI I METODE 18
3.1. Voćnjak 18
3.2. Praćenje meteoroloških podataka 19
3.3. Odabir pokusnih stabala 19
3.4. Metoda praćenja oprašivača 20
4. REZULTATI RADA I RASPRAVA 21
4.1. Meteorološki podatci 21
4.2. Praćenje oprašivačke aktivnosti 23
5. ZAKLJUČAK 29
6. POPIS LITERATURE 30

1. UVOD

Jabuka (*Malus domestica* L.) je dio ljudske prehrane već tisućama godina, što dokazuje otkriće fosiliziranog voća (vjerojatno *M. sylvestris*, europska divlja jabuka) u ljudskim nastambama u Švicarskoj (Elzebroek i Wind, 2008). Važnost jabuke u ljudskoj kulturi i prehrani kroz tisućljeća očituje se njenom prisutnošću u umjetnosti, mitologiji i religiji u mnogim regijama uključujući nordijske, grčke i europske kršćanske tradicije, kao i u muslimanskom svijetu (Hancock i sur., 2008; prema Sheffield i sur., 2016).

Smatra se da je njezin uzgoj započeo na području središnje Azije, najvjerojatnije na području današnjeg Kaspijskog jezera i Crnog mora gdje glavni divlji predak kultivirane jabuke, *M. sieversii* (Azijska divlja jabuka) kao i ostale divlje vrste (uključujući *M. sylvestris i M. pumila*) rastu i dan danas (Hancock i sur., 2008; prema Sheffield i sur., 2016). Pretpostavlja se da je točno mjesto podrijetla i centar genetske raznolikosti roda *Malus* središnja Azija, točnije područje današnjih država Kazahstana, Kirgistana, Uzbekistana, Turkmenistana i Tadžikistana (Hokanson i sur., 1997; Harris i sur., 2002; Velasco i sur., 2010).

Danas na svijetu postoji više od 6 000 raznih sorata jabuka (Hancock i sur., 2008; prema Sheffield i sur., 2016) od kojih je svaka selekcionirana za specifične ljudske potrebe kao što su okus, veličina jabuke, različite uporabe poput kuhanja, svježe uporabe ili prerade (jabučno vino/cider, ocat, sok, marmelade, čips i sl.) te zbog fizioloških razloga, npr. otpornost na bolesti i štetnike, vrijeme dozrijevanja, pogodnost za određeni klimat te skladišna sposobnost (King i sur., 1991).

Jabuka, kao stranooplodna vrsta, zahtijeva oprašivanje peludom druge sorte u čemu joj je potreban posrednik. Najčešći posrednici, odnosno oprašivači jabuke su medonosna pčela, više vrsta solitarnih pčela, bumbari i u manjem udjelu ostali kukci. Među svim kukcima koji posreduju u oprašivanju ističe se medonosna pčela, koja inače sudjeluje u oprašivanju svega stranooplodnoga bilja s oko 75%. Smatra se da je njena neposredna korist, tj. korist od oprašivanja, za 8 do 10 puta veća od posredne u proizvodnji meda i drugih pčelinjih proizvoda (Miljković, 1991).

Istraživanja u vezi oprašivanja jabuke započela su početkom prošlog stoljeća kada je intenzifikacija voćarske proizvodnje natjerala proizvođače na smanjivanje broja kultivara. Takva koncentriranost na svega nekoliko komercijalnih kultivara dovela je do neadekvatnog zametanja plodova i prinosa, te su se počela provoditi istraživanja u vezi s problemima u oprašivanju jabuke te važnosti kukaca oprašivača, kao i sorti oprašivača (Finta, 2004).

Poznato je da izlučivanje nektara i proizvodnja peludi različitih sorata jabuka određuje njihovu atraktivnost prema medonosnim pčelama te intenzitetu njihova posjećivanja cvijeta. Postoje brojni dokazi koji jasno pokazuju da postoje razlike između različitih sorata u proizvodnji peludi i izlučivanju nektara (Free, 1993; Benedek, 1996; prema Finta, 2004). Iako su sorte čiji cvjetovi izlučuju nektar s visokim koncentracijama šećera najatraktivnije pčelama, rezultati nekih istraživanja pokazuju da intenzitet posjećenosti pčelama prije svega ovisi o količinama izlučenog nektara (Benedek i Nyeki, 1996; prema Finta, 2004).

1.1. Cilj rada

Cilj ovoga rada bio je utvrditi udio medonosne pčele i drugih oprašivača na paši jabuke u odnosu na vremenske uvjete i fenofazu cvatnje.

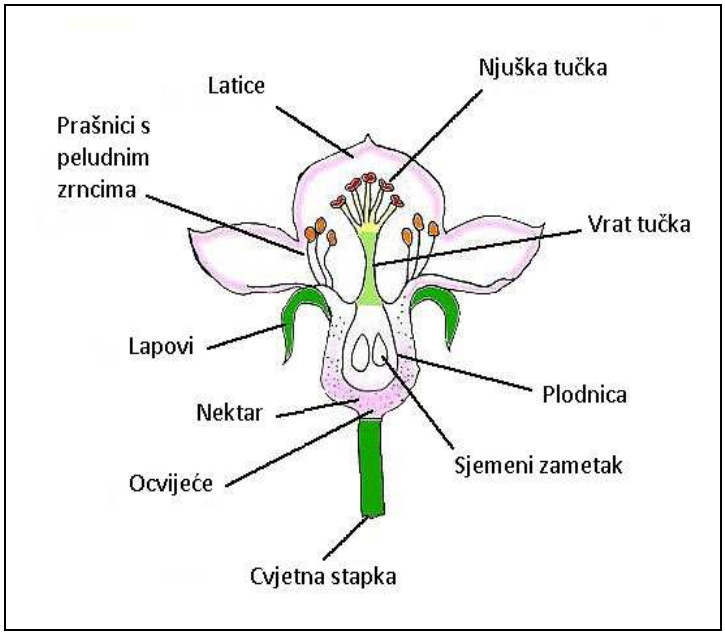
2. PREGLED LITERATURE

2.1. Botanička pripadnost jabuke

Jabuka je botanički klasificirana u:
Carstvo: Cormophyta – više biljke
Odjeljak: Spermatophyta – sjemenjače
Pododjeljak: Magnoliophytina
Razred: Magnoliatae
Podrazred: Rosidae
Nadred: Rosanae
Red: Rosales
Porodica: Rosaceae
Potporodica: Maloideae
Rod: *Malus*
Vrsta: *Malus domestica* L.

2.2. Građa cvijeta i oplodnja

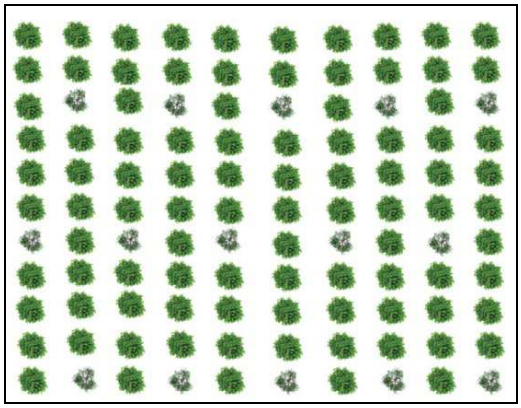
Cvjetovi se jabuke pojavljuju u grozdu koji se naziva gronja, a sastoji se od više pojedinačnih cvjetova. Oni se otvaraju iz cvjetnih pupova koji se formiraju na jednogodišnjim, dvogodišnjim i trogodišnjim rodnim granama. Rodni pup jabuke je mješoviti pup, iz njega se razvija kratka mladica koja na vrhu nosi cvat, odnosno gronju sa po 8 do 12 cvjetova. Prvi se otvara cvijet iz centralnog, primarnog pupa na vrhu gronje iz kojeg se zameće plod najbolje kakvoće. Cvijet jabuke je dvospolan, što znači da na sebi nosi i muške i ženske spolne organe (slika 1). Ženski spolni organ - tučak se sastoji od pet oplodnih listića od kojih svaki ima njušku tučka, vrat te plodnicu koja obično sadrži dva sjemena zametka što znači da u potpunosti oplođen plod sadrži deset sjemenki. U vratu se tučka nalazi čvrsta jezgra prijenosnog tkiva u kojem peludne cjevčice rastu unutar ili između stanica, a svaka njuška tučka je u osnovici spojena s ostalim njuškama u cijeloj svojoj dužini. Cvjetovi jabuke se stoga opisuju kao sinkarpni jer imaju spojene njuške tučka. Okružujući vrat tučka nalazi se 20-25 prašnika koji nose peludna zrnca. Nektar se izlučuje iz osnove središnjeg tučka, a na cvijetu se još nalazi pet ružičasto-bijelih latica koje okružuju reproduktivne organe (Khan, 2004).



Slika 2.1. Građa cvijeta jabuke

Izvor: http://www.obere-altmuehl.de/upmedia/oba-bluetenaufbau.jpg

Većina sorata jabuka su stranooplodne što znači da zahtijevaju oprašivanje od strane druge odgovarajuće sorte. Stoga voćari kod planiranja voćnjaka moraju kombinirati uz glavnu sortu i sadnju odgovarajuće sorte oprašivača (slika 2.2). Općenito, usko povezane sorte kao na primjer iz grupe Golden Delicious ne mogu se međusobno oprašiti. Također, stupaste sorte jabuka ne oprašuju dobro roditeljsku sortu. Važno je i da se razdoblje cvjetanja glavne sorte i sorte oprašivača preklapa. Zbog optimalnog oprašivanja, nužno je zasaditi rane i kasne sorte oprašivače, tako da glavna sorta cvjeta u sredini. Na taj način, u slučaju mraza u početku cvatnje i pozebe primarnog cvjetnog pupa kasne sorte, oprašivači će oprašiti preostale cvjetove na glavnoj sorti i ublažiti štetu (Khan, 2004).



Slika 2.2. Preporučeni raspored sorata oprašivača u voćnjaku jabuka
(zelena stabla predstavljaju glavnu sortu, bijela sortu oprašivača)

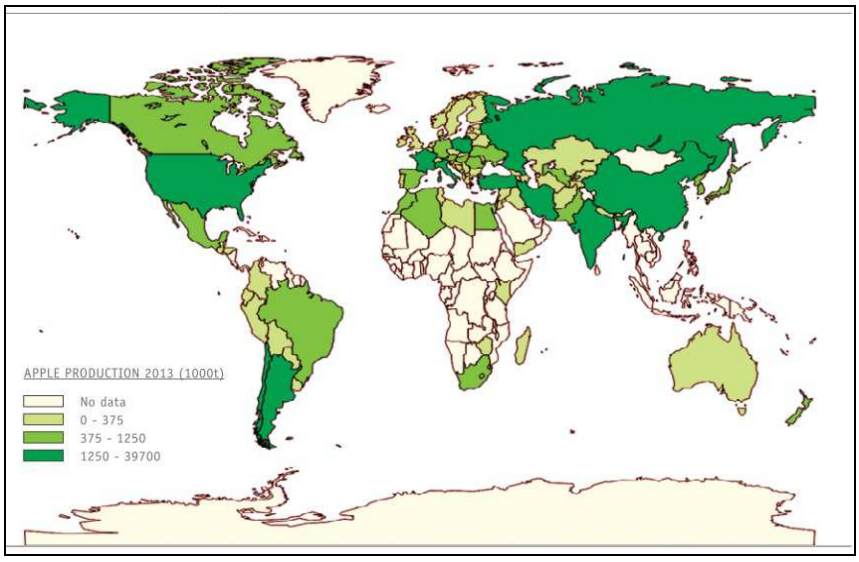
Izvor: Sheffield, 2016

Oni cvjetovi i zametnuti plodovi koji nisu oprašeni, ili su slabo oplođeni, obično otpadaju sa stabla nedugo po završetku cvatnje (Free, 1993). Zanimljivo je i da broj te raspored sjemenki unutar ploda jabuke koji se razvija ima utjecaj na konačni oblik i masu ploda (Sheffield i sur., 2016).

2.3. Proizvodnja jabuke u Hrvatskoj i svijetu

Jabuka je jedna od najvažnijih voćnih vrsta u svijetu te se smatra temeljem voćarske proizvodnje, a njena je proizvodnja na globalnoj razini značajno rasla zadnjih desetljeća. Procjenjuje se da je u zadnjih 20-tak godina njena proizvodnja narasla oko 50% (Brown, 2012). Očit je primjer Kine, gdje je proizvodnja jabuka rapidno rasla od 5 milijuna tona 1990., zatim 17 mil. tona 1997. (Papademetriou i sur., 1999) te preko 30 mil. tona u 2016. godini (fao.org).

Trenutno je Kina vodeći proizvođač jabuka u svijetu te proizvodi čak pet puta više jabuka od drugog svjetskog proizvođača SAD-a, koji je tim tržištem dominirao tijekom proteklog stoljeća (US International Trade Commission (USITC), 2010; 2011; FAOSTAT, 2015). Ostali veći proizvođači su Turska, Italija, Poljska, Indija i Iran (slika 2.3).



Slika 2.3. Vodeće zemlje u proizvodnji jabuka

izvor: FAO, 2013

Naša država ima odlične klimatske, geografske i ostale uvjete za njenu proizvodnju, međutim taj potencijal je nedovoljno iskorišten. Hrvatska proizvodi relativno malo jabuka, oko 4-6 kg stolnih jabuka po stanovniku (Krpina i sur., 2004). S druge strane, potrošnja jabuka u Hrvatskoj iznosi oko 15 kg po stanovniku godišnje (hcpm.agr.hr). Zemlje s razvijenom voćarskom proizvodnjom proizvode 40-120 kg po glavi stanovnika (Adamič, 1980). Stabilnost domaće proizvodnje ograničena je rizikom vremenskih nepogoda. To se prije svega odnosi na tuču, mraz, velike količine oborina te sušu. Od sorata, u domaćoj proizvodnji najzastupljenija sorta je Idared (65%), zatim Jonagold i klonovi (oko 15%) i Zlatni Delišes (oko 10%), a preostalih 10% sortimenta čine Gala, Elstar, Granny Smith, Melrose, Gloster i dr. (hcpm.agr.hr). U tablici 1. prikazan je trend proizvodnje jabuka u Republici Hrvatskoj unatrag nekoliko godina.

Tablica 1. Proizvodnja jabuka u Hrvatskoj (Izvor: DZS, Statistički ljetopis 2015)

Parametar	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
Površina (ha)	6 599	6 553	5 980	5 377	5 944
Proizvodnja ukupno (t)	89 124	99 676	37 414	121 738	96 703
Prirod po ha (t)	13,5	15,2	6,3	22,6	16,3

2.4. Glavni kukci oprašivači jabuke

Kako bi voćka donijela plod, mora biti oprašena, a to se kod različitih vrsta voćaka postiže na različit način. Jabuka kao voćna vrsta je stranooplodna, odnosno zahtijeva oprašivanje kukcima oprašivačima koji prenose pelud neke druge sorte, uzrokujući pritom oplodnju i stvaranje ploda. Za uspješno oprašivanje potrebna je medonosna pčela, ali tome uvelike pridonose i drugi kukci, kao što su brojne vrste solitarnih pčela, bumbari, ose, leptiri, itd.

2.4.1. Medonosna pčela

Medonosna pčela (*A. mellifera* L.) se općenito u svijetu smatra najvažnijim oprašivačem jabuke te se koristi kao komercijalni oprašivač u svim regijama gdje se ona uzgaja (Brittain, 1993; Free, 1993; Gupta i sur., 1993).

2.4.1.1. Sistematika medonosne pčele

Medonosna pčela je sistematizirana ovim redoslijedom:
Koljeno: *Arthropoda* – člankonošci,
Razred: *Insecta* – kukci,
Red: *Hymenoptera* – opnokrilci,
Podred: *Apidae* – više pčele,
Nadporodica: *Apoidea* – pčela,
Porodica: *Apidae* – više pčele,
Podporodica: *Apinae* – prave pčele,
Rod: *Apis* – zadružne pčele,
Vrsta: *Apis mellifera* L. – medonosna pčela.

Podporodica pravih pčela (*Apinae*) ima više rodova. Za pčelarstvo je važan rod *Apis* – zadružne pčele koji broji četiri vrste: *A. dorsata* F. – velika medonosna pčela, *A. florea* F. – mala medonosna pčela, *A. indica* F. – indijska medonosna pčela te *A. mellifera* L. – europsko-afrička medonosna pčela. U novijim istraživanjima utvrđeno je još pet zasebnih vrsta medonosnih pčela: *A. koschevnikovi, A. andreniformis, A. laboriosa, A. nigrocincta i A. nuluensis* (Laktić i Šekulja, 2008).

Među navedenim vrstama pčela za područje Europe najznačajnija je *A. mellifera* L. koja se dijeli na četiri osnovne pasmine koje razlikujemo prema sljedećim svojstvima: boja pigmenta kutikule, kubitalni indeks, dužina rilca radilica, sklonost prema rojenju, sposobnost za obranu zajednice, sklonost prema krađi (grabež), broj izgrađenih matičnjaka prilikom zamjene matice, otpornost prema bolestima i nametnicima, izlijetanje pri nižim temperaturama iz košnice, itd. Na osnovu tih svojstava unutar medonosne pčela postoje četiri osnovne pasmine: tamna europska pčela (*A mellifera var. mellifera* L.), kavkaska pčela (*A. mellifera var. caucasica* Gorb.), talijanska žuta pčela (*A. mellifera var. ligustica* Spin.), siva, kranjska pčela (*A. mellifera var. carnica* Pollm.).

2.4.1.2. Svojstva sive pčele

Autohtona pasmina kojom se pčelari na području Hrvatske je siva pčela, odnosno kranjska pčela (*A. mellifera carnica* Pollm. 1879). U početku se vjerovalo da nastanjuje samo usko područje Karavanki, po čemu je i nazvana. Međutim, ubrzo se saznalo da živi na znatno širem teritoriju – u porječju Dunava, od Beča do Karpata, u Austriji južno od Alpa te na području svih republika bivše Jugoslavije, uključujući i priobalni pojas Dalmacije.



Slika 2.4. Siva pčela

Izvor: http://zululandobserver.co.za/wp-content/uploads/sites/56/2015/08/url_58001.jpg

Siva pčela jedna je od najvećih pasmina. Duljina jezika iznosi joj 6,40 mm, a duljina prednjih krila 9,40 mm. Tijelo joj je tamno pigmentirano, ima kratke dlačice i veći kubitalni indeks u odnosu na ostale europske pasmine i kreće se od 2,4 - 3,0 s prosjekom od 2,7. Po ponašanju jedna je od najmirnijih pasmina pčela te proizvodi manje količine propolisa. Zajednice ovih pčela preživljavaju duge i hladne zime u relativno malom zimskom klupku, dovoljne su im i manje zalihe uskladištene hrane za prezimljavanje, a razdoblje bez legla u većini krajeva traje od kraja rujna do kraja veljače ili ožujka (Laktić i Šekulja, 2008).

Siva pčela je prepoznatljiva po sivkastim prstenovima koji su prekriveni bijelim dlačicama. U povoljnim pašnim uvjetima sivu pčelu obilježava velika produktivnost. Med poklapa bijelim poklopcima, što je značajno kod proizvodnje meda u saću. Otporna je na bolesti i ima razvijenu sposobnost za orijentaciju. Budući da se pčelinje zajednice vrlo brzo razvijaju u dobrim pašnim i klimatskim uvjetima, sklona je rojenju. Kod rojenja gradi veliki broj matičnjaka, dok na jesen rano prestaje s polaganjem jaja pa nije pogodna za korištenje kasnih paša.

2.4.2. Pčele zidarice

Važnu ulogu u oprašivanju jabuke imaju i solitarne pčele. Tako nedavni podaci (Breeze i sur., 2011) pokazuju da mogu biti odgovorne u većoj mjeri u ukupnom oprašivanju, što se u prošlosti često pripisivalo samo medonosnoj pčeli. U važnije vrste solitarnih pčela koje sudjeluju u oprašivanju voćaka, pa tako i jabuke, ubrajamo vrste roda *Osmia* (*O. rufa, O. cornuta, O. caerulescens i O. leaiana)*. Ove su pčele miroljubive i ne ubadaju. Ne žive u košnicama, ne roje se, nemaju maticu niti radilice, već sve rade same. Stoga ih i nazivamo samotarke, solitarne pčele 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 raznim procvjetalim voćkama.

Njihova brojnost u prirodi prije svega ovisi o broju pogodnih staništa za zasnivanje njihovih gnijezda. Solitarne pčele iz roda *Osmia* zasnivaju svoja gnijezda u šupljinama barske trstike (*Phragmites communis*), u šupljinama starog drveća, u pukotinama i otvorima drvenih, te u zidovima neožbukanih kuća. Stoga primjena novih građevinskih materijala ugrožava opstanak ovih veoma korisnih vrsta.

Odrasle se jedinke pojavljuju u proljeće, s pojavom prvih cvjetova na voćkama. Izlijetanje odraslih jedinki u prirodi je postupno. Aktivne su tijekom cvatnje voćaka. Pri temperaturi od 5 do 8°C se najprije pojave mužjaci, dok se pri temp od 10 do 15°C pojave i ženke. Mužjak je sitniji od ženke, duljine od 7-10 mm, dok je ženka duga 8-16 mm. Mužjak ima dulja ticala od ženke, glava i prsni dio su crni, dok je trbušni dio smeđe žut. Tijelo ovih pčela prekriveno je gustim dlakama, pogotovo s trbušne strane. Pomoću njih solitarna pčela skuplja pelud po cijelome tijelu i prenosi ga s cvijeta na cvijet, a potom i u gnijezdo gdje sprema hranu za svoje potomstvo. Tijekom 10-12 tjedana života ženke ostave potomstvo i uginu. Ženke pronalaze mjesto za gnijezdo, koje ima oblik tunela, najprije ga očiste, a zatim na dnu tunela naprave pregradu od blata. U taj pripremljeni tunel donose pelud i nektar te na to polažu jaja. Na određenom mjestu ponovno pregrade tunel blatom te nastave kompletirati sljedeće stanice redoslijedom: pelud, nektar, jaje, pregrada od blata, itd. U pogodnom tunelu najčešće izgrade 6-8 stanica, a može i 10-15, ovisno o duljini tunela. Iz jaja se, ovisno o temperaturi, za nekoliko dana izlegne ličinka. Kad potroši hranu prelazi u stadij pretkukuljice, a potom izgrađuje svileni kokon. Krajem kolovoza ili tijekom rujna u kokonu se iz stadija kukuljice preobrazi u odraslu pčelu koja, ovisno o temperaturi tijekom zimskog razdoblja, izlijeće van tek u proljeće naredne godine (Ševar i Vukov, 2005).



Slika 2.5. Ženka pčele zidarice (*O. rufa*)

Izvor: https://www.galerie-insecte.org/galerie/image/dos157/big/1u.jpg



Slika 2.6. Ženka pčele zidarice (*O. cornuta*)

Izvor: https://www.galerie-insecte.org/galerie/image/dos30/big/p1130825bb.jpg

Za nekoliko vrsta solitarnih pčela pokazalo se da imaju veću učinkovitost od medonosne pčele kod oprašivanja jabuka. Naprimjer, za potpuno oprašivanje voćnjaka jabuka površine 0,4 ha smatra se dovoljnim svega 250 do 500 radilica solitarne pčele *Osmia cornifrons*, u usporedbi s 50 000 radilica medonosne pčele, temeljeno na pojedinačnoj stopi posjeta svake vrste. Jedna radilica *O. cornifrons* posjeti u prosjeku 15 cvjetova u minuti što odgovara 2 450 cvjetova dnevno, dok s druge strane jedna radilica medonosne pčele posjeti dnevno 50 cvjetova (Biddinger i sur., 2013). Usporedno s time, *O. lignaria* također se često koristi u oprašivanju jabuke (Richards i Kevan, 2002), a u Japanu se *O. cornifrons* koristi za oprašivanje 80% svih proizvedenih jabuka. Zbog njenog uspjeha u Japanu, *O. cornifrons* je 1970-ih godina introducirana u SAD (Maryland) kako bi se poboljšalo oprašivanje (Batra, 1979).

Neki autori također navode da je uspješnost oprašivanja jabuke u istraživanjima bila značajno povezana s bogatstvom vrsta solitarnih pčela bez obzira na dominantnu prisutnost medonosne pčele. Iako je najčešći kukac koji opršuje jabuku medonosna pčela, ona nije ujedno i najučinkovitija. Navodi se da ponekad uzima nektar iz cvjeta jabuke bez da ga opraši te ostvaruje manje kontakta s njuškom tučka u usporedbi s određenim solitarnim pčelama (Delaplane i Mayer, 2000; prema Földesi i sur., 2016).

Međutim, u skoro svim slučajevima, smatra se da je učinkovitost oprašivanja kod jabuka veća i bolja kada postoji velika raznolikost kukaca oprašivača, dok su samo u nekim slučajevima solitarne pčele bolji oprašivači od medonosne prema broju posjećenih cvjetova (Javorek i sur., 2002; Garibaldi i sur., 2013).

2.4.3. Bumbari

Bumbari se također smatraju dobrim oprašivačima voćaka. Pripadaju porodici Hymenoptera zajedno s pčelama, mravima i osama. Poput ostalih sličnih porodica kukaca, kao što su Diptere, Coleoptere i Lepidoptere, kukci unutar porodice Hymenoptera prolaze potpunu metamorfozu. Pripadaju rodu *Bombus* koji broji oko 250 različitih vrsta. Zanimljivo je da je raznolikost vrstama bumbara najizraženija u hladnijim umjerenim te gorskim klimatskim predjelima, za razliku od pčelinjih vrsta koje su općenito gledajući najraznolikije u toplim i suhim područjima (primjerice područje Mediterana). Možemo ih pronaći na području cijele sjeverne polutke, od arktičke tundre pa sve do pustinja i suptropskih šuma. Njihova najveća raznolikost prisutna je u planinskom području tibetskih visoravni..

Kao zadružni kukci, bumbari unutar svoje zajednice funkcioniraju slično kao i medonosne pčele, ali s jednom važnom iznimkom; zajednica medonosne pčele može opstati s istom maticom više godina, zavisno o zalihama hrane uskladištene unutar košnice tijekom zimskih mjeseci, dok s druge strane bumbari svake godine umiru na jesen pred kraj vegetacijske sezone te se novi ciklus ponavlja idućeg proljeća. U zimu ulazi jedino oplođena matica bumbara koja pronađe pogodno mjesto i provede zimu u hibernaciji (Williams i sur., 2014).

Pojedine vrste bumbara žive u tlu, dok druge vrste žive iznad površine tla. Imaju krupno tijelo prekriveno dlačicama radi olakšanog skupljanja peludi. U proljeće se javljaju već pri temperaturama od 5°C, što je od osobite važnosti za oprašivanje ranih vrsta voćaka (Ševar i Vukov, 2005). Među najčešćim vrstama u Europi ubrajaju se zemni bumbar (*B. terrestris*) i livadni bumbar (*B. pratorum*) (slika 2.7 i 2.8) te bumbar kamenjar (*B. lapidarius*) i poljski bumbar (*B. agrorum*).



Slika 2.7. Ženka zemnog bumbara (*B. terrestris*)

Izvor: https://ssl.c.photoshelter.com/img-get/I0000WgHg91hNNiQ/s/880/880/AH-Buff-tailed-Bumblebee-Bombus-terrestris-cutout-2295.jpg



Slika 2.8. Ženka livadnog bumbara (*B. pratorum*)

Izvor: http://touch.artsdatabanken.no/drupal/system/files/media/bilder/pratorum-dronning-1009948352_L9KrF-L.jpg

Budući da neke vrste bumbara mogu prihvatiti boravak u umjetnim nastambama, odnosno posebnim košnicama, u novije se vrijeme javlja sve veća potreba za uzgojem bumbara čije su košnice dostupne za oprašivanje različitih usjeva tijekom cijele godine (Van Heemert i sur., 1990; Thorp, 2003). Bumbari su u prirodi važni za oprašivanje crvene djeteline i općenito biljaka s dubokim cvijetom. Smatraju se i najefikasnijim oprašivačima u plasteničkoj proizvodnji rajčica, a dobri rezultati se postižu i u oprašivanju brusnice, borovnice, boba, kivija, lubenice i dinje.

2.5. Vrijednost oprašivanja kukcima

Budući da kukci oprašivači imaju veliki doprinos u stvaranju i povećanju uroda mnogih poljoprivrednih kultura, u nekim zemljama postoje podaci o njihovom konkretnom doprinosu u ukupnoj ekonomiji tih zemalja kroz oprašivanje. Tako se navodi da kukci oprašivači utječu na produktivnost oko 75% svih usjeva (Klein i sur. 2007) te su pridonosili s ukupno 361 mlrd. dolara u ukupnoj poljoprivrednoj proizvodnji u svijetu u 2009.g. (Lautenbach i sur., 2012; prema Garatt i sur., 2016).

U SAD-u je izračunato da je medonosna pčela izravno svojim oprašivanjem zaslužna za 14,6 mlrd. dolara vrijednosti u prihodu svih kultura koje oprašuje (podatak za 2000. g.). U ovoj je državi česta praksa iznajmljivanja košnica, odnosno usluga oprašivanja medonosnom pčelom od strane komercijalnih voćara koji na svoje plantaže zovu pčelare te im plaćaju za tu uslugu. Navodi se da po broju iznajmljenih košnica za oprašivanje neke voćne kulture prednjači badem s 950 000 iznajmljenih košnica godišnje, dok je na drugom mjestu jabuka s 275 000 košnica (podatak za 1999. g.) (Morse i Calderone, 2000).

Uzevši samo jabuku za primjer, u Velikoj Britaniji su procjenili da je doprinos kukaca oprašivača u ekonomskom smislu u njenom oprašivanju oko 92,1 milijun funti. Od toga najviše otpada na solitarne pčele čiji se doprinos procjenjuje na 51,4 mil. funti, zatim slijedi medonosna pčela s 21,4 mil. funti, bumbari 18,6 mil. funti te osolike muhe (*Syrphidae*) s 0,7 mil. funti (Garatt i sur., 2016).

2.6. Pomološke karakterisitke istraživanih sorata jabuka

2.6.1. ‘Granny Smith’

Ova sorta prema Silbereisenu (1975) pronađena je, kao slučajni sjemenjak, oko sredine 19. st. u vrtu Thomasa Smitha u mjestu Eastwood Tyde kraj Sydneya u Australiji, gdje je navodno taj sjemenjak, za kojeg se pretpostavlja da potječe od francuskih sjemenjaka, prve plodove donio oko 1868. godine. Drahorad (1972, 1976) navodi da je otkrivena u vrtu Marianne Smith u mjestu Paramotte, u brdima sjeverno od Sydneya. Prema Bünemannu (1971), ta je vremešna gospođa prva zapazila dobar okus i sposobnost dugog čuvanja ploda te je sorta po njoj i dobila ime.

To je sorta dulje vegetacije te se ubraja u kasne sorte. Broj dana od pune cvatnje do berbe iznosi 180-200 dana. Plodovi dospijevaju za potrošnju u siječnju pa sve do kraja lipnja (za jabuke skladištene u ULO hladnjačama).

Plod je krupan do vrlo krupan, prosječne mase oko 200 g. Kožica ploda debela je, čvrsta, stajanjem postaje voštana, intenzivno zelene boje, koja, pri vrlo kasnoj berbi i u dospjelih plodova, postaje svjetlije zelena, tj. poput trave. Sortna joj je karakteristika da je kožica na cijeloj površini ploda zelena i gusto punktirana s tipičnim bijelim lenticelama. Meso je ploda zelenkastobijele boje, vrlo čvrsto, grube do srednje grube teksture, jako sočno, vrlo kiselog, ali praznog okusa, jer za tako velik sadržaj kiseline ima premalo šećera. Bez obzira na to, dobro je prihvaćena kod dijela europskih potrošača.

Diploidna je sorta koja cvate srednje rano do srednje kasno, obično 1-3 dana prije 'Golden Deliciousa'. Oploditi je mogu 'Delicious', 'Gloster', 'Spartan', 'Lobo', itd. (Gliha, 1978).

2.6.2. 'Jonagold’

Sorta je dobivena križanjem sorti 'Golden Delicious' i 'Jonathan' u SAD-u. Hibridizacija je izvršena 1943, sjemenjaci su dali prve plodove 1953, a selekcija je završena 1968. godine, kada je i uvedena u proizvodnju. To je zimska sorta koja dozrijeva za berbu 8-

10 dana prije 'Golden Deliciousa', odnosno u približno isto vrijeme kad i 'Jonathan'. Potrošnja joj počinje već nakon berbe pa sve do početka lipnja.

Plodovi su veliki do vrlo veliki (130-217-315 g) većinom pravilnoga, rjeđe nešto asimetričnog, okruglasto-blago spljoštenog oblika. Kožica ploda je srednje tanka i dozrijevanjem ubrzo postane masna. Temeljna joj je boja u vrijeme berbe zelenkastožuta koja dozrijevanjem postaje zasićeno žuta. Na manjoj ili većoj površini ploda prekrivena je živahnom narančastom do plamenocrvenom bojom, koja je u dobro osunčanih plodova gotovo jednolična. Plodovi su vrlo privlačnog izgleda, ne samo po obliku i veličini, nego i po obojenosti. Plodovi 'Jonathana' nisu skloni dobivanju hrđe.

Meso ploda žućkaste je boje, srednje čvrsto, srednje fine teksture, vrlo sočno, slatkasto blago kiselog okusa i srednje izražene ugodne arome koja više podsjeća na 'Jonathan'. Po okusu 'Jonagold' više predstavlja sredinu između roditelja, ali je ipak bliža grupi 'Golden Delicious'.

Srednje dobro podnosi transport, u običnim hladnjačama može se čuvati do polovice veljače, a u ULO hladnjačama do lipnja. Osjetljivost ove sorte na pepelnicu je manja nego u 'Jonathana', a veća nego u sorte 'Golden Delicious'.

Triploidna je sorta koja cvate srednje kasno. Ona ne može oploditi druge sorte, a za nju su dobri oprašivači 'Idared', 'Delicious', 'Gloster', 'Spartan', 'McIntosh', 'Golden Winter Pearmain', 'Cox's Orange', 'James Grieve' i dr. 'Golden Delicious' ne može oploditi 'Jonagold'. Iako bujnog rasta, rano dolazi u rod i, zbog velike krupnoće plodova, početni su prinosi visoki. Rosenberg i Reimann (1977) navode da na podlozi M9 dolazi u početnu punu rodnost u četvrtoj godini i da su joj prinosi 10 % manji nego u 'Golden Delicious' (Gliha, 1978).

2.6.3. ‘Idared’

Uzgojio ju je Leif Verner 1935. g. u SAD-u križanjem sorti 'Jonathan' i 'Wagener', a u proizvodnju je uvedena 1942. g. To je zimska sorta koja dozrijeva za berbu 10-14 dana nakon 'Jonathana', odnosno nekoliko dana nakon 'Golden Deliciousa'. Potrošnja joj počinje u studenom i traje do kraja lipnja.

Plodovi su krupni do vrlo krupni (115-198-367 g), posebno ako se uzgaja na podlogama M 9, M 26 i MM 106. Jako krupni plodovi sa stabala uzgajanih na vegetativnim podlogama slabog rasta prilično variraju po obliku, često su asimetrični, trbušasti i s vrlo uočljivim širokim plosnatim rebrima. Plodovi su krupniji nego u 'Jonathana' i nepravilnijeg oblika. Kožica ploda je deblja i žilavija nego u Jonathana, temeljne žutozelene boje, koja dozrijevanjem prelazi u zelenkastožutu, a na prosječno 80% površine ploda prekriva ju

živahna vinskocrvena boja koja je u dobro obojenih plodova na sunčanoj strani gotovo potpuno jednolična.

Meso je gotovo bijele boje, srednje fine teksture, grublje i manje sočno nego u 'Jonathana', srednje kiselog okusa, s jače izraženom kiselinom nego u 'Jonathana', ali je zbog nižeg sadržaja šećera okus manje skladan i pun. Aroma srednje izražena i nenametljiva. Ova sorta dobro podnosi transport te ima mnogo bolju skladišnu sposobnost nego 'Jonathan'. U običnim hladnjačama na 4°C dobro se čuva do početka travnja, a u ULO hladnjačama do kraja lipnja.

Stablo je nešto bujnijeg rasta nego u 'Jonathana', ali po habitusu krošnje uglavnom se ne razlikuju. Odgovara za vitki vretenasti grm i gustu sadnju. Ima veću otpornost prema pepelnici nego 'Jonathan'.

Diploidna je sorta i cvate srednje rano. Kao sorte oprašivači dobre su: 'Golden Delicious', 'Glockenapfel', 'Maigold', 'James Grieve', 'Spartan', 'McIntosh', 'Cox's Orange' i druge sorte. Rano ulazi u rod te je sklona redovitoj rodnosti. Prorjeđivanje plodova treba umjereno provoditi, jer su preveliki plodovi slabijeg okusa i manje sočni (Gliha, 1978).

2.6.4. ‘Elstar’

Nizozemska sorta dobivena križanjem sorti 'Golden Delicious' i 'Ingrid Marie'. Selekcioner je Instituut voor de Veredeling van Tuinbouwgewassen, Wageningen. Selekcija je završena 1955., a u proizvodnju je uvedena 1972. godine. Zimska je sorta koja se bere 10-ak dana prije 'Golden Deliciousa' (Innerhofer, 1975).

Plodovi su srednje veliki (160-170 g), pravilnog oblika, sličnog 'Golden Deliciousu', i imaju vrlo kratku peteljku. Temeljna boja kožice je žuta, a na do 50% površine ploda prekrivena je privlačnim svijetlim crvenilom.

Meso je žućkastobijele boje, prilično čvrsto, srednje fine teksture, sočno, slatkasto blago kiselog okusa (ima više kiseline nego 'Golden Delicious') s ugodnom aromom. Po okusu nadmašuje oba roditelja te je na više organoleptičkih testova ocijenjena vrlo visokom ocjenom. U klasičnoj hladnjači na 3-4°C može se uspješno čuvati do početka veljače.

Diploidna je sorta, cvate srednje kasno, ali koji dan kasnije od 'Golden Deliciousa'. Dobri oprašivači su joj sljedeće sorte: 'Jonathan', 'Cox's Orange', 'Gloster', 'Spartan', 'Idared', 'Delicious', 'Cortland' i dr. Rano dolazi u rod i daje visoke prinose koji se mogu usporediti s 'Golden Deliciousom' (Gliha, 1978).

2.6.5. Podloga M9

Podloga M9 je najslabije bujnosti i kod nas najraširenija podloga. Na njoj cijepljene sorte jabuka prorode već u drugoj ili trećoj godini od sadnje, a plodovi su veći i nešto malo ranije dozrijevaju. Pogodna je za uzgoj vitkog vretenastog grma u sistemu guste sadnje. Ima plitak, slabo razvijen i krhak korijen pa stabla nisu dovoljno učvršćena u tlu te zahtijevaju obveznu upotrebu armature kao potpore.

Dobro se prilagođava na različita tla, ali se najbolji uspjeh postiže na dubokim, lakšim, dobro dreniranim i humusom bogatim tlima. Pozitivno utječe na rodnost, veličinu i obojenost plodova, koji dozrijevaju otprilike 8 dana ranije nego na bujnim podlogama. Prikladna je za bujne i srednje bujne sorte (Gliha, 1978).

2.7. Klimatske prilike na području grada Petrinje

Područje Petrinje, koje je dio Sisačko-moslavačke županije, ima umjereno toplu vlažnu klimu s toplim ljetom, uz dosta ravnomjerno raspoređenu količinu padalina tijekom godine. Srednje siječanjske temperature zraka kreću se između -2 i 0°C, a srpanjske od 18 do 22°C (smz.hr). Područje je bogato šumama i brežuljcima na kojima vladaju povoljni uvjeti za uzgoj raznolikog voća, a prevlada uzgoj jabuka i šljiva. Iz tablice 2. možemo iščitati neke od klimatskih vrijednosti koje su nam bitne za uzgoj jabuke. Tako možemo vidjeti da prosječna godišnja količina oborina na području voćnjaka iznosi 905 mm, od čega u razdoblju vegetacije jabuke (travanj-rujan) padne oko 500 mm oborina. Srednja godišnja temperatura zraka iznosi 10,2°C, dok srednja dnevna temperatura zraka u vrijeme cvatnje jabuke (travanj) iznosi 11,5°C. Broj maglovitih dana u vrijeme vegetacije je zanemariv, međutim postoji opasnost od kasnoproljetnog mraza koji je prema svjedočenju vlasnice našeg pokusnog voćnjaka, u proljeće 2016. g. napravio veliku štetu u vrijeme cvatnje. Kako iznosi Miljković (1991) za jabuku najbolje odgovara umjereno kontinentalna klima sa srednjim godišnjim temperaturama od 8 do 12°C, prosjek od oko 600 mm oborina u vegetacijskom periodu, a najviše vlage zahtijeva u svibnju, lipnju i kolovozu.

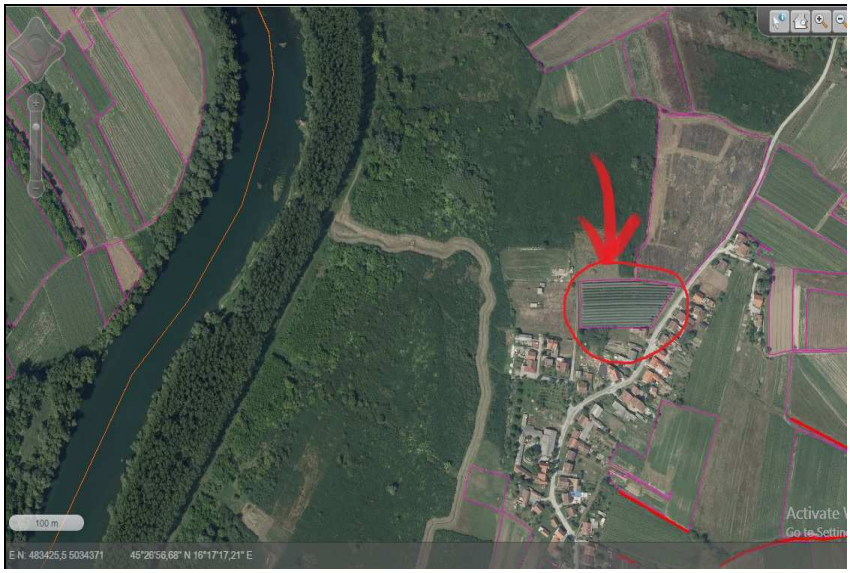
Tablica 2. Srednje mjesečne vrijednosti za Sisak u razdoblju 1949-2015. (Izvor: DHMZ http://klima.hr/klima.php?id=k1&param=srednjak&Grad=sisak)

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
TEMPERATURA ZRAKA												
Srednja (°C)	0,1	2,1	6,6	11,5	16,2	19,7	21,4	20,6	16,2	11,1	6,1	1,6
TRAJANJE OSUNČAVANJA												
Suma (sati)	55,5	86,2	140,5	179,1	234	251,1	290	258,9	183	123,1	61,4	43
OBORINA												
Količina (mm)	56,0	51,3	54,2	72,1	85,8	95,4	79,2	83,4	88,7	75,6	92,0	71,6
BROJ DANA												
S maglom	8	6	3	2	2	1	2	5	9	11	9	9
S kišom	8	7	10	13	13	13	10	10	10	11	12	10
S mrazom	12	11	9	3	0	0	0	0	0	4	7	12
Sa snijegom	7	6	4	1	0	0	0	0	0	0	2	6

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Voćnjak

Istraživanje je provedeno u voćnjaku na OPG Tonjac, koji se nalazi u neposrednoj blizini središta grada Petrinje. Voćnjak se nalazi na 102 m n.v., na 45° 27´ 6˝ sjeverne geografske širine i 16° 17´ 2˝ istočne geografske dužine, na blago nagnutom terenu, 400-tinjak metar udaljen od rijeke Kupe na tipu tla pseudoglej na zaravni (slika 3.1).



Slika 3.1. Satelitska snimka voćnjaka

Izvor: http://preglednik.arkod.hr/

Ukupna površina mu iznosi oko 7000 m^2, podignut je u jesen/proljeće 2002./2003. godine kao gusti nasad razmaka između redova 3,20 m s 1 m razmaka unutar redova što znači da je trenutno u punom rodu. Uzgojni oblik je vitkog vretena što je prikladno za gusti način sadnje te kao takav olakšava obavljanje nekih pomotehničkih mjera, kao što su rezidba i berba.

Voćnjak se nalazi u integriranom sustavu poljoprivredne proizvodnje sa zatravljenim međurednim prostorom te se u njemu svi agrotehnički i pomotehnički zahvati uredno obavljaju. Vlasnik navodi kako se voćnjak gnoji govođim stajskim gnojem svake treće godine u otvorenu brazdu. Od mineralnih se gnojiva koristi NPK 7-20-30 u jesen, KAN u proljeće te jednaku količinu vapna svake godine radi korekcije pH. U voćnjaku se nalaze četiri sorte: 'Granny Smith', 'Idared', 'Jonagold' i 'Elstar' koje su sve nacijepljene na podlogu M9. U voćnjaku još postoji sustav navodnjavanja kap po kap te mreže za obranu od tuče.

3.2. Praćenje meteoroloških podataka

Od meteoroloških podataka, tijekom istraživanja praćeni su: temperatura zraka, relativna vlažnost zraka, smjer i jakost vjetra. Navedeni su parametri dobiveni od Državnog hidrometeorološkog zavoda (mjerna postaja Petrinja).

Jakost vjetra podijeljena je na 3 razine (tablica 3). Slab, umjeren i jak vjetar određeni su srednjim brzinama vjetra u intervalu.

Tablica 3. Jakost vjetra- srednja brzina vjetra u intervalu (Izvor: DHMZ).

Jakost vjetra	
slab=a1	[2 m/s - 5 m/s]
umjeren=a2	[5 m/s - 9.9 m/s]
jak=a3	[> 9.9 m/s]

3.3. Odabir pokusnih stabala

Za potrebe istraživanja bila su odabrana po dva stabla od svake sorte jabuka. Prilikom odabira pokusnih stabala, glavni je kriterij bio da budu što sličnija rastom i brojem otvorenih cvijetova te da budu što bliže jedno drugome kako bi se olakšalo vizualno praćenje i brojanje oprašivača te smanjio gubitak vremena zbog predugog hodanja unutar voćnjaka.

Pokusni se voćnjak sastojao od 16 redova te su se zbog olakšanog praćenja odabrala stabla koja se nalaze pri početku reda, s ulazne strane voćnjaka. Na slici 3.2 prikazan je pokusni voćnjak OPG Tonjac.



Slika 3.2. Pokusni voćnjak (Izvor: Radošević, 2017.)

3.4. Metoda praćenja oprašivača

Nakon odabira stabala na kojima će se vršiti mjerenja i praćenje oprašivača koji posjećuju cvijet jabuke, personaliziranom ljepljivom trakom označena su pokusna stabla (slike 3.3. i 3.4.).



Slika 3.3. Pokusno stablo, sorta Idared
(Izvor: Radošević, 2017.)



Slika 3.4. Pokusno stablo, sorta Granny Smith
(Izvor: Radošević, 2017.)

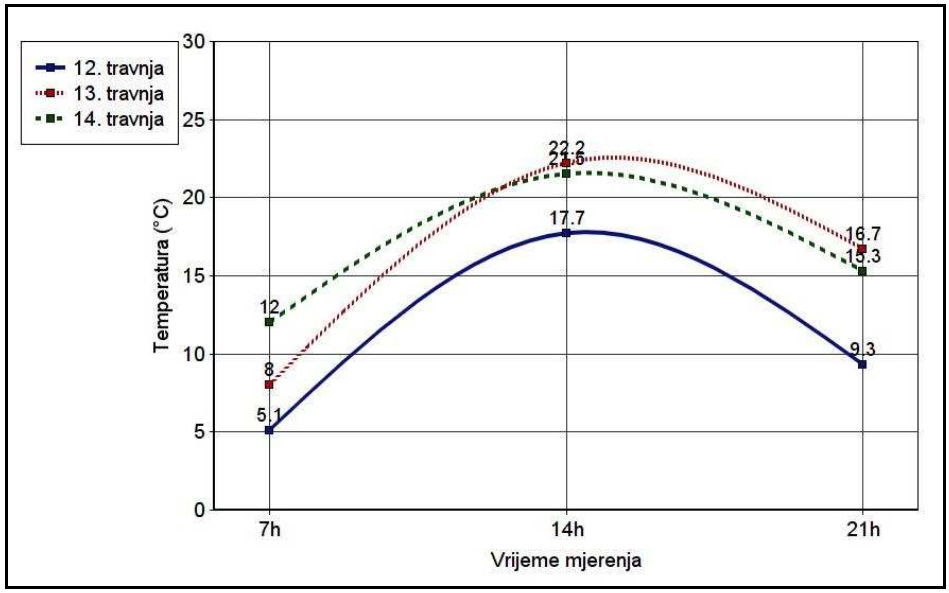
Mjerenja na odabranim stablima bila su provedena tijekom tri dana, od 12. do 14. travnja 2017. Dani za mjerenja odabrani su na temelju vremenske prognoze, budući da se očekivala najveća aktivnost oprašivača za vrijeme suhog, stabilnog i vedrog vremena.

Ukupno je u danu bilo provedeno devet mjerenja i to svakog punog sata od 9:00 do 17:00. Na svakom je pokusnom stablu vizualnom metodom praćenje trajalo približno 5 minuta, tako da je po sorti praćenje trajalo 10-tak minuta, tj. sveukupno 40 minuta na svim sortama.

4. REZULTATI RADA I RASPRAVA

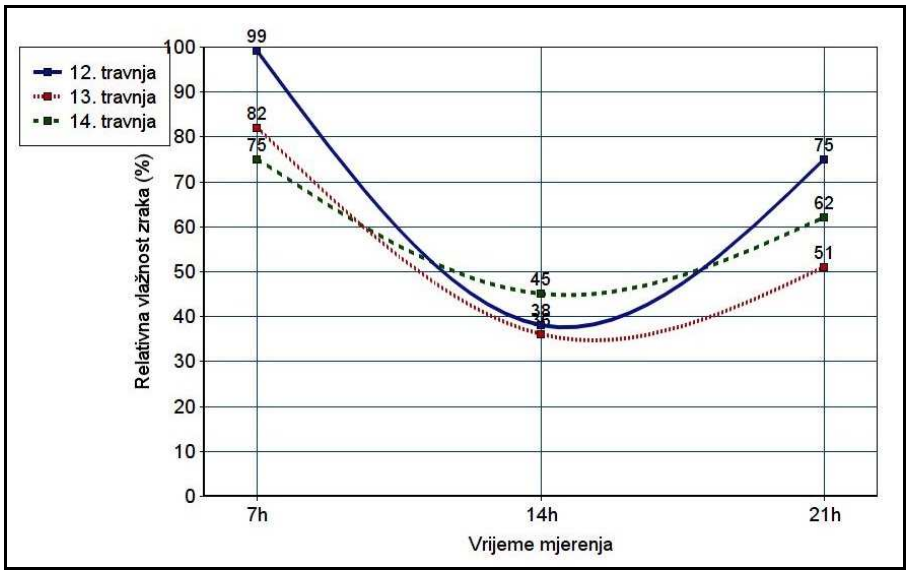
4.1. Meteorološki podatci

Na osnovu dostupnih meteoroloških podataka, dobivenih od strane meteorološke postaje DHMZ-a u Petrinji, može se pratiti kretanja meteoroloških čimbenika za vrijeme istraživanja, i to prema datumu mjerenja. Kretanje temperature zraka bilo je zabilježeno u 7:00, 14:00 i 21:00.



Grafikon 1. Trend kretanja temperature zraka tijekom istraživanja

Prema utvrđenim podatcima, temperatura se u ta tri dana kretala između 5,1 do 23,5°C s dnevnim prosjekom od 14,1°C. Prosječna temperatura nam govori o dovoljnoj količini topline za let medonosne pčele. Kao što je vidljivo i iz grafikona 1, temperatura je najniža bila prvog dana mjerenja (12. travnja) s prohladnim jutrom od 5,1°C izmjerenih u 7:00 te dnevnim prosjekom od 10,4°C.



Grafikon 2. Trend kretanja relativne vlažnosti zraka tijekom istraživanja

Relativna vlažnost zraka u voćnjaku u dane praćenja kretala se u rasponu od 36 do 99%, s prosječnom vlažnosti od 62,6% za sva tri dana mjerenja. Prvog dana ujutro izmjerena je i najveća relativna vlažnost od 99%, što se moglo i zamijetiti po jakoj rosi na travi u voćnjaku. Prema sredini dana, s porastom temperature, relativna se vlažnost zraka smanjivala te ponovno rasla prema zalasku sunca. Najniža izmjerena relativna vlažnost je bila u srijedu 13. travnja u 14:00, kada je bilo izmjereno svega 36%. To je odgovaralo i temperaturi zraka, koja je u isto to vrijeme bila najveća (22,2°C).

Tablica 4. Smjer i jakost vjetra (Izvor: DHMZ)

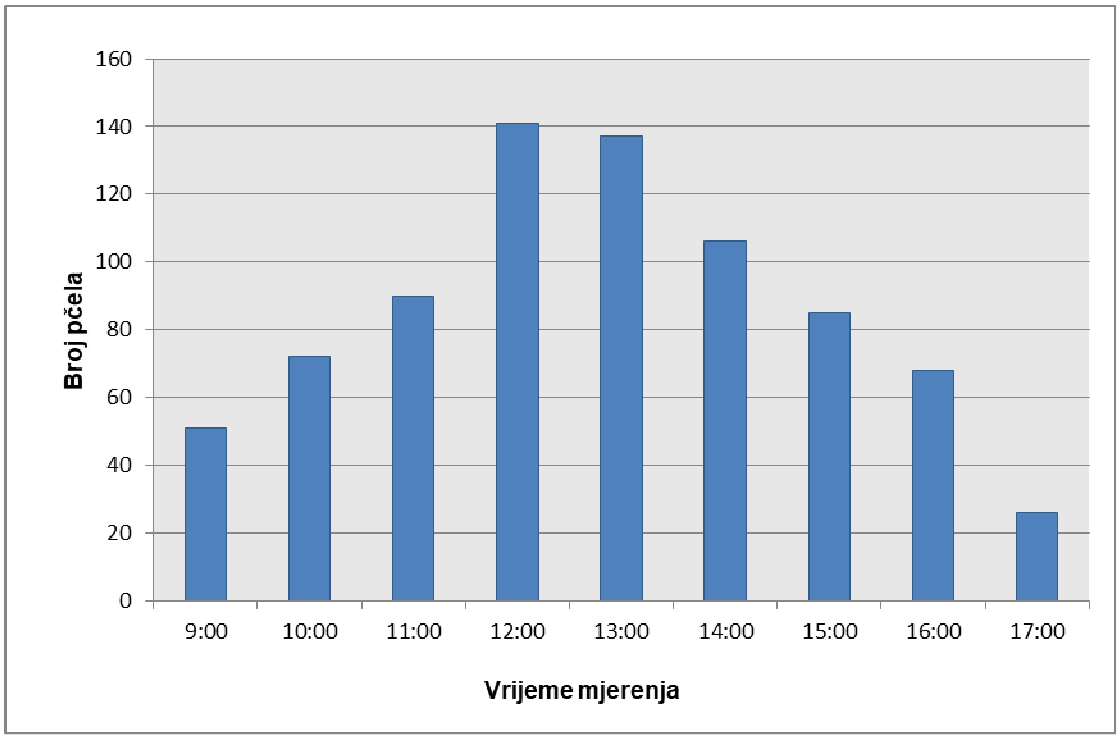
Datum	Smjer i jakost (m/s)			Srednja jakost (m/s)
	7:00	14:00	21:00	
12. travnja.	N 1	NE 2	ESE 1	1,3
13. travnja	NNW 1	E 2	NE 3	2,0
14. travnja	ENE 2	E 2	SE 1	1,7

S obzirom na smjer i jakosti vjetra iz tablice 3. je razvidno da nije bilo vjetrovitijih dana u razdoblju 12.-14. travnja 2017. te da je dominirao istočni i sjeveroistočni vjetar (E i NE). Međutim, drugog (13. travnja), a posebno trećeg (14. travnja) dana praćenja oprašivača, ipak je bio prisutan umjereni i jači vjetar koji je puhao na mahove, dominantno istočnog i sjeveroistočnog smjera, što je imalo utjecaj na brojnost i prisutnost medonosne pčele na cvjetovima jabuke, a isto se može primijetiti i u rezultatima praćenja oprašivačke aktivnosti (grafikon 5, 6 , 7, 8).

4.2. Praćenje oprašivačke aktivnosti

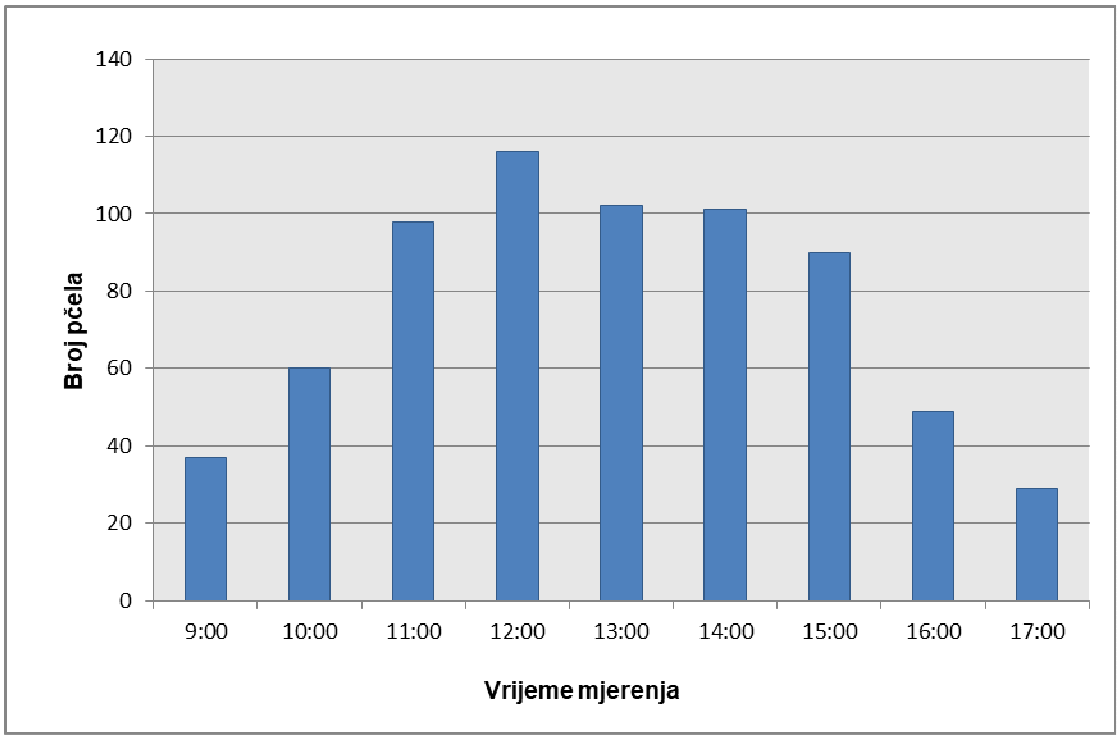
Nakon tri dana praćenja oprašivačke aktivnosti ukupno je provedeno 27 mjerenja na 4 različite sorte jabuka. Ukupan broj utvrđenih oprašivača iznosio je 1 484, od čega je najzastupljenija bila medonosna pčela sa 776 zabilježenih posjeta i solitarne pčele sa 682 posjeta (grafikon 5, 6, 7, 8). Od ostalih oprašivača u znatno su manjem broju bili utvrđeni bumbari – 10 posjeta te leptiri (*Lepidoptera*) sa 16 posjeta.

Na grafikonima 3. i 4. prikazana je distribucija utvrđenog broja medonosne pčele i solitarnih pčela, odnosno njihova učestalost posjećivanja cvijeta jabuke prema satima mjerenja.



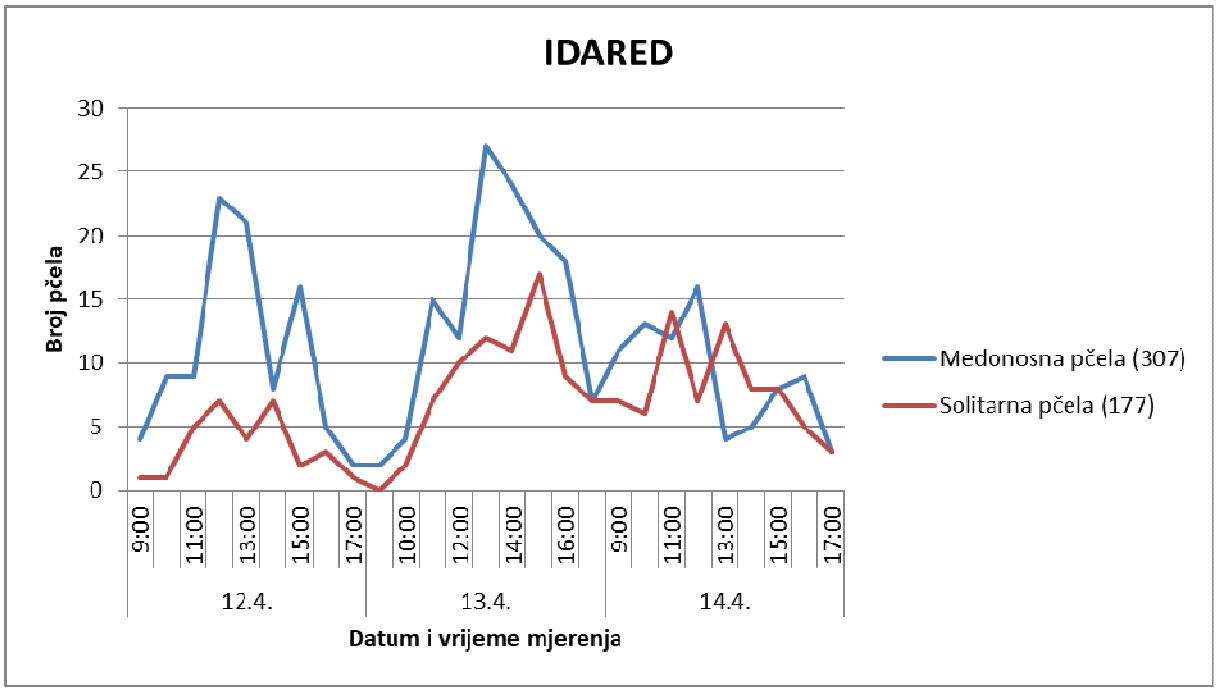
Grafikon 3. Distribucija medonosne pčele u razdoblju od 12. do 14. travnja 2017

Promatrajući broj posjeta medonosne pčele razvidno je da je vrhunac bio utvrđen od 12:00 do 13:00 (grafikon 3). Međutim, kod solitarnih je pčela uočena određena razlika, naime maksimalan je broj bio utvrđen u 12:00, dok je podjednak broj bio zabilježen u 11:00 te u 13:00 i 14:00 (grafikon 4).



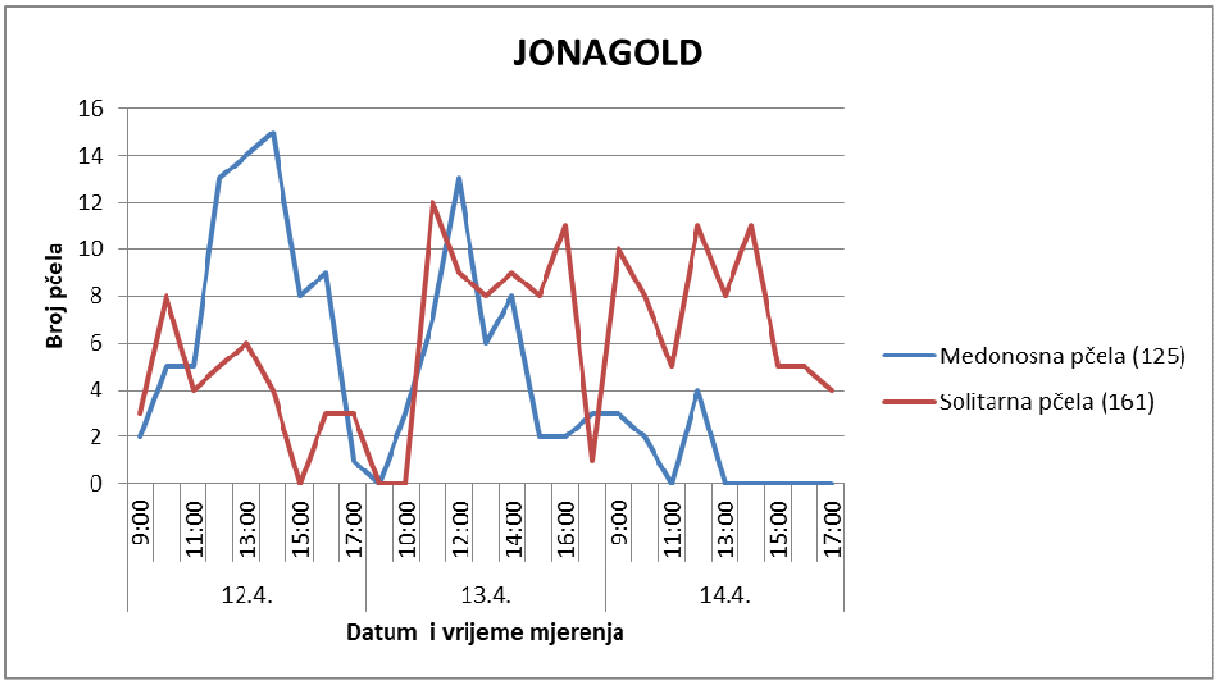
Grafikon 4. Distribucija solitarnih pčela u razdoblju od 12. do 14. travnja 2017

Na osnovu oprašivačke aktivnosti po sortama iz grafikona 5. je razvidno da je kod sorte Idared bio utvrđen veći broj medonosne pčele (307) od solitarnih pčela (177). Medonosna pčela dominirala je svojim posjetima tijekom prva dva dana mjerenja (12. i 13. travnja), gdje se uočava da je njen maksimalni broj iznosio 23 posjeta 12. travnja (12:00), a 13. travnja 27 posjeta (13:00). Povećanje broja jedinki medonosne pčele prema sredini dana odgovaralo je i povećanju vrijednosti temperature zraka u voćnjaku. Vidljiviji pad brojnosti medonosnih pčela bio je zamjećen 14. travnja, gdje je zabilježeno svega 81 posjeta tijekom dana s najvećim brojem posjeta u 12:00 (16 posjeta). S druge pak strane, kod solitarnih je pčela bila utvrđena konstantnija prisutnost tijekom sva tri dana mjerenja, a najviše ih je bilo utvrđeno 13. travnja u 15:00 (17 posjeta).



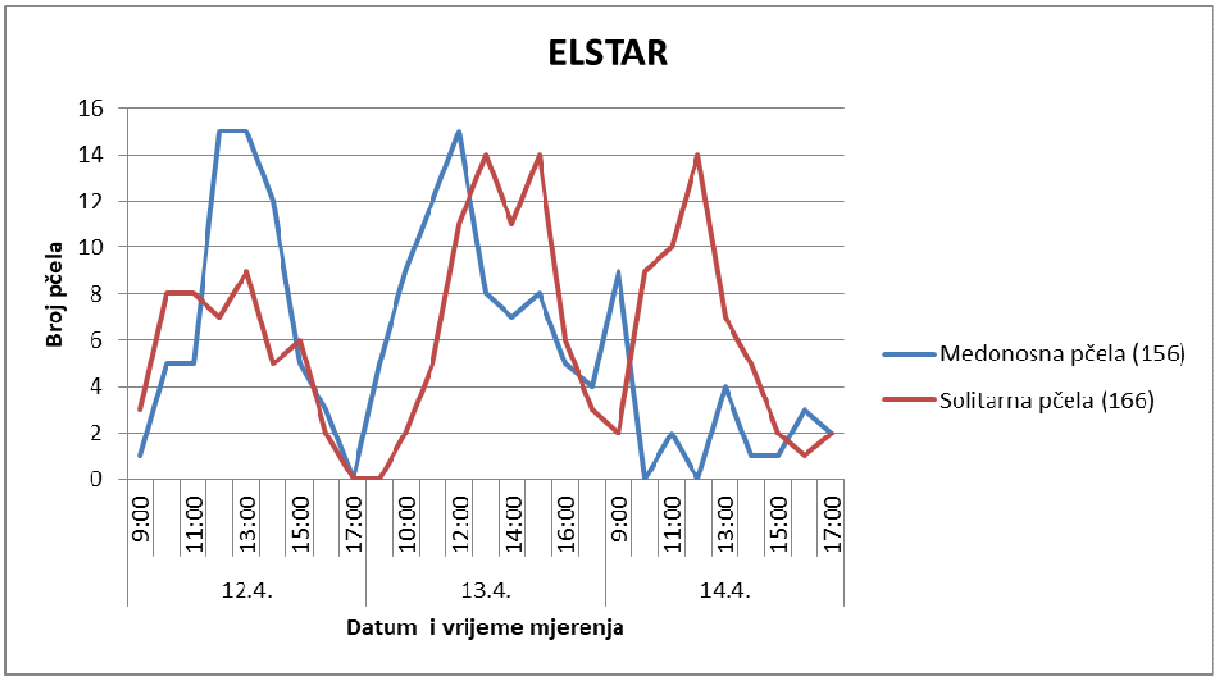
Grafikon 5. Distribucija oprašivača na sorti 'Idared'

Na sorti 'Jonagold', kao što je vidljivo iz grafikona 6., bile su prisutne veće oscilacije u broju posjeta, kako medonosne pčele, tako i solitarnih pčela. Prvoga dana, 12. travnja prevladavale su medonosne pčele, čiji je maksimalni broj bio zabilježen u 14:00 i iznosio je 15 posjeta, dok je u isto vrijeme broj solitarnih pčela bio najmanji (primjerice, u 15:00 toga dana nije bila zabilježena niti jedna solitarna pčela tijekom brojanja). Zatim se njihova brojnost izjednačava 13. travnja s padom medonosnih pčela prema kraju dana te je zadnjega dana prisutnost medonosne pčele gotovo izostala (svega 9 posjeta u cijelome danu). Također je razvidno da je na ovoj sorti bila utvrđena veća prisutnost jedinki solitarnih pčela (161) u odnosu na jedinke medonosne pčele (125).



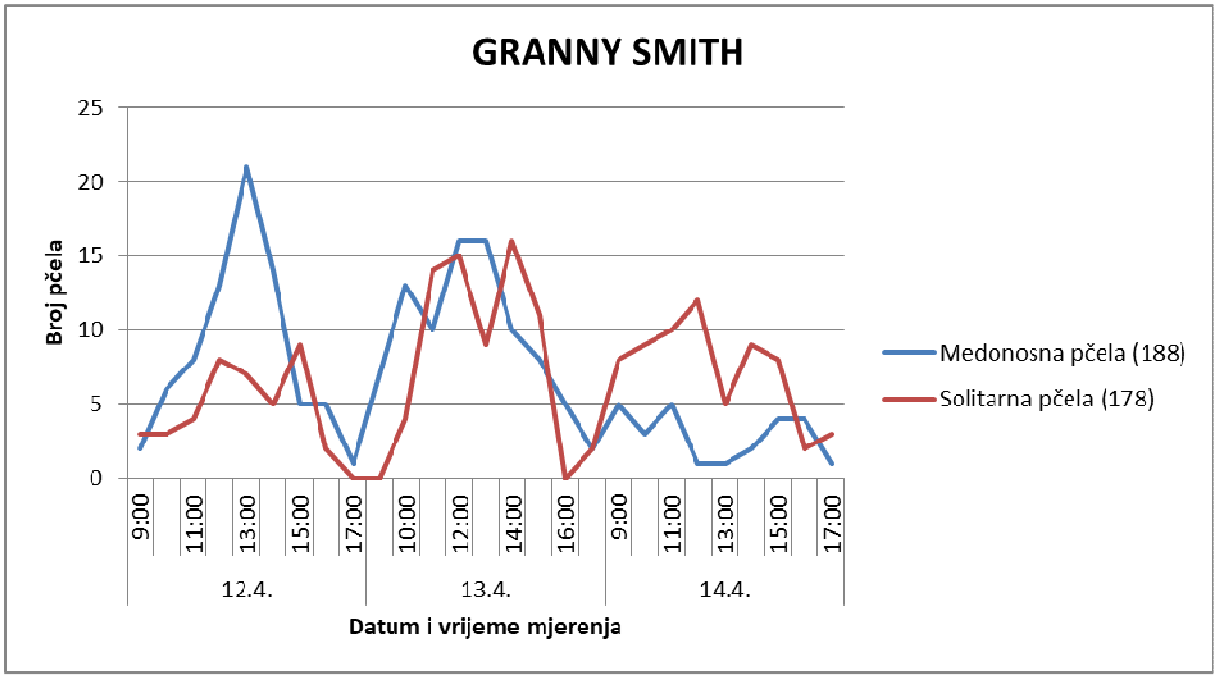
Grafikon 6. Distribucija oprašivača na sorti 'Jonagold'

Kod sorte 'Elstar' (grafikon 7) bila je utvrđena slična distribucija posjeta oprašivača kao i kod sorte 'Jonagold' (grafikon 6). Iako je prvim danom istraživanja dominirala medonosna pčela, drugoga se dana (13. travnja) opet zamijetio pad broja medonosne pčele te rast solitarnih pčela u drugoj polovici dana. Trećeg je dana (14. travnja) bilo utvrđeno samo 22 jedinke medonosnih pčela, te 52 solitarnih pčela. Ukupno je bio utvrđen neznatno veći broj jedinki solitarnih pčela (166) u odnosu na medonosnu pčelu (156).



Grafikon 7. Distribucija oprašivača na sorti 'Elstar'

Velika sličnost u distribuciji oprašivača s prethodnima bila je utvrđena i kod sorte 'Granny Smith' (grafikon 8). Najveću sličnost vidimo sa sortom 'Elstar'. Najveći broj jedinki medonosnih pčela kod 'Granny Smith' bio je utvrđen 12. travnja u 13:00 (21 posjet), a osjetan je pad također bio tijekom zadnjeg dana praćenja (14. travnja), u kojemu je zabilježeno svega 26 posjeta. U ukupnom je broju bio utvrđen neznatno veći broj jedinki medonosne pčele (188) naspram jedinki solitarnih pčela (178).



Grafikon 8. Distribucija oprašivača na sorti 'Granny Smith'

Iako su u pregledu literature navedeni kao značajniji oprašivači jabuke, bumbari (*Bombus spp*.) nisu bili zamijećeni u većem broju u pokusnom voćnjaku te je ukupno bilo utvrđeno svega 10 posjeta na svim pokusnim sortama. Razlog tomu ne možemo sa sigurnošću odrediti. Bumbari su bili prisutni u voćnjaku u vrijeme istraživanja, ali su se većinom zadržavali niže u travi, gdje su cvale neke livadne vrste, kao što je maslačak (*Taraxacum officinale* L.) i dr. Prema usmenom priopćenju vlasnika voćnjaka, njihova je brojnost na jabukama bila najveća pri samom početku cvatnje, prvih par dana od otvaranja prvih cvjetova.

Finta (2004) u svom radu promatra intenzitet posjećivanja oprašivača na nekoliko sorata jabuka. Pa tako navodi da se sorta 'Jonagold' odlikuje obilnim izlučivanjem nektara što ima za posljedicu povećani intenzitet posjećenosti oprašivačima u usporedbi s nekim drugim sortama. Za sortu 'Elstar' se također spominje kako je bila dobro posjećena medonosnom pčelom jer spada u grupu sorata koje izlučuju nektar s visokim relativnim koncentracijama šećera te je prosječno bila posjećena s 21-24 oprašivača na 100 cvjetova u razdoblju od 20

minuta brojanja. S druge strane, sorta 'Granny Smith' je bila slabije posjećivana oprašivačima jer spada u grupu sorata s nižom količinom izlučivanog nektara s promjenjivim koncentracijama šećera. Isto tako, u radu je zamijećeno da je variranje intenziteta posjećenosti oprašivačima na promatranim sortama bilo izraženije ujutro nego poslijepodne. Uz medonosnu pčelu, od ostalih oprašivača najzastupljenije su bile solitarne pčele (Apoidea spp.) s udjelom od 90-95% u populaciji ostalih oprašivača.

Mladenović i sur. (2001) u svome radu proučavali su oprašivanje sorata 'Idared', 'Gloster' i 'Jonagold'. U blizini ispitivanog voćnjaka nalazio se i pčelinjak tako da je u ukupnom omjeru oprašivača medonosna pčela sudjelovala sa 82,9 %, a od ostalih oprašivača solitarne pčele 7,5 % te bumbari 5,9 %. Stabla u voćnjaku udaljenija od pčelinjaka bila su manje posjećivana medonosnom, a povećavao se udio solitarnih pčela. Za sortu 'Idared' se navodi kako je bila najposjećenija medonosnom pčelom od svih ispitivanih, a sorta 'Jonagold' najslabije posjećena, što je u skladu s rezultatima dobivenim u ovome radu.

5. ZAKLJUČAK

Ovim je istraživanjem bio utvrđen udio pojedinih oprašivača koji posjećuju jabuku u vrijeme njene cvatnje čime se željela dokazati njihova važnost u oprašivanju.

Praćenjem aktivnosti oprašivača utvrđen je gotovo podjednak broj jedinki medonosne pčele (776) i jedinki solitarnih pčela (682), s odstupanjima u omjerima ovisno o sorti, dobu dana te vremenskim uvjetima toga dana (temperatura zraka, jačina vjetra).

S obzirom na istraživane sorte, utvrđeno je da je medonosnom pčelom najposjećenija bila sorta Idared, na kojoj je bilo utvrđeno 307 posjeta, dok je najslabije bila posjećena sorta Jonagold sa 125 posjeta.

Utvrđena posjeta solitarnih pčela na svim sortama bila je ujednačena.

Primjećeno je da je u uvjetima niže temperature zraka i prisutnosti vjetra, brojnost medonosne pčele bila znatno niža, dok kod solitarnih pčela to nije bio slučaj.

Za donošenje konkretnijih zaključaka o razlikama u atraktivnosti jabuke potrebno je provesti istraživanja dodatnih parametara vezanih za sortiment (fenologija cvatnje, količina izlučenog nektara, koncentracija šećera).

6. POPIS LITERATURE

1. Adamič F. (1980). Ekološke in ekonomske osnove rajonizacije v Sloveniji. Sodobno kmetijstvo, št. 4,5 i 6, Ljubljana.
2. Benedek P. (1996). Insect pollination of fruit crops. In: Nyeki J.; Soltesz M. (eds.), Floral biology of temperate fruit trees and small fruits, Akad. Kiado, Budapest, 287-340.
3. Benedek P., Nyeki J. (1996). Pollinating efficiency of honeybees on apple cultivars as affected by their flower characteristics. Horticultural Science, 28 (1-2): 40-47.
4. Breeze T. D., Bailey A. P., Balcombe K. G., Potts S. G. (2011). Pollination services in the UK: How important are honeybees?. Agricultural Ecosystems & Environment, 142 (3): 137-143.
5. Brittain W. H. (1933) .Apple pollination studies in the Annapolis Valley, Nova Scotia. Canadian Department of Agriculture Bulletin, New Series 162: 1-198.
6. Brown S. (2012). Apple. In M.L. Badenes & D. H. Byrne, eds.,. *Fruit breedeing*. (329-367), Springer Science & Business Media, Berlin.
7. Bünemann G. (1971). Granny Smith aus verschiedenen Herkünften. Obstbau/Weinbau, Südtirol.
8. Delaplane K. S., Mayer D. F. (2000). Crop pollination by bees. New York, NY, CABI Publishing.
9. Drahorad W. (1972). Interessante anche per l'Italina la nuova varieta di melo Granny Smith?. Frutticoltura.
10. Drahorad W. (1976). Granny Smith. Obstbau/Weinbau, Südtirol.
11. Elzebroek A. T. G., Wind K. (2008). Guide to cultivated plants. Wallingford, UK, CAB International.
12. Finta K. (2004). Insect Pollination of Apple Orchards. PhD Dissertation, University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Science.
13. Földesi R., Kovács-Hostyánszki A., Kőrösi A., Somay L., Elek Z., Marko V., Sárospataki M., Bakos R., Varga A., Nyisztor K. i Báldi A. (2016). Relationships between wild bees, hoverflies and pollination success in apple orchards with different landscape contexts. Agricultural and Forest Entomology, 18: 68-75.
14. Free J. B. (1968). Dandelion as a competitor to fruit trees for bee visits“, Journal of Applied Ecology, 5: 169-178.

15. Free J. B. (1993). Insect pollination of crops. Second edition, University of Wales, Cardiff, Academic Press, London.
16. Garatt M. P. D., Breeze T. D., Boreux V., Fountain M. T., McKerchar M., Webber S. M., Coston D. J., Jenner N., Dean R., Westbury D. B., Biesmeijer J. C., Potts S. G. (2016). Apple Pollination: Demand Depends on Variety and Supply Depends on Pollinator Identity. PloS one, 11 (5).
17. Garibaldi L. A., Steffan-Dewenter I., Winfree R., Aizen M. A., Bommarco R., Cunningham S. A., Kremen C., Carvalheiro L. G., Harder L. D., Afik O., Bartomeus I., Benjamin F., Boreux V., Cariveau D., Chacoff N. P., Dudenhöffer J. H., Freitas B. M., Ghazoul J., Greenleaf S., Hipolito J., Holzschuh A., Howlett B., Isaacs R., Javorek S. K., Kennedy C. M., Krewenka K. M., Krishnan S., Mandelik Y., Mayfield M. M., Motzke I., Munyuli T., Nault B. A., Otieno M., Petersen J., Pisanty G., Potts S. G., Rader R., Ricketts T. H., Rundlöf M., Seymour C. L., Schüepp C., Szentgyörgyi H., Taki H., Tscharntke T., Vergara C. H., Viana B. F., Wanger T. C., Westphal C., Williams N. I., Klein A. M. (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. Science, 339 (6127): 1608-1611.
18. Gliha R. (1978). Sorte jabuka u suvremenoj proizvodnji. Radničko Sveučilište „Moša Pijade“, Zagreb.
19. Hancock J. F., Luby J. J., Brown S. K., Lobos G. A. (2008). Apples. In J. F. Hancock, ed. .*Temperate fruit crop breeding: germplasm to genomics.* (1-37), Springer Science & Bussiness Media, Berlin.
20. Harris S. A., Robinson J. P., Juniper B. E. (2002). Genetic clues to the origin of the apple. TRENDS in Genetics, 18(8): 426-430.
21. Hokanson S. C., McFerson J. R., Forsline P. L., Lamboy W. F., Luby J. J., Djangaliev A. D. i Aldwinckle H. S. (1997). Collecting and managing wild *Malus* germplasm in its center of diversity. Horticultural Science, 32 (2): 173-176.
22. Innerhofer L. (1975). Sortenversuche in Holland. Obstbau/Weinbau, Südtirol.
23. Javorek S. K., Mackenzie K. E., Vander Kloet S. P. (2002). Comparative pollination effectiveness among bees (Hymenoptera: Apoidea) on lowbush blueberry (Ericaceae: *Vaccinium angustifolium*). Annals of the Entomological Society of America, 95 (3): 345-351.
24. Khan R. M., Khan M. R. (2004). The Role of Honey Bees *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) in Pollination of Apple. Pakistan Journal of Biological Sciences 7 (3): 359-362.

25. King G. J., Alston F. H., Battle I., Chevreau E., Gessler C., Janse J., Lindhout P., Manganaris A. G., Sansavini S., Schmidt H., Tobutt K. (1991). The European apple genome mapping project – developing a strategy for mapping genes coding for agronomic characters in tree species. Euphytica, 56 (1): 89-94.
26. Klein A. M., Vaissiere B. E., Cane J. H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S. A., Kremen C. i Tscharntke T.(2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 274: 303-313.
27. Krpina I. (2004). Voćarstvo. Nakladni Zavod Globus, Zagreb.
28. Laktić Z., Šekulja D. (2008). Suvremeno pčelarstvo. Nakladni zavod Globus, Zagreb.
29. Lautenbach S., Seppelt R., Liebscher J., Dormann C. F. (2012). Spatial and Temporal Trends of Global Pollination Benefit. PloS one 7 (4): 1-16.
30. Miljković I. (1991). Suvremeno voćarstvo. Nakladni Zavod Znanje, Zagreb.
31. Mladenović M., Nedić N. i Knežević S. (2001). The frequency of honey bees and other pollinators in the pollination of some apple varieties. Proc. 37th Int. Apic. Congr., 28 Oct – 1 Nov 2001, Durban, South Africa.
32. Morse R. A., Calderone N. W. (2000). The Value of Honey Bees as Pollinators of U.S. Crops in 2000. Cornell University, Ithaca – New York.
33. Papademetriou M. K., Herath E. M., George A. P., Dorji P., Zailong L. (1999). Deciduous fruit production in Asia and the pacific. RAP Publication (FAO) Eng No. 1999/10.
34. Richards K. W., Kevan P. G. (2002). Aspects of bee biodiversity, crop pollination, and conservation in Canada. u Kevan P. i Imperatriz Fonseca VL eds. Pollinating bees – The conservation link between agriculture and nature. Ministry of Environment, Brasilia, 77-94.
35. Rosenberg A., Reimann N. (1977). Jonagold – neue Sorte ohne Probleme?. Obst und Garten, Stuttgart.
36. Savić I., Ćerimagić H. (1991). Pčelarstvo. Niro „Zadrugar“, Sarajevo.
37. Sheffield C. S., Ngo H. T., Azzu N. (2016). A Manual on Apple Pollination. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
38. Silbereisen R. (1975). Apfelsorten. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
39. Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2015., str. 282-283, Državni Zavod za Statistiku. (dostupno na: http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2015/sljh2015.pdf)

40. Ševar M., Vukov Z. (2005). Upoznajmo korisne kukce, očuvajmo biološku ravnotežu – božje ovčice (bubamare), zlatooka, uholaža, štriga, škarica ili kusokrilac, solitarne pčele – dobri oprašivači voćaka. HZPSS, Zagreb.
41. Thorp, R.W. (2003). Bumble bees (Hymenoptera: Apidae): commercial use and environmental concerns. p. 21-40 u K. Strickler i J.H. Cane. For nonnative crops, whence pollinators of the future?. Lanham, Maryland, Entomological Society of America.
42. US International Trade Commission (2011). China's agricultural trade: competitive conditions and effects on US exports. USITC Publication, 4219.
43. US Internationl Trade Commission (2010). Apples. Industry and Trade Summary, Office of Industries Publication, ITS-04. (dostupno na: http://www.usitc.gov/publications/332/its_4.pdf)
44. Van Heemert C., De Ruijter A., Van den Eijnde J. i Van der Steen J. (1990). Year-round production of bumble bee colonies for crop pollination. Bee World, 71 (2): 54-56.
45. Velasco R., Zharkikh A., Affourtit J., Dhingra A., Cestaro A., Kalyanaraman A., Fontana P., Bhatnagar S.K., Troggio M., Pruss D., Salvi S., Pindo M., Baldi P., Castelletti S., Cavaiuolo M., Coppola G., Costa F., Cova V., Dal Ri A., Goremykin V., Komjanc V., Longhi S., Magnago P., Malacarne G., Malnoy M., Micheletti D., Moretto M.,Perazzolli M., Si-Ammour A., Vezzulli S., Zini E., Eldredge G., Fitzgerald L. M., Gutin N., Lanchbury J., Macalma T., Mitchell J. T., Reid J., Wardell B., Kodira C., Chen Z., Desany B., Niazi F., Palmer M., Koepke T., Jiwan D., Schaeffer S., Krishnan V., Wu C., Chu V. T., King S. T., Vick J., Tao Q., Mraz A., Stormo A., Stormo K., Bogden R., Ederle D., Stella A., Vecchietti A., Kater M. M., Masiero S., Lasserre P., Lespinasse Y., Allan A. C., Bus V., Chagné D., Crowhurst R. N., Gleave A. P., Lavezzo E., Fawcett J. A., Proost S., Rouzé P., Sterck L., Toppo S., Lazzari B., Hellens R. P., Durel C. E., Gutin A., Bumgarner R. E., Gardiner S. E., Skolnick M., Egholm M., Van de Peer Y., Salamini F., Viola R. (2010). The genome of the domesticated apple (*Malus x domestica* Borkh.). Nature Genetics, 42(10): 833-839.
46. Williams P. H., Thorp R. W., Richardson L. L., Colla S. R. (2014). Bumble Bees of North America: An Identification Guide. Princeton University Press.

Popis korištenih poveznica:

<http://klima.hr/klima.php?id=k1&param=srednjak&Grad=sisak> (pristupljeno 3.2.2017.)
<http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2015/sljh2015.pdf> (pristupljeno 31.1.2017.)
Hrvatsko tržište jabuka - <http://hcpm.agr.hr/docs/hrjabuka.pdf> (pristupljeno 3.2.2017.)
<http://www.obere-altmuehl.de/upmedia/oba-bluetenaufbau.jpg> (pristupljeno 27.1.2017.)
<http://tlo-i-biljka.eu/iBaza/Pedo_HR/index.html> (pristupljeno 7.2.2017.)
<http://www.smz.hr/site/images/stories/okolis/12/2007-2010.pdf> (pristupljeno 7.2.2017.)
<http://preglednik.arkod.hr/> (pristupljeno 18.5.2017.)
<http://www.pse.pbf.hr/hrvatski/zumbar/bumbari.html> (pristupljeno 26.7.2017.)
<http://www.zeleni-list.net/tekstovi/130/bumbari-iz-like-vrijedni-oprasivaci/> (pristupljeno 26.7.2017.)
<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (pristupljeno 26.7.2017.)

ŽIVOTOPIS

Vid Radošević rođen je 7. lipnja 1992. godine u Zagrebu. Nakon završetka Elektrotehničke srednje škole u Zagrebu, spletom okolnosti otkriva interes za agronomijom te 2011. godine upisuje Agronomski fakultet u Zagrebu. Aktivno se bavio sportom, kajakom na mirnim vodama kojim se danas rekreativno bavi, zaljubljenik je u prirodu i zemlju s posebnim interesom za ekološku poljoprivredu. Često putuje biciklom istražujući prirodu i nove krajeve. Od stranih jezika aktivno se služi engleskim u govoru i pismu te osrednje njemačkim jezikom.