

Dinamika populacije octene mušice ploda (*Drosophila suzukii*) u voćnjacima na području Zagreba

Brlić Puškarić, Irena

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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:204:056250>

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

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



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**DINAMIKA POPULACIJE OCTENE MUŠICE
PLODA (*Drosophila suzukii*) U VOĆNJACIMA NA
PODRUČJU ZAGREBA**

DIPLOMSKI RAD

Irena Brlić Puškarić

Zagreb, srpanj, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Fitomedicina

**DINAMIKA POPULACIJE OCTENE MUŠICE
PLODA (*Drosophila suzukii*) U VOĆNJACIMA NA
PODRUČJU ZAGREBA**

DIPLOMSKI RAD

Irena Brlić Puškarić

Mentor: doc. dr. sc. Ivana Pajač Živković

Zagreb, srpanj, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Irena Brlić Puškarić**, JMBAG 0066217995, rođena dana 09.05.1992. u Splitu,
izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

**DINAMIKA POPULACIJE OCTENE MUŠICE PLODA (*Drosophila suzukii*) U
VOĆNJACIMA NA PODRUČJU ZAGREBA**

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Irene Brlić Puškarić**, JMBAG 0066217995, naslova

**DINAMIKA POPULACIJE OCTENE MUŠICE PLODA (*Drosophila suzukii*) U
VOĆNJACIMA NA PODRUČJU ZAGREBA**

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Doc. dr. sc. Ivana Pajač Živković mentor

2. Prof. dr. sc. Božena Barić član

3. Prof. dr. sc. Boris Duralija član

Zahvala

Ovime zahvaljujem ...

...suprugu Domagoju na nepresušnoj podršci i smijehu tijekom svih godina studija ...

...roditeljima Jadranki i Mislavu na veselju u sretnim i hrabrenju u teškim trenucima ...

...sestri Jeleni na razumijevanju ispitnih poteškoća i podijeli kućanskih obaveza.

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Cilj istraživanja	2
2. Pregled literature	3
2.1. Sistematska pripadnost vrste <i>Drosophila suzukii</i> (Matsumura, 1931)	3
2.2. Porijeklo vrste <i>D. suzukii</i> i prirodno područje rasprostranjenosti	3
2.3. Morfologija, biologija i ekologija vrste <i>D. suzukii</i>	3
2.3.1. Morfologija vrste <i>D. suzukii</i>	3
2.1.1. Biologija vrste <i>D. suzukii</i>	5
2.1.2. Ekologija vrste <i>D. suzukii</i>	6
2.2. Biljke domaćini štetnika	7
2.3. Štetnost vrste <i>D. suzukii</i>	9
2.3.1. Ekonomski gubici	9
2.4. Širenje vrste na području Europe	10
2.5. Širenje vrste na području Republike Hrvatske	12
2.6. Metode praćenja vrste <i>D. suzukii</i>	13
2.7. Mjere suzbijanja vrste	14
2.7.1. Biološke mjere	14
2.7.2. Biotehničke mjere	15
2.7.3. Mehaničke mjere	15
2.7.4. Kemijske mjere	15
3. Materijali i metode	15
3.1. Područje istraživanja	17
3.2. Meteorološke prilike na području istraživanja	17
3.2.1. Temperature zraka	19
3.2.2. Oborine	19
3.3. Praćenje vrste <i>D. suzukii</i>	20
3.4. Determinacija uzoraka	20
4. Rezultati	21
4.1. Dinamika ulova i brojnost vrste u voćnjaku Jelenovac	24
4.2. Dinamika ulova i brojnost vrste u voćnjaku Maksimir	24
4.3. Dinamika ulova i brojnost vrste u voćnjaku Zelenjak	25
4.4. Utjecaj klimatskih obilježja na dinamiku ulova vrste <i>D. suzukii</i> u voćnjacima grada Zagreba.....	28
5. Rasprava	30
6. Zaključak	33
7. Popis literature	34
Životopis	38

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Irene Brlić Puškarić**, naslova

DINAMIKA POPULACIJE OCTENE MUŠICE PLODA (*Drosophila suzukii*) U VOĆNJACIMA NA PODRUČJU ZAGREBA

Octena mušica ploda, *D. suzukii*, invazivna je polifagna vrsta iz porodice Drosophilidae. Ovim istraživanjem praćena je dinamika populacije *D. suzukii* u tri voćnjaka na području Zagreba (Maksimir, Jelenovac, Zelenjak) u razdoblju od 20. ožujka do 27. studenog 2017. godine. Za ulov mušica korištene su hranidbene lovke s jabučnim octom. Let je započeo u razdoblju od 27. lipnja do 11. srpnja te je trajao do 27. studenog. Ukupno je ulovljeno 874 jedinki; u Jelenovcu 187, u Maksimiru 232, a u Zelenjaku 455. Od rujna do studenog zabilježen je kontinuirani let i veliki rast broja ulovljenih mušica zbog čega se pretpostavlja prisutnost više generacija koje se preklapaju. Osim biljaka domaćina, razvoju štetnika na ovom području pogoduju i klimatski uvjeti. Prisutna populacija u gradu Zagrebu predstavlja opasnost za proizvođače voća u okolini Zagreba. Rezultati ovog istraživanja prilog su boljem poznavanju populacije i rasprostranjenosti štetnika na ovom području.

Ključne riječi: broj generacija, dinamika ulova, *Drosophila suzukii*, invazivna vrsta, octena mušica ploda

Summary

Of the master's thesis – student **Irena Brlić Puškarić**, entitled

THE DYNAMICS OF THE POPULATION OF SPOTTED WING DROSOPHILA (*Drosophila suzukii*) IN ORCHARDS IN THE ZAGREB AREA

The invasive species of *Drosophila suzukii*, the spotted wing drosophila of the Drosophilidae family is an invasive polyphagous species. In this research the dynamics of the population of *D. suzukii* was followed in three orchards in Zagreb (Maksimir, Jelenovac, Zelenjak) in the period from March 20 to November 27 2017. Feeding traps with apple vinegar were used for catching *D. suzukii*. The flight began in the period from 27 June to 11 July and lasted until November 27. The total number of catches was 874; in Jelenovac 187, in Maksimir 232 and in Zelenjak 455. From September to November there was a continuous flight and a large increase in the number of caught flies, from which presume the presence of more overlapping generations. Beside the host plants, the development of the pest in this area is also enabled by suitable climatic conditions. The present population in the city of Zagreb poses a danger to fruit producers in the vicinity of Zagreb. The results of this research are a contribution to better understanding of the population and the spread of the pest in this area.

Keywords: *Drosophila suzukii*, capture dynamics, invasive species, number of generations, spotted wing drosophila

1. Uvod

Octena mušica ploda, *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931), u posljednjih deset godina postala je invazivni štetnik na tri kontinenta, Južnoj i Sjevernoj Americi i Europi (Zerulla i sur. 2015.). Porijeklom iz istočne Azije (Kanzawa 1939. cit. Asplen i sur. 2015.), na nova područja proširila se prekooceanskim i cestovnom međunarodnom trgovinom (Klick i sur. 2016.). Njezina prilagođenost različitim klimatskim uvjetima i širok krug domaćina omogućio je opstanak i širenje vrste na novim područjima (Zerulla i sur. 2015.). U Europi je prvi put zabilježena 2008. godine na području Francuske, Italije i Španjolske (Calabria i sur. 2012.), a u Republici Hrvatskoj 2010. godine (Masten Milek i sur. 2011.). Do 2014. godine vrsta je utvrđena na području 25 od ukupno 44 zemlje Europe.

Za razliku od ostalih muha porodice Drosophilidae, *D. suzukii* može uzrokovati štete na plodovima koji su u fazi dozrijevanja. U takve plodove ženke odlažu jaja pomoću sklerotizirane, nazubljene leglice. Kasnija ishrana ličinki, kojih može biti nekoliko desetaka u jednom plodu, dovodi do propadanja ploda. Takve štete uzrokuju ekonomske gubitke u nasadima jagodastih i koštićavih voćaka (Pajač i Barić 2010.).

U Hrvatskoj su ekonomske štete od ove vrste zabilježene 2016. godine (Mešić i sur. 2017. cit. Pajač Živković i sur. 2016.), a u ostalim europskim zemljama ekonomski gubitci do sada su zabilježeni u Italiji, Francuskoj, Španjolskoj (Asplen i sur. 2015.) i Švicarskoj (Mazzi i sur. 2017.).

Niti jedna zemlja u kojoj je vrsta *D. suzukii* postala štetnikom, za sada nije razvila potpun i uspješan program zaštite. Nepostojanje prirodnih neprijatelja na novim područjima rasprostranjenosti vrste čini njezino širenje još uspješnijim (Klick i sur. 2016.). Zbog izrazite polifagnosti, štetnik se tijekom vegetacijske sezone uzgoja voćnih vrsta razvija na kultiviranim biljkama, dok mu sklonište i alternativni izvor hrane kasnije tijekom godine pružaju brojne samonikle biljne vrste (Poyet i sur. 2015.). Voćnjaci u sklopu okućnica mogu biti stalan izvor hrane i skloništa, pogotovo jer se u njima rijetko provodi bilo kakav oblik zaštite (Walsh i sur. 2011.).

Iako je vrsta proširena na području Hrvatske, njezina prisutnost i dinamika leta na području Zagrebačke županije i grada Zagreba slabo su ili nikako istraživane. Takvim istraživanjima doprinijelo bi se boljem poznavanju populacije i rasprostranjenosti štetnika u voćnjacima na spomenutim područjima. Zbog povoljnih klimatskih uvjeta i širokog kruga domaćina pretpostavlja se da je štetnik prisutan te da razvija nekoliko generacija godišnje.

Prisutnost vrste u gradu može dovesti do gubitaka u ekstenzivnoj voćarskoj proizvodnji, a grad Zagreb također može postati žarište za daljnje širenje vrste na područja s intenzivnom voćarskom proizvodnjom na području Zagrebačke županije.

1.1. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je utvrditi prisutnost octene mušice ploda na području grada Zagreba te utvrditi dinamiku leta štetnika tijekom vegetacijske sezone pomoću hranidbenih lovki na bazi jabučnog octa u voćnjacima na području Zagreba.

2. Pregled literature

2.1. Sistematska pripadnost vrste *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931)

Red: Diptera

Podred: Brachycera

Porodica: Drosophilidae Rondani, 1856

Potporodica: Drosophilinae Rondani, 1856

Rod: *Drosophila* Fallén, 1823

Podrod: *Sophophora* Sturtevant, 1939

Vrsta: *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931)

2.2. Porijeklo vrste *Drosophila suzukii* i prirodno područje rasprostranjenosti

Octena mušica ploda porijeklom je iz Azije, a prvi puta je zabilježena u Japanu 1916. godine (Kanzawa 1939. cit. Asplen i sur. 2015.), iako se pretpostavlja da je tamo unesena s nekog drugog područja (Kanzawa 1939. cit. Hauser 2011.). U Japanu su prvi put opisane njezina morfologija i štete, a budući da je njezina biologija bila proučavana na plodovima trešnje, dobila je narodni naziv „trešnjina voćna muha“ (Kanzawa 1934., 1936. i 1939. cit. Calabria i sur. 2012.). Od 1930. do 1931. godine vrsta je zabilježena na obalnom dijelu današnje Kine te u Sjevernoj i Južnoj Koreji, na vrstama *Fragaria vesca* L. (divlja jagoda) i *Prunus avium* L. (trešnja) (Kanzawa 1936. i 1939. cit. Walsh i sur. 2011.). Vrsta je zatim zabilježena i u istočnom dijelu Kine (Peng 1937. cit. Calabria i sur. 2012.), Tajvanu (Lin i sur. 1977. cit. Calabria i sur. 2012.), istočnom dijelu Rusije (Sidorenko 1992. cit. Calabria i sur. 2012.), Sjevernoj i Južnoj Koreji (Chung 1955.; Kang i Moon 1968. cit. Calabria i sur. 2012.), sjevernom dijelu Indije (Parshad i Duggal 1965. cit. Calabria i sur. 2012.), Pakistanu (Amin ud Din i sur. 2005. cit. Calabria i sur. 2012.), Mjanmaru (Toda 1991. cit. Calabria i sur. 2012.) i Tajlandu (Okada 1976. cit. Calabria i sur. 2012.). U Japanu vrsta je i danas štetnik u uzgoju jagodastog i koštićavog voća (Sasaki i Sato 1995. i 1996. cit. Walsh i sur. 2011.).

2.3. Morfologija, biologija i ekologija vrste *D. suzukii*

2.3.1. Morfologija vrste *D. suzukii*

Odrasli oblik octene mušice ploda, *D. suzukii*, žutosmeđe je boje (Masten Milek i sur. 2013.), duljine tijela od 2,25 do 4 mm s rasponom krila od 6 do 8 mm (OEPP/EPPO 2013.) (Slika 2.3.1.1.). Duljina tijela mužjaka iznosi od 2 do 3,5 mm, a ženki od 2,4 do 4 mm

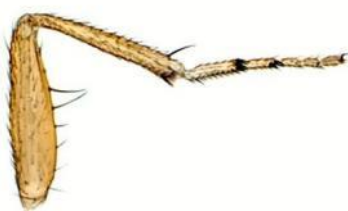
(OEPP/EPPO, 2013). Oči su svijetlocrvene boje, karakteristične za vrste roda *Drosophila* (Masten Milek i sur. 2013.).



Slika 2.3.1.1. Odrasli oblik vrste *D. suzukii* (lijevo: mužjak, desno: ženka)

(Izvor: <http://gompel.org/images-2/drosophilidae>)

Mužjaci *D. suzukii* razlikuju se od drugih mužjaka roda *Drosophila* po tamnoj pjegi na vrhu krila (Slika 2.3.1.1.) te obliku i rasporedu spolnih češljeva na prednjim nogama (Masten Milek i sur. 2013.) (Slika 2.3.1.2.). Tamne pjege na krilima mužjaka pojavljuju se deset sati nakon izlaska muhe iz kukuljice, a nakon dva dana postaju potpuno vidljive (Kanzawa 1939. cit. Walsh i sur. 2011.). Ženke imaju dugačku sklerotiziranu leglicu koja im omogućava odlaganje jaja u mezokarp nedozrelih i neoštećenih plodova (Atallah i sur. 2014. cit. Sampson i sur. 2016.) (Slika 2.3.1.3.).



Slika 2.3.1.2. Prednja noga mužjaka vrste *D. suzukii*

(Izvor: <https://utahpests.usu.edu/caps/featured-pests>)



Slika 2.3.1.3. Sklerotizirana leglica vrste *D. suzukii*

(Izvor: <http://www.miltoncontact-blog.com/2016/08/spotted-wing-drosophila-present-in.html>)

Jaja su sitna (oko 0,6 mm), ovalnog oblika i bijele boje, a na jednom kraju nose dva cjevasta nastavka (Kanzawa 1936. cit. Masten Milek i sur. 2013.) koji imaju respiratornu ulogu (Stewart i sur. 2014. cit. Sampson i sur. 2016.) (Slika 2.3.1.4., lijevo). Ličinke su

cilindričnog oblika, bijele boje, duljine do 3,5 mm (Masten Milek i sur. 2013.) (Slika 2.3.1.4., sredina). Kukuljica je bačvastog tipa, crvenkastosmeđe boje, duljine 3 mm te na jednom kraju ima dvije izrasline (Masten Milek i sur. 2013.) koje također imaju respiratornu ulogu (Stewart i sur. 2014. cit. Sampson i sur. 2016.) (Slika 2.3.1.4., desno).



Slika 2.3.1.4. S lijeva na desno: jaje, ličinka, kukuljica vrste *D. suzukii*

(Izvor: <http://www.agraria.org/entomologia-agraria/drosophila-suzukii.htm>)

2.3.2. Biologija vrste *D. suzukii*

Razvoj vrste od jaja do odrasle jedinke u povoljnim uvjetima traje osam do 14 dana. Razvoj jaja traje jedan do tri dana, ličinke tri do 13 dana, a kukuljice četiri do 16 dana (Kanzawa 1939. cit. Calabria i sur. 2012.). Kukuljenje se odvija unutar i na površini ploda, a iz jednog ploda najčešće se razvije nekoliko jedinki muhe. U laboratorijskim uvjetima, ženke odlažu 10-20 jaja po plodu, a iz jednog ploda razvija se do 60 jedinki muhe (Kanzawa 1939. cit. Calabria i sur. 2012.). Odrasli oblici žive tri do 9 tjedana, a povoljni uvjeti omogućavaju razvoj do 13 generacija godišnje. Prezimljuju odrasle muhe u skrovitim mjestima (Kanzawa 1939. cit. Calabria i sur. 2012.). Veći postotak prezimljenja imaju jedinke koje su se razvile iz kukuljice tijekom početnog zimskog razdoblja (Walsh i sur. 2011.).

Tijekom jednog roka ovipozicije ženka može odložiti do tri jaja (Kanzawa 1936. cit. Masten Milek i sur. 2013.), a to ovisi o tvrdoći samog ploda (Walsh i sur. 2011.). U jednom danu ženka odloži do 25 jaja (Kinjo i sur. 2014. cit. Asplen i sur. 2015.), a tijekom života može odložiti do 300 jaja (Kanzawa 1936. cit. Masten Milek i sur. 2013.). U jednom plodu mogu biti prisutna jaja više ženki (Kanzawa 1936. cit. Masten Milek i sur. 2013.) što rezultira i većim brojem ličinki unutar ploda (Walsh i sur. 2011.), no na broj odraslih jedinki koje će se konačno iz njega razviti utječe veličina ploda (Poyet i sur. 2015.). Što je plod veći, to je veći izvor hrane za ličinke i više mjesta za njihov zajednički razvoj (Poyet i sur. 2015.).

Ovipozicija se uglavnom odvija u fazi promjene boje ploda, a laboratorijskim istraživanjima utvrđeno je da ženke ne odlažu jaja u zelene plodove (Lee i sur. 2011.). Da bi ovipozicija bila uspješna, ženka odlaže jaja vertikalno u mezokarp ploda, a respiratorni nastavci izviruju iz mjesta uboda leglice (Stewart i sur. 2014. cit. Sampson i sur. 2016.) (Slika 2.3.2.1.).



Slika 2.3.2.1. Jaja *D. suzukii* pravilno odložena u plodu maline

(Izvor: [Jentsch](#), 2017)

Ženke za ovipoziciju preferiraju mesnate plodove s tankom kožicom kao što su plodovi jagodastog i koštičavog voća (Bellamy i sur. 2013. cit. Asplen i sur. 2015.). Ako takav domaćin nije prisutan, ženke će položiti jaje na površinu neoštećenog ploda bilo koje druge biljke, često u horizontalnom položaju, što dovodi do njegovog propadanja (Sampson i sur. 2016.).

2.3.3. Ekologija vrste *D. suzukii*

Broj prezimljenih jedinki i dinamika povećanja populacije na početku vegetacije uvelike ovise o zimskim temperaturama (Dalton i sur. 2011. cit. Zerulla i sur. 2015.). Za daljnje održavanje populacije važne su povoljne temperature zraka te dostupnost izvora hrane (Zerulla i sur. 2015.). Odrasli su najaktivniji pri temperaturama zraka od 15 °C do 20 °C (Hamby i sur. 2013. cit. Asplen i sur. 2015.), a na temperaturama zraka većim od 30 °C, smanjuje se aktivnost, životni vijek i ovipozicija muhe (Calabria i sur. 2012.). Letalne temperature za vrstu *D. suzukii* iznose oko 32 °C odnosno -0.8 °C (Kimura 2004. cit. Calabria i sur. 2012.). Pojava i opstanak vrste najizgledniji su u područjima sa srednjim godišnjim

temperaturama zraka između 5 °C i 20 °C te godišnjom količinom oborina između 500 mm i 2500 mm (dos Santos i sur. 2017.).

Na brojnost jedinki u proljeće uvelike utječe i prisutnost ranocvatućih alternativnih samoniklih biljaka domaćina poput vrsta *Cornus mas* L. (drijena) i *Sambucus nigra* L. (crne bazge) čijim se polenom hrane odrasle muhe, dok vrste koje rano plodonose (na primjer *Lonicera caerulea* L. - sibirski borovnica ili *Fragaria vesca* L. - šumska jagoda) služe za ovipoziciju i razvoj ličinki štetnika (Zerulla i sur. 2015.).

Istraživanja su pokazala da različiti ekološki čimbenici (npr. svjetlost, gravitacija, kemijski spojevi i dr.) utječu na vrste roda *Drosophila* pa tako i na vrstu *D. suzukii*. Svjetlost ima pozitivnu reakciju na muhu te se ona kreće prema izvoru svjetla nakon što je uznemirena (Sturtevant 1921.). U odnosu na gravitaciju, muhe pokazuju negativnu reakciju, odnosno kreću se prema gore, pogotovo kada su uznemirene (Sturtevant 1921.). Prema izvoru hrane privlače ih različiti spojevi prisutni u fermentiranim plodovima, kao što su pentatol, etanol, octena kiselina, mliječna kiselina ili etil-etanoat (Sturtevant 1921.).

2.4. Biljke domaćini štetnika

Octena mušica ploda fitofagna je vrsta koja se hrani velikim brojem biljaka, a nakon dolaska na novo područje, opstanak i povećanje populacije ovisi o pronalasku kvalitetnog izvora hrane (Lengley i sur. 2015.).

Izrazita polifagnost vrste omogućava njezino uspješno širenje i zadržavanje na većem geografskom području. Takav tip ishrane smanjuje vrijeme potrage za hranom, omogućava siguran pronalazak izvora hrane tijekom jedne ili više godina, omogućava pristup svim potrebnim hranjivim tvarima ili ublažava moguće toksične učinke nekih vrsta plodova (Schwarz i sur. 2014. cit. Poyet i sur. 2015.). Odrasli se mogu hraniti polenom različitih biljnih vrsta, to jest plodovi im nisu potrebni za preživljavanje, već samo za reprodukciju (Zerulla i sur. 2015.). Primijećeno je da se odrasli također mogu hraniti i sokom hrastovog stabla (Walsh i sur. 2011.). Ličinke se hrane plodovima više od 100 divljih i kultiviranih biljnih vrsta iz ukupno 25 porodica (Biosecurity Australia 2010. cit. Sampson i sur. 2016.). Prisutnost ove mušice do sada je potvrđena u plodovima vrsta *Rubus fruticosus* L. (kupina), *Vaccinium myrtillus* L. (borovnica), *Rubus idaeus* L. (malina), *Fragaria ananassa* L. (jagoda), *Prunus armeniaca* L. (marelica), *Prunus avium* L. (trešnja), *Ficus carica* L. (smokva), *Vitis vinifera* var. *vinifera* L. (vinova loza), *Actinidia chinensis* Planch. (kivika), *Prunus persica* var. *nucipersica* L. (nektarina), *Prunus persica* L. (breskva), *Prunus domestica* L. (šljiva), *Pyrus communis* L. (kruška), *Diospyros kaki* L. (kaki jabuka) te

hibridima šljive i marelice (Walsh i sur. 2011.; Masten Milek i sur. 2013.), kao i na vrstama *Ribes rubrum* L. (ribiz) i *Morus* sp. (dud) (Poyet i sur. 2015.). Štetnik se najčešće pronalazi u plodovima trešnje, ali kada trešnje nema u blizini ili je njihovo dozrijevanje završilo, ženke odlažu jaja na ostale domaćeine, bilo kultivirane ili divlje (Calabria i sur. 2012.).

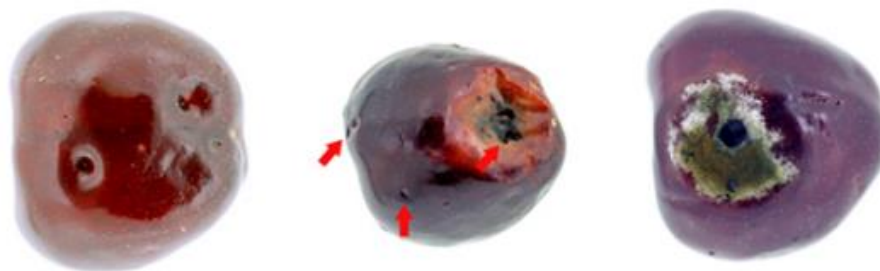
Osim kultiviranih voćnih vrsta, muhe kao biljke domaćeine koriste i razne ukrasne i divlje vrste (Poyet i sur. 2015.) koje im služe kao mjesta za prezimljavanje te im pružaju potrebnu zaštitu, sklonište, vlažnost i temperaturu (Klick i sur. 2016.). Prisutnost takvih biljnih vrsta u blizini nasada može utjecati na pojavu povećane populacije *D. suzukii* u narednoj godini (Klick i sur. 2016.). U talijanskoj pokrajini Apulia alternativni domaćini i zimske temperature zraka od 10 °C omogućavaju napad štetnika na vrstu *Punica granatum* L. (šipak) koja dozrijeva u zimskim mjesecima (Baser i sur. 2015.). Vrste na kojima štetnik u potpunosti može dovršiti svoj razvojni ciklus su: *Prunus mahaleb* L. (rašeljka), *Atropa belladonna* L. (velebilje), *Viscum album* L. (imela), *Prunus serotina* Ehrh. (kasna sremza), *Fragaria vesca* L. (šumska jagoda), *Morus* sp. (dud), *Cornus sericea* L. (drijen), *Elaeagnus ebbingei* L., *Lonicera xylosteum* L. (crvena kozja krv), *Taxus baccata* L. (tisa), *Sambucus ebulus* L. (abdočina), *Solanum dulcamara* L. (paskvica), *Solanum nigrum* L. (crna pomoćnica), *Prunus spinosa* L. (crni trn), *Frangula alnus* Mill. (trušljika), *Ribes sanguineum* Pursh. (ukrasni ribiz), *Physalis alkekengi* L. (šumska mjehurica), *Mahonia aquifolium* Pursh. (mahonija), *Phytolacca americana* L. (vinobojka), *Hippophae rhamnoides* L. (vučji trn), *Aucuba japonica* Thunb. (aukuba), *Prunus lusitanica* L. (lovorvišnja), *Arum maculatum* L. (kozlac), *Symphoricarpos albus* L. (biserak) (Poyet i sur. 2015.). Neke od ovih vrsta u plodovima sadrže spojeve koji su toksični za druge kukce ili čak sisavce, dok na ličinke *D. suzukii* nemaju vidljiv učinak budući da se ličinke neometano njima hrane. Pretpostavka je da ličinke u sebe pohranjuju unesene toksine i na taj način postaju neprikladne za ishranu prirodnih neprijatelja i manje podložne patogenim oboljenjima (Poyet i sur. 2015.).

Vrste za koje je zabilježeno da ženke odlažu jaja, ali se iz njih ne razvijaju odrasle jedinke su *Gaultheria procumbens* L., *Prunus padus* L. (sremza), *Symphoricarpos x chenaultii*, *Rubia tinctorum* L. (obični broć), *Pyracantha coccinea* L. (vatreni trn), *Cotoneaster salicifolius* Franch., *Hedera helix* L. (bršljan), *Rhamnus cathartica* L. (pasjakovina), *Ilex aquifolium* L. (božikovina), *Ribes nigrum* L. (crni ribiz), *Cornus sanguinea* L. (svib), *Parthenocissus inserta* L. (peterolisna lozica), *Viburnum opulus* L. (crvena hudika), *Crataegus monogyna* Jacq. (glog) i *Cotoneaster horizontalis* Decne. (puzajuća dunjarica) (Poyet i sur. 2015.).

2.5. Štetnost vrste *D. suzukii*

Osim aktivnog širenja letom, široku i brzu rasprostranjenost *D. suzukii* omogućila je globalna trgovina plodova voća i sadnog materijala (Klick i sur. 2016.). Razlog visoke štetnosti je brzo širenje, širok krug domaćina (Zerulla i sur. 2015.), velik broj generacija koje se preklapaju, ograničen broj prirodnih neprijatelja (Klick i sur. 2016.), visoka plodnost ženki i pojava sekundarnih parazita na mjestima uboda leglice (Cini i sur. 2014.).

Štetu na plodu uzrokuje ličinka hranjenjem mesom ploda. Uslijed ishrane, plod postaje mekan na dodir, mezokarp mijenja boju, a mjesto uboda podložno je napadu sekundarnih štetnika i uzročnika bolesti (Pajač i Barić 2010.) (Slika 2.5.1.). Takav plod smanjene je kvalitete, neprikladan je za konzumaciju u svježem stanju te za industrijsku preradu (Zerulla i sur. 2015.).



Slika 2.5.1. Oštećenja ploda trešnje (lijevo: mjesta oviozicije, sredina: oštećenja nastala hranjenjem sekundarnih štetnika (por. Nitidulidae), desno: oštećenje sivom plijesni)

(Izvor: EPPO, 2010)

2.5.1. Ekonomski gubitci

Octena mušica ploda je ekonomski štetnik u zemljama Azije, Sjeverne i Južne Amerike i Europe (Zerulla i sur. 2015.). U periodu od 2008. do 2010. godine kada se vrsta pojavila u SAD-u, uzrokovala je 80 % gubitka u nasadima borovnice, kupine, trešnje, breskve, maline i jagode (Lee i sur. 2011.). Procjena šteta u SAD-u iznosi više od 500 milijuna dolara godišnje (Boldo i sur. 2010. cit. Cini i sur. 2014.). Ekonomske štete u Europi do sada su zabilježene u nasadima trešnje, borovnice, kupine, maline, jagode, marelice i vinove loze (Revadi i sur. 2015.). Prve ekonomske štete od *D. suzukii* zabilježene su 2009. godine u talijanskoj provinciji Trento u intenzivnom nasadu jagodastog voća (Asplen i sur. 2015.), a u 2011. godini vrsta je uzrokovala štete od 3 milijuna eura (Cini i sur. 2014.). Godine 2009. ekonomske štete zabilježene su i u Španjolskoj na nekoliko vrsta jagodastog

voća (Asplen i sur. 2015.). U razdoblju od 2012. do 2013. totalne štete zabilježene su u sjevernom dijelu Italije i u Francuskoj, u nasadima maline, kupine, jagode i trešnje (Asplen i sur. 2015.). Visoka populacija štetnika u Švicarskoj uzrokovala je ekonomske štete u proizvodnji jagode, borovnice, maline, šljive, trešnje, marelice i vinove loze (Mazzi i sur. 2017.).

2.6. Širenje vrste na području Europe

Vrsta je prvi put zabilježena u Europi tijekom 2008. godine u španjolskoj pokrajini Tarragona (Calabria i sur. 2012.). Tijekom 2009. prisutnost štetnika službeno je potvrđena u Italiji na području Toscanne (Grassi i sur. 2009.), a kasnije je registriran i u Francuskoj (Weydert i Bourguoin 2011.). Sljedeće godine, 2010. zabilježeni su novi pronalasci vrste u voćnjacima na području Španjolske (Calabria i sur. 2012.), u talijanskoj pokrajini Liguria (Süss i sur. 2010. cit. Baser i sur. 2015.) te u francuskoj regiji Rhona-Alpe (Withers and Allemand 2012. cit. Asplen i sur. 2015.), a prvi pronalasci zabilježeni su na području Portugala (Rota-Stabelli i sur. 2013. cit. Asplen i sur. 2015.), Slovenije (Seljak 2011.) i Hrvatske (Masten Milek i sur. 2011.).

Tijekom 2011. godine vrsta je zabilježena i u ostalim regijama Francuske te prvi put na području Njemačke, Belgije, Austrije (Vogt i sur. 2012. cit. Asplen i sur. 2015.) i Švicarske (Mazzi i sur. 2017.).

U narednom periodu, tijekom 2012. godine vrsta je ustanovljena u Mađarskoj u blizini autoceste (Kiss i sur. 2013. cit. Asplen i sur. 2015.), na trulom voću, te se pretpostavlja da se vrsta brzo proširila Europom cestovnim prometom (Cini i sur. 2014.). Iste godine vrsta je zabilježena u nasadima na području Nizozemske (Helsen i sur. 2013. cit. Asplen i sur. 2015.) i Ujedinjenog Kraljevstva (EPPO 2012. cit. Asplen i sur. 2015.).

Tijekom 2013. godine vrsta je zabilježena na ukupno 14 lokacija u Škotskoj i Engleskoj u voćnjacima jagodastog i koštićavog voća (EPPO 2012. cit. Asplen i sur. 2015.). Lovke su bile postavljene u voćnjake i u obližnje šume te je veći ulov bio zabilježen na šumskom području (EPPO, 2012. cit. Asplen i sur. 2015.). Iste godine vrsta je zabilježena i u Grčkoj u nasadu miješovitog jagodastog voća (Papachristos i sur. 2013. cit. Asplen i sur. 2015.), Rumunjskoj u grmovima divlje kupine (Chireceanu i Chiriloaie 2014. cit. Asplen i sur. 2015.) te u Bosni i Hercegovini (Ostojić i sur. 2014. cit. Asplen i sur. 2015.) i Crnoj Gori (Radonjić i Hrnčić 2014. cit. Asplen i sur. 2015.).

Kasnije, tijekom 2014. godine vrsta je pronađena u Poljskoj (na malini i borovnici) (Łabanowska i Piotrowski 2015. cit. Asplen i sur. 2015.), Bugarskoj (na trešnji) (EPPO 2015.).

cit. Asplen i sur. 2015.), Češkoj (na voćarskim i šumskim područjima) (Březíková i sur. 2014. cit. Asplen i sur. 2015.), Slovačkoj (na vinovoj lozi, jabuci i šljivi) (NPPO of Slovakia 2014. cit. Asplen i sur. 2015.), Srbiji (Toševski i sur. 2014. cit. Asplen i sur. 2015.), Ukrajini (Lavrinienko i sur. 2017.) te u Turskoj na jagodama (Orhan i sur. 2016.).

Vrsta *D. suzukii* u samo nekoliko godina od prvog pronalaska 2008. godine vrlo brzo se proširila na području Europe te je dosad zabilježena u 25 europskih zemalja (Slika 2.6.1.). Uspješnost širenja vrste na novom području pripisuje se izvanrednim letačkim sposobnostima muhe čija maksimalna godišnja stopa širenja iznosi od 320 do 390 km (Lengyel i sur. 2015.). Nadalje, međunarodna trgovina zaraženog voća omogućila je širenje vrste na udaljena geografska područja (Calabria i sur. 2012.). Smatra se da je vrsta već neko vrijeme prije prvog pronalaska bila prisutna u Europi, ali su štete koje je uzrokovala bile krivo pripisivane vrsti *Drosophila melanogaster* Meigen 1930 (EPPO 2010. cit. Bjeliš i sur. 2015.).

Pretpostavlja se da je širenje vrste u Europi vrlo vjerojatno započelo s juga Francuske (okolica grada Avignona) s obzirom da je Francuska zemlja koja prednjači u uvozu svježeg voća u Europi (Cini i sur. 2014.). Do Avignona je vrsta vjerojatno došla prekomorskim putem, iz obližnje luke Marseille, te je od Avignona krenulo njezino širenje na zemlje smještene sjeverno i južno od tog dijela Francuske; rutama cestovnog transporta Marseille-Dijon prema sjeveru i Marseille-Nice prema istoku (Cini i sur. 2014.).



Slika 2.6.1. Prikaz europskih zemalja u kojima je potvrđena prisutnost vrste *D. suzukii*

(Izvor: I. Brlić Puškarić)

2.7. Širenje vrste na području Republike Hrvatske

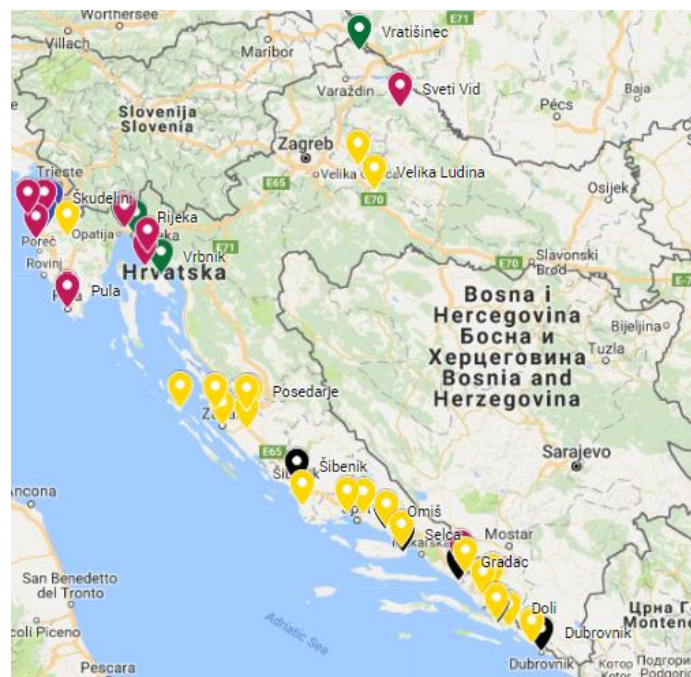
Vrsta *D. suzukii* utvrđena je na području Hrvatske samo dvije godine nakon prvog pronalaska vrste u Europi, odnosno 2010. godine. Prvi pronalazak utvrđen je na području Istarske županije (Masten Milek i sur. 2011.), a lokaliteti na kojima je zabilježena dio su graničnog područja sa Slovenijom te su smješteni u blizini Italije. Pomoću lovki na bazi jabučnog octa vrsta je pronađena u istarskim mjestima Škudelin i Petrovija u nasadima maline, breskve i vinove lozi (Masten Milek i sur. 2011.).

U sklopu praćenja bolesti i štetnika tijekom 2011. godine započeo je „monitoring“ štetnika na nekoliko lokaliteta u Hrvatskoj (Ivić i sur. 2012.), a prisutnost vrste utvrđena je u Primorju (Rijeka, Matulji, Vrbnik) i Međimurju na lokalitetu Vratišinec (Masten Milek i sur. 2015.) te na američkoj borovnici (Ivić i sur. 2012.).

Tijekom 2012. godine zabilježeni su novi primjerci vrste u Koprivnici na vinovoj lozi, u Splitsko-dalmatinskoj županiji tj. Vrgorcu na breskvi i nektarini te ponovno u Istri (Škudelini, Bužin, Novigrad, Umag, Pula) i Primorju (Malinska, Rijeka, Kastav, Omišalj) (Masten Milek i sur. 2015.). Nakon toga, započinje poseban program „monitoringa“ vrste *D. suzukii* u ostalim dijelovima Hrvatske; na različitim kultiviranim biljkama u nasadima i urbanim sredinama (Bjeliš i sur. 2015.). Odrasle jedinke lovljene su u mješovitim nasadima breskve, trešnje, višnje, smokve, šljive, maline i aronije te u vinogradima, a ličinke su pronađene u plodovima vinove loze (sorta Teran), kupine i oskоруše (Bjeliš i sur. 2015.).

U narednim godinama, 2013. godine *D. suzukii* zabilježena je ponovno u Istri (Petrovija na kupinama, aroniji i malinama, u Škudelinu na breskvi i marelici i u Novigradu na vinovoj lozi) te Primorju (u Rijeci na šljivama) (Masten Milek i sur. 2015.). Nadalje, vrsta je prvi put zabilježena u Zadarskoj županiji (u Škabrnji na trešnji i breskvi, u Vlačinama na višnji, u Baštici i Posedarju na breskvi), Šibensko-kninskoj (u Zatonu na breskvi i Krčulju na vinovoj lozi), Splitsko-dalmatinskoj (u Drveniku na smokvi, Gati, Povelji i Kaštel Starom na višnji, u Solinu na smokvi i višnji, u Draževitićima na višnji i dudu), Dubrovačko-neretvanskoj županiji (u Orašcu, Dolima, Hodiljama na smokvi, u Zatonu na višnjama, u Metkoviću i Opuzenu na višnjama i smokvi) te u Sisačko-moslavačkoj županiji (u Bešlinecu na kupinama) (Masten Milek i sur. 2015.).

Tijekom 2014. godine ponovno je zabilježena u Škudelinu na novoj biljci domaćinu jagodi (Masten Milek i sur. 2015.), a 2016. godine zabilježena na području Međimurja, na lokalitetu Donji Zebanec u vinovoj lozi (Pajač Živković i sur. 2016.). Nalazišta vrste na području Hrvatske prikazana su na slici 2.7.1.



Legenda: 2010. 2011. 2012. 2013. 2014. 2015. 2016.

Slika 2.7.1. Nalazišta i godine pronalaska vrste *D. suzukii* u Hrvatskoj

(Izvor: I. Brlić Puškarić prema Google maps, 2018.)

2.8. Metode praćenja vrste *D. suzukii*

Prisutnost vrste *D. suzukii* utvrđuje se pomoću hranidbenih lovki ili vizualnim pregledom plodova (Masten Milek i sur. 2015.). Hranidbene lovke izrađuju se od plastične boce s čepom ispod kojeg se izbuše četiri rupe veličine do 5 mm, jedna nasuprot druge (Masten Milek i sur. 2015.). Kao hranidbena komponenta lovke koristi se jabučni ocat, vinski ocat ili vodena otopina kvasca i šećera. Tekućina se ulije do polovice boce koja se zatim objesi u krošnju voćke ili obližnjeg stabla ili se fiksira na tlu u blizini voćaka (Masten Milek i sur. 2015.). U tekućinu se može dodati i kap deterdženta kako bi se smanjila površinska napetost vode, a lovku je bolje postaviti na sjenoviti položaj (Walsh i sur. 2011.).

Lovka se u nasad najčešće postavlja za vrijeme povoljnih temperatura to jest kada je temperatura zraka veća od 10 °C (Masten Milek i sur. 2015.). Ulov se pregledava na tjednoj bazi te se čuva u 70 %-tnom alkoholu do determinacije (Masten Milek i sur. 2015.). Vizualnim pregledom plodova na površini se uočava sitan ožiljak odnosno ulazni ubod nastao prilikom ovipozicije, često okružen mekim tkivom koje mijenja boju u odnosu na boju ploda, a u prerezu napadnutog ploda često se uočavaju ličinke štetnika (Pajač i Barić 2010.).

2.9. Mjere suzbijanja vrste

Suzbijanje štetnika temelji se na kombiniranju mehaničkih, bioloških, biotehničkih i kemijskih mjera zaštite (Masten Milek i sur. 2015.). Suzbijanje octene mušice ploda izuzetno je zahtjevno zbog velikog potencijala razmnožavanja štetnika, širokog kruga biljaka domaćina (Zerulla i sur. 2015.), brzog širenja vrste letom na velike udaljenosti (Klick i sur. 2016.) te razvijene međunarodne trgovine zaraženih plodova (Calabria i sur. 2012.). U talijanskoj provinciji Trento, 2012. godine osmišljen je kombinirani program zaštite za nasade jagodastog voća koji uključuje tri mjere suzbijanja: (1) postavljanje hranidbenih mamaca s komponentom „Droskidrink“ tijekom sezone dozrijevanja, (2) kemijsko suzbijanje te (3) sakupljanje i uništavanje ostataka plodova nakon završene berbe (De Ros i sur. 2015.). Provedbom tog programa tijekom 2012. i 2013. godine smanjili su se gubitci s početnih 13 % (3 milijuna eura) na 7 % (1 milijun eura) ukupnih prinosa (De Ros i sur. 2015.).

Pretpostavka je da bi program zaštite trebao biti sličan onome koji se koristi za suzbijanje drugih vrsta porodice Drosophilidae koje oštećuju dozrele plodove, no taj program trebao bi biti usmjeren na početni period dozrijevanja plodova kako bi se smanjila populacija štetnika u voćnjaku (Walsh i sur. 2011.). Bitan dio tog programa provođenje je edukacije voćara, hobista koji sade voćke u okućnicama i manjim gradskim vrtovima jer ti plodovi služe kao izvor zaraze u proizvodnim nasadima (Walsh i sur. 2011.). Vlasnike okućnica u gradovima potrebno je upoznati s osnovnim morfološkim karakteristikama štetnika te metodama praćenja i suzbijanja na manjim površinama (Walsh i sur. 2011.). (Walsh i sur. 2011.). Na taj način javnost bi se mogla uključiti u praćenje pojave *D. suzukii* na novim područjima (Walsh i sur. 2011.).

2.9.1. Biološke mjere

U prirodnom okruženju, vrstu *D. suzukii* od prirodnih neprijatelja napada parazitoidna osica iz roda *Phaenopria* (Masten Milek i sur. 2013.) te organizmi koji napadaju i ostale vrste roda *Drosophila*, kao što su krpelji i nematode (Sturtevant 1921.). Na jedinkama muhe često se mogu zapaziti krpelji, dok je zaraza nematodama moguća ako se jedinka hranila ili obitavala na tlu (Sturtevant 1921.). Biljne vrste, posebno one ukrasne koje onemogućavaju razvoj odraslih oblika u svojim plodovima, mogu poslužiti kao lovne biljke koje se mogu saditi oko nasada (Poyet i sur. 2015.).

2.9.2. Biotehničke mjere

Biotehničke mjere obuhvaćaju postavljanje hranidbenih lovki na bazi octa koje pomažu u smanjenju populacije štetnika (Masten Milek i sur. 2015.). Pokazalo se da postavljanje velikog broja lovki na širem području utječe na smanjenje trenutne i buduće populacije štetnika (Klick i sur. 2016.). Takve lovke također privlače i ostale vrste reda Diptera, ali i vrste iz redova Lepidoptera i Coleoptera, a s obzirom da lovke nisu selektivne, privlače i korisne kukace (Revadi i sur. 2015.). Hranidbene lovke prilagođene ulovu vrste *D. suzukii* za sada ne postoje, iako su dosadašnja laboratorijska istraživanja pokazala da najveću učinkovitost imaju lovke na bazi izomil acetata (Revadi i sur. 2015.). Budući da ženke preferiraju plodove jednostavnog oblika i strukture, ovalne ili sferične lovke s hranidbenom komponentom mogle bi pridonijeti većem ulovu štetnika od do sada upotrebljavanih hranidbenih lovki (Poyet i sur. 2015.).

2.9.3. Mehaničke mjere

Učinkovita mehanička mjera suzbijanja *D. suzukii* je uklanjanje i uništavanje zaraženog biljnog materijala (plodova) (Masten Milek i sur. 2015.). Značajno smanjenje populacije može se postići uklanjanjem alternativnih domaćina, kao što je divlja kupina (Klick i sur. 2016.). Tijekom skladištenja, učinkovita mjera zaštite plodova od štetnika je izlaganje plodova temperaturi od 3 °C tijekom četiri dana što uništava jaja i ličinke unutar plodova, a istovremeno ovaj tretman ne šteti kvaliteti ploda (Calabria i sur. 2012.).

2.9.4. Kemijske mjere

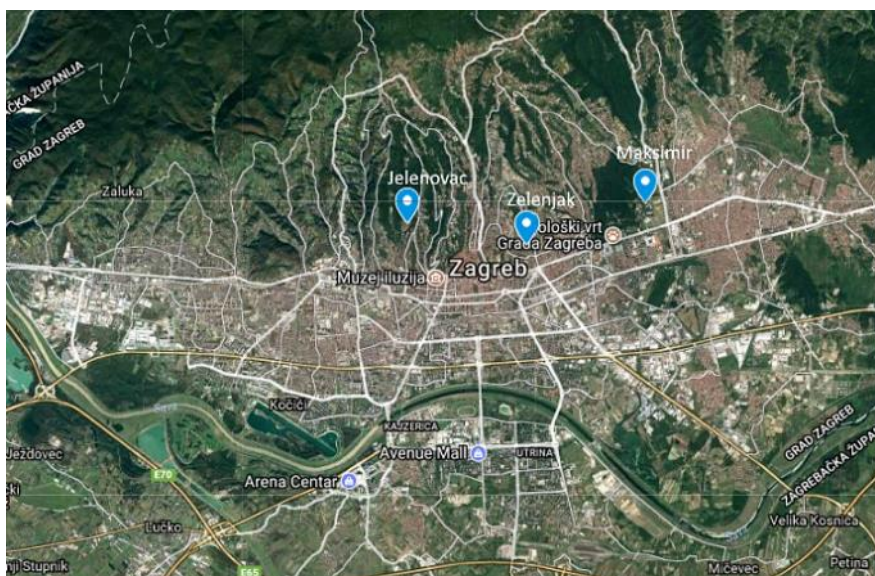
Kemijske mjere zaštite, odnosno primjena insekticidnih pripravaka, ograničena je na ona sredstva koja su u tu svrhu registrirana u pojedinim zemljama. U Hrvatskoj do sada nema registriranih pripravaka za suzbijanje ovog štetnika (Masten Milek i sur. 2015.). Laboratorijsko istraživanje provedeno u Ujedinjenom Kraljevstvu pokazalo je visoku učinkovitost spinosada na sve stadije *D. suzukii*, uključujući i ličinke koje se nalaze unutar plodova (Cuthbertson i sur. 2014.). Uspješno suzbijanje moguće je primjenom aktivnih tvari iz skupine piretroida kao što su deltametrin ili lambda-cihalotrin, no prilikom primjene važno je vrijeme tretiranja; suzbijanje prvenstveno odraslih muha utječe na smanjenje populacije i u narednoj godini (Masten Milek i sur. 2015.). Budući da ženke najčešće odlaze jaja u fazi promjene boje ploda (Lee i sur. 2011.), odnosno blizu vremena berbe, moguća je samo primjena sredstava kratke karence (Pajač i Barić 2010.). Zbog brzog širenja vrste letom na veće udaljenost važno je da suzbijanje provode svi voćari koji se bave uzgojem voća na

određenom području (Masten Milek i sur. 2015.). Poljoprivrednici u Sjedinjenoj Američkoj Državi Oregon prate pojavu *D. suzukii* pomoću hranidbenih lovki, a tretiranje insekticidnim pripravcima provode u vrijeme promjene boje ploda (Kleiber i sur. 2014.).

3. Materijali i metode

3.1. Područje istraživanja

Praćenje dinamike populacije vrste *D. suzukii* provedeno je tijekom vegetacijske sezone 2017. godine u tri voćnjaka na području grada Zagreba (Slika 3.1.1.).



Slika 3.1.1. Prikaz voćnjaka u kojima je praćena populacija vrste *D. suzukii*

(Izvor: I. Brlić Puškarić prema Google maps, 2018.)

Voćnjak Jelenovac (Slika 3.1.3.) smješten je na 45°49'28" sjeverne geografske širine i 15°57'28" istočne geografske dužine. To je privatni ekstenzivni voćnjak u kojemu se uzgajaju koštičave (šljive, marelice, višnje), jezgričave (jabuke, kruške) i jagodaste voćne vrste (ribiz, kupine, maline). Nalazi se u blizini park šume Jelenovac, mješovite šume hrasta, bukve, graba i bagrema (Zg Portal 2013.).



Slika 3.1.3. Voćnjak Jelenovac

(Izvor: Ivan Brlić)

Voćnjak Maksimir (Slika 3.1.2.) dio je Pokušališta Sveučilišta u Zagrebu, Agronomskog fakulteta „Maksimir“, a smješten je na $45^{\circ}49'43''$ sjeverne geografske širine i $16^{\circ}01'44''$ istočne geografske dužine. U voćnjaku površine 1200 m², uzgajaju se koštičave (trešnje, šljive), jezgričave (jabuke, kruške), jagodaste (jagoda, malina, kupina) i druge voćne vrste. Smješten je u neposrednoj blizini park šume Maksimir, čiju floru čini hrastova šuma (Javna ustanova Maksimir 2018.).



Slika 3.1.2. Voćnjak Maksimir

(Izvor: I. Brlić Puškarić)

Voćnjak Zelenjak (Slika 3.1.4.) smješten je na 45°49'11" sjeverne geografske širine i 15°59'37" istočne geografske dužine. Također je privatni ekstenzivni voćnjak, u kojemu se uzgajaju koštičave (šljive, višnje, marelice), jezgričave (kruške, jabuke) i jagodaste voćne vrste (maline, kupine, ribizi, ogrozđ, aronija). Voćnjak je smješten na zapadnoj strani parka Maksimir, na zračnoj udaljenosti od oko 1,5 km (Google Maps 2018.).



Slika 3.1.4. Voćnjak Zelenjak

(Izvor: I. Brlić Puškarić)

3.2. Meteorološke prilike na području istraživanja

Klimatska obilježja, prvenstveno temperatura zraka i oborine, uz ostale biotske i abiotske čimbenike definiraju rast i razvoj voćaka te entomofaune određenog područja. Kako bi se dobio uvid u meteorološke prilike istraživanog područja, korišteni su podatci Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske za 2017. godinu (DHMZ 2018.). Podatci se odnose na meteorološku postaju Maksimir, a u svrhu ovog istraživanja obrađeni su podatci koji se odnose na srednje mjesečne temperature zraka i oborine.

3.2.1. Temperature zraka

U Tablici 1. prikazane su srednje mjesečne temperature zraka zabilježene na području istraživanja u 2017. godini. Najniža srednja mjesečna temperatura zraka zabilježena je u mjesecu svibnju (-3,2 °C) a najviša u mjesecu srpnju (24 °C). Tijekom 2017. godine srednja godišnja temperatura zraka iznosila je 12,6 °C.

Tablica 1. Prikaz srednjih mjesečnih temperatura zraka (°C) na području istraživanja u 2017. godini.

2017.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Srednja god. temp. (°C)
Srednja mj. temp. (°C)	-3,2	5,2	10	12,4	17,7	22,5	24	23,7	15,4	11,9	7,3	4,0	12,6

Izvor: DHMZ, 2018.

3.2.2. Oborine

Srednje mjesečne oborine zabilježene na području Maksimira prikazani su u Tablici 2. U 2017. godini srednja godišnja količina oborina iznosila je 897 mm. Najmanja srednja mjesečna količina oborina iznosila je 19,8 mm i zabilježena je u ožujku, dok je najviša zabilježena u rujnu te je iznosila 239,6 mm.

Tablica 2. Prikaz srednjih mjesečnih oborina (mm) na području istraživanja u 2017. godini.

2017.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
Srednja mj. oborina (mm)	34,3	41,4	19,8	44,3	35,2	107,8	58	39,1	239,6	72	113,2	92,3	897

Izvor: DHMZ, 2018.

3.3. Praćenje vrste *D. suzukii*

Dinamika populacije vrste *D. suzukii* praćena je pomoću hranidbenih lovki na bazi jabučnog octa. U svakom voćnjaku postavljena je jedna hranidbena lovka izrađena od plastične boce volumena 500 ml. Na vrhu svake boce probušene su četiri nasuprotne rupe promjera 5 mm, a boce su do polovine volumena punjene jabučnim octom (Slika 3.3.1.).

Lovke su postavljene u voćnjake 30. ožujka 2017. godine, a uzorci muha skupljani se svakih 15 dana. Praćenje populacije vrste trajalo je do 27. studenog 2017. godine, kada su mamci uklonjeni sa sva tri lokaliteta. U periodu praćenja populacije štetnika ukupno je obavljeno 18 pregleda lovki te su prikupljena 54 uzorka octenih muha. Prikupljeni uzorci čuvani su u 70 %-tnom alkoholu do determinacije.



Slika 3.3.1. Hranidbena lovka na bazi jabučnog octa

(Izvor: I. Brlić Puškarić)

Na lokalitetu Maksimir lovka je postavljena na betonski stup uz rub voćnjaka te nasuprot parka Maksimir. Na lokalitetima Jelenovac i Zelenjak lovke su postavljene u krošnje voćaka; na Jelenovcu u krošnju jabuke, a na Zelenjaku u krošnju bijele šljive.

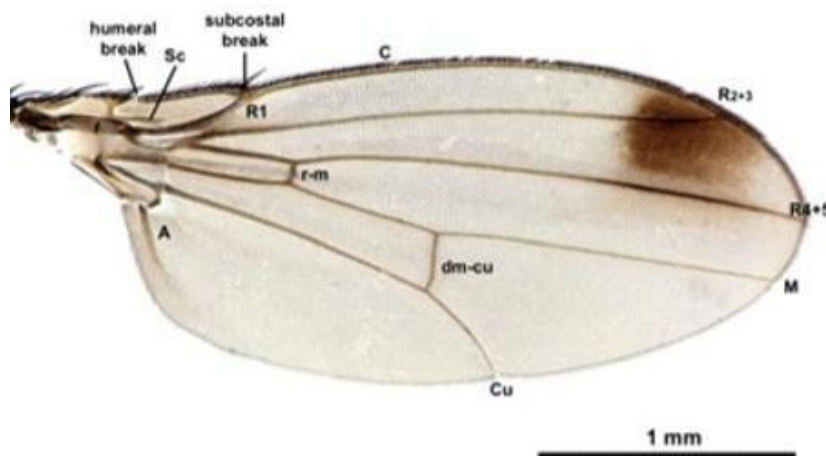
3.4. Determinacija uzoraka

Determinacija vrste obavljena je u laboratoriju Zavoda za poljoprivrednu zoologiju pomoćubinokularne lupe koristeći OEPP/EPPO dijagnostički protokol PM 7/115 (1) za vrstu *D. suzukii* (OEPP/EPPO 2013.).

Mužjaci *D. suzukii* determinirani su prema dva morfološka obilježja: (1) spolni češljevi na prvom i drugom članku stopala prednjih nogu (Slika 3.4.1.) i (2) tamne pjege na rubovima prednjih krila (Slika 3.4.2.). Ženke su determinirane prema jednom morfološkom obilježju to jest specifičnoj sklerotiziranoj i nazubljenoj leglici (Slika 3.4.3.).



Slika 3.4.1. Spolni češljevi na prednjoj nozi mužjaka *D. suzukii*
(Izvor: OEPP/EPPO, 2013)



Slika 3.4.2. Krilo mužjaka *D. suzukii*
(Izvor: OEPP/EPPO, 2013)



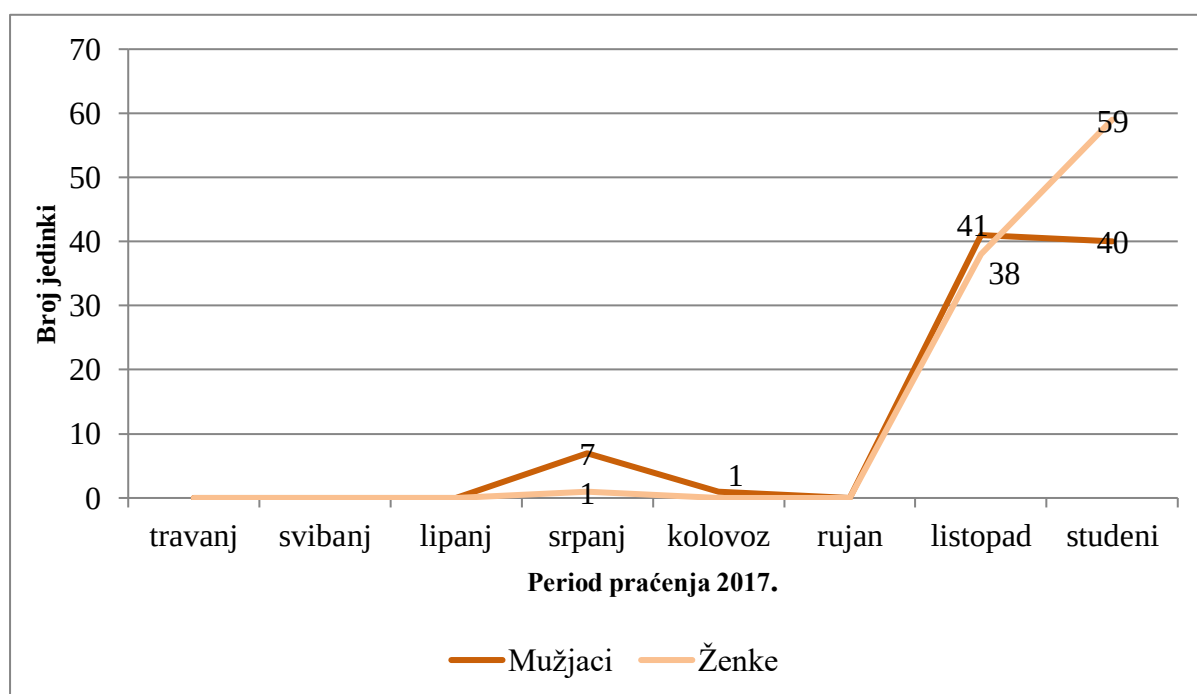
Slika 3.4.3. Sklerotizirana leglice ženke *D. suzukii*

(Izvor: OEPP/EPPO, 2013)

4. Rezultati

4.1. Dinamika ulova i brojnost vrste u voćnjaku Jelenovac

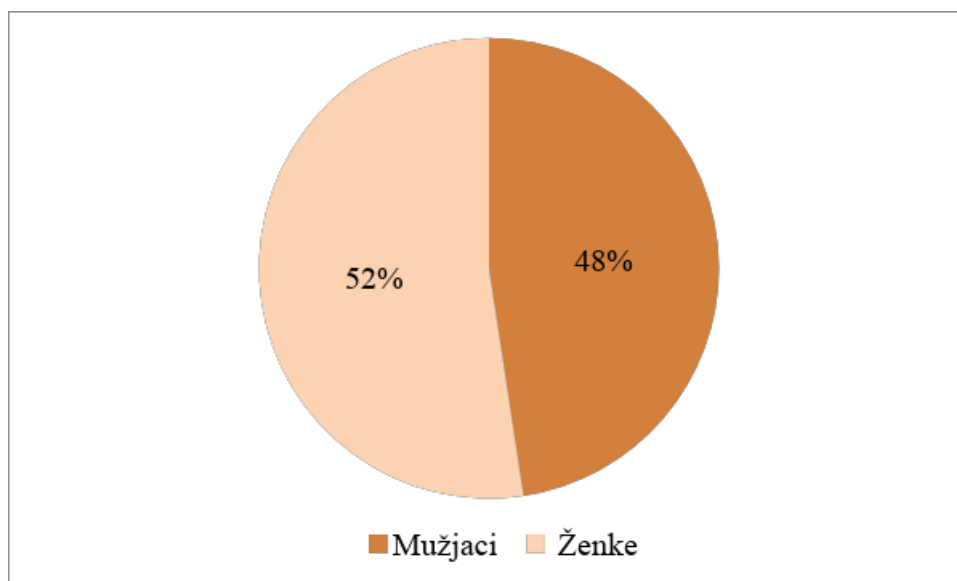
Dinamika ulova vrste *D. suzukii* u voćnjaku Jelenovac prikazana je Grafikonom 4.1.1. Let štetnika u voćnjaku Jelenovac započeo je u razdoblju od 27. lipnja do 11. srpnja kada su ulovljene tri jedinke mužjaka (Grafikon 4.1.1.). Prva ženka ulovljena je u sljedećem razdoblju praćenja tj. od 11. do 24. srpnja. Od sredine kolovoza i tijekom rujna nije ulovljena niti jedna jedinka štetnika (Grafikon 4.1.1.). Ponovni ulov zabilježen je u listopadu, od kada je let trajao neprekidno do kraja razdoblja praćenja tj. do 27. studenog. U zadnjem razdoblju praćenja ulovljen je i maksimalan broj odraslih primjeraka vrste (99 jedinki; 40 mužjaka i 59 ženki) (Grafikon 4.1.1.).



Grafikon 4.1.1. Dinamika ulova mužjaka i ženki vrste *D. suzukii* u voćnjaku Jelenovac tijekom perioda praćenja 2017. godine

Tijekom razdoblja praćenja, pad u broju ulovljenih jedinki mužjaka opažen je u periodu od srpnja do kolovoza, a od listopada do kraja perioda praćenja ulov mužjaka u odnosu na ženke bio je u padu (Grafikon 4.1.1.). Od početka leta do kraja perioda praćenja vrste 2017. godine, ulovljeno je ukupno 187 jedinki štetnika.

Odnos spolova ulovljenih jedinki vrste prikazan je grafikonom 4.1.2. Prema navedenom grafikonu ulovljeno je više ženki (98 primjeraka) u odnosu na mužjake (89 primjeraka).

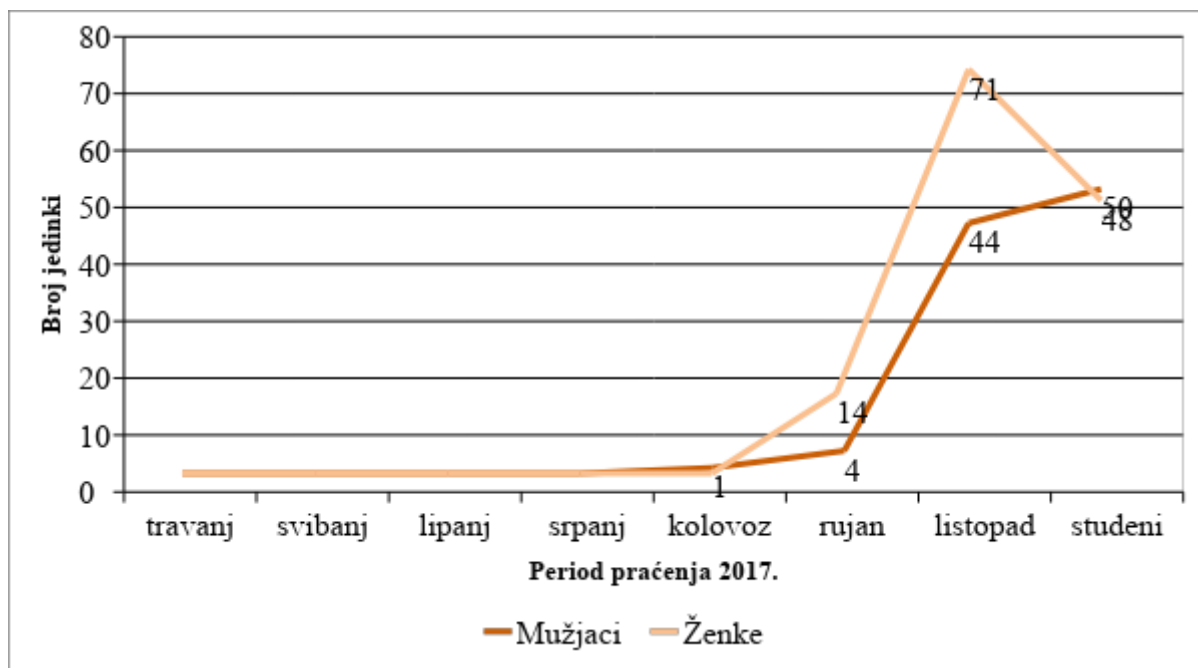


Grafikon 4.1.2. Odnos ulovljenih mužjaka i ženki *D. sukii* u voćnjaku Jelenovac tijekom perioda praćenja 2017. godine.

4.2. Dinamika ulova i brojnost vrste u voćnjaku Maksimir

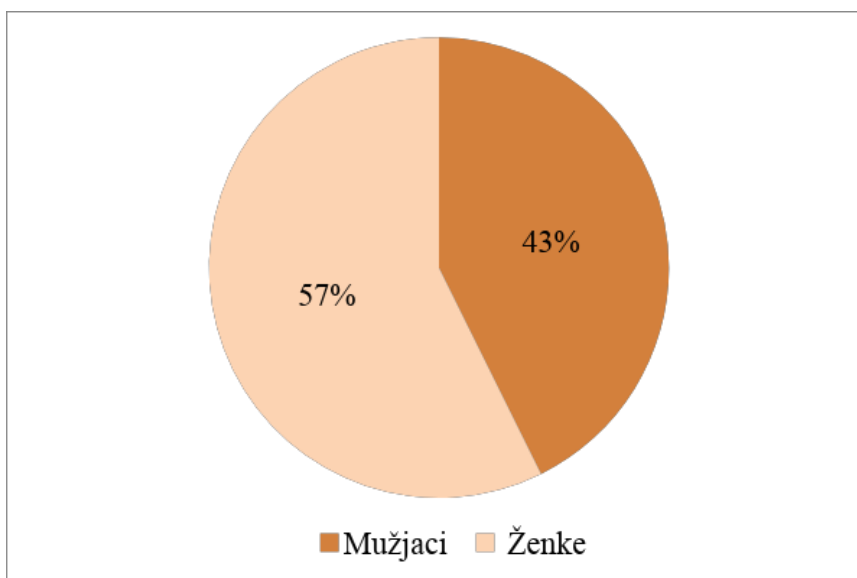
Dinamika ulova vrste *D. sukii* u voćnjaku Maksimir prikazana je Grafikonom 4.2.1. Prva pojava vrste *D. sukii* zabilježena je tek u drugoj polovici mjeseca kolovoza (21.08.) ulovom jednog mužjaka, što znači da je let započeo u razdoblju od 08. kolovoza do 21. kolovoza 2017. godine.

Prve ženke (14 primjeraka) opažene su tek 18. rujna, što znači da je let započeo u periodu od 01. rujna do 18. rujna 2017. godine. Do kraja perioda praćenja brojnost ulova mužjaka povećava se tijekom listopada i studenog 2017. godine. Dinamika ulova ženki bila je na vrhuncu tijekom listopada, a počela se smanjivati tijekom studenog 2017. godine (Grafikon 4.2.1.).



Grafikon 4.2.1. Dinamika ulova mužjaka i ženki vrste *D. sukuzii* u voćnjaku Maksimir tijekom perioda praćenja 2017. godine.

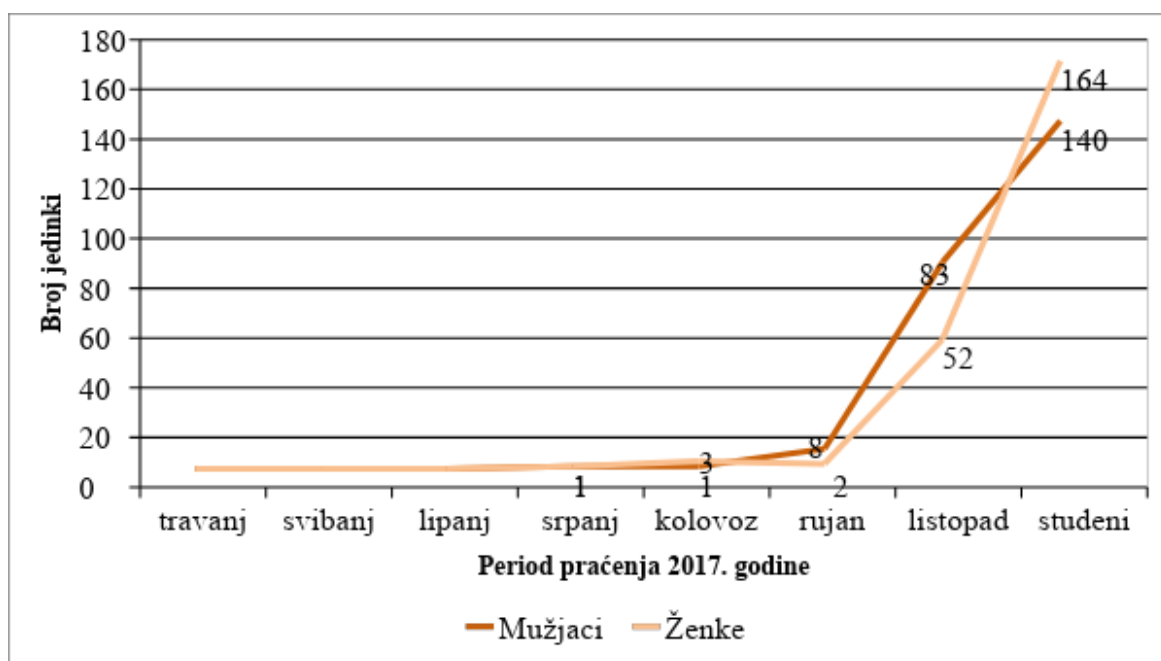
Tijekom cijelog razdoblja praćenja u voćnjaku Maksimir ukupno su ulovljene 232 jedinke štetnika, a ulovljeno je više ženki (133 primjeraka) u odnosu na mužjake (99 primjeraka) (Grafikon 4.2.2.).



Grafikon 4.2.2. Odnos ulovljenih mužjaka i ženki vrste *D. sukuzii* u voćnjaku Maksimir tijekom perioda praćenja 2017. godine.

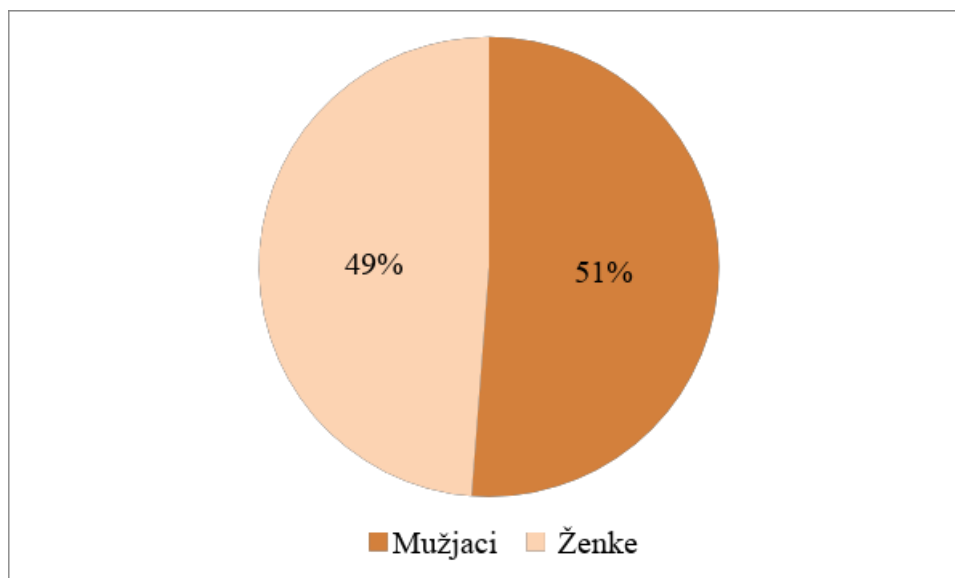
4.3. Dinamika ulova i brojnost vrste u voćnjaku Zelenjak

U voćnjaku Zelenjak ulov štetnika je započeo između 11. i 24. srpnja, a prve ulovljene jedinke bili su jedan mužjak i jedna ženka (Grafikon 4.3.1.). Ulov vrste lagano se povećavao tijekom kolovoza i rujna, a u listopadu se naglo povećao. Dinamika ulova ženki u tom periodu (52 jedinke) bila je manja u odnosu na mužjake (83 primjerka). Do kraja razdoblja praćenja tj. do 27. studenog zabilježen je maksimalan broj ulovljenih jedinki (140 mužjaka i 164 ženke) (Grafikon 4.3.1.).



Grafikon 4.3.1. Dinamika leta populacije *D. suzukii* u voćnjaku Zelenjak u razdoblju od 20. ožujka do 27. studenog 2017.

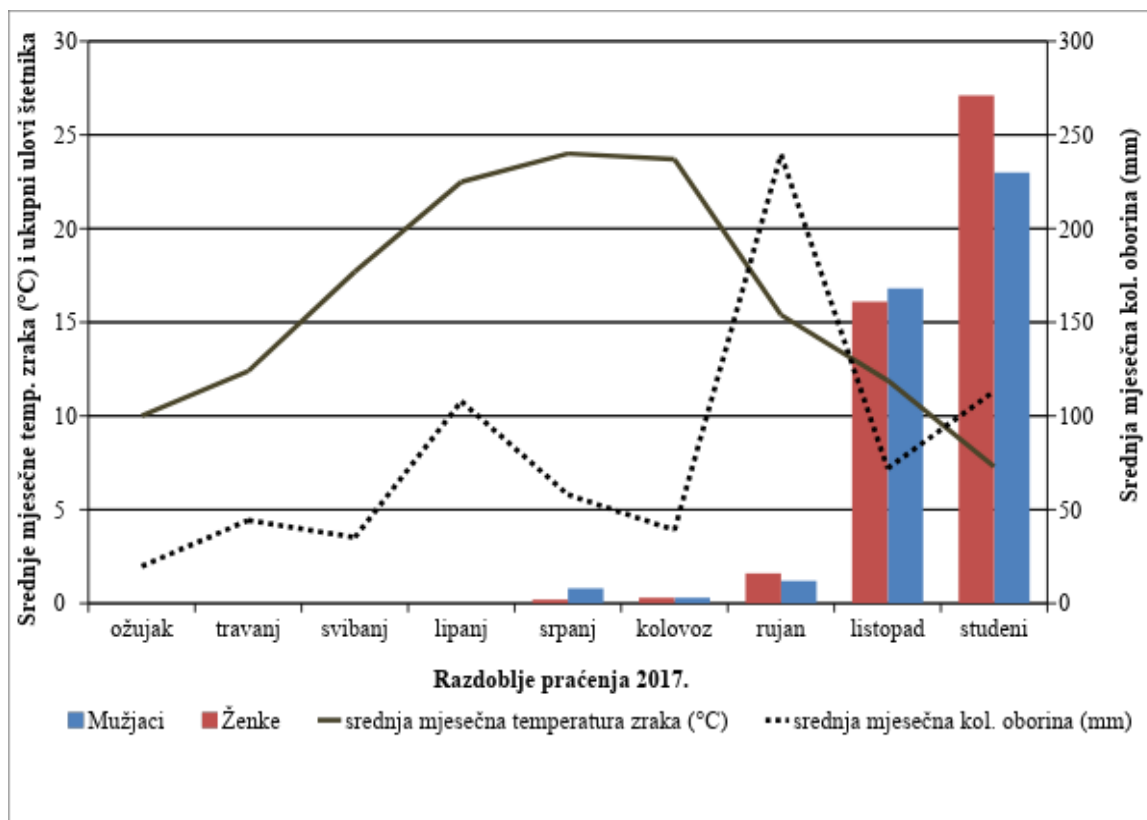
Ukupan broj štetnika koji je ulovljen u periodu od 11. srpnja do 27. studenog 2017. godine u voćnjaku Zelenjak iznosio je 455 primjeraka (233 mužjaka i 222 ženke). Odnos ulova mužjaka i ženki prikazan je Grafikonom 4.3.2.



Grafikon 4.3.2. Odnos mužjaka i ženki *D. suzukii* u voćnjaku Zelenjak u razdoblju od 20. ožujka do 27. studenog 2017.

4.4. Utjecaj klimatskih obilježja na dinamiku ulova vrste *D. suzukii* u voćnjacima grada Zagreba

Tijekom perioda praćenja štetnika 2017. godini u voćnjacima grada Zagreba zabilježena su dva vrhunca u dinamici ulova štetnika. Prvi vrhunac ulova opažen je tijekom mjeseca listopada kada je općenito ulovljeno više mužjaka u odnosu na ženke, a drugi tijekom studenog kada je općenito ulov ženki bio veći u odnosu na mužjake. Vrhunci u dinamici ulova štetnika pojavili su se nakon povećanja vlage i smanjenja temperature zraka na području Maksimira (Grafikon 4.4.1.).



Grafikon. 4.4.1. Odnos između ukupnog mjesečnog broja ulovljenih štetnika i klimatskih obilježja (srednjih mjesečnih temp. zraka i kol. oborina) tijekom perioda praćenja populacije vrste 2017. god. u voćnjacima grada Zagreba.

5. Rasprava

U voćnjacima na području grada Zagreba tijekom 2017. godine prisutnost štetnika utvrđena je u sva tri istraživana voćnjaka. Ukupno su na području svih lokaliteta ulovljene 874 jedinke štetnika. Broj ulovljenih ženki (453 jedinke) zauzimao je 52 % ukupnog ulova štetnika, dok je 48 % ulova pripadao mužjacima (421 jedinka). Prema Kovačeviću (1959.) odnos mužjaka i ženki u populaciji trebao bi biti podjednak, a prevladavajući udio ženki preduvjet je uspješnog porasta brojnosti populacije i širenja štetnika na određenom području.

Prve jedinke štetnika ulovljene su u voćnjaku Jelenovac (11. srpnja 2017. godine). Desetak dana kasnije (24. srpnja) prvi ulovi zabilježeni su u voćnjaku Zelenjak, dok je ulov u voćnjaku Maksimir zabilježen tek 21. kolovoza (Grafikoni 4.1.1, 4.2.1 i 4.3.1.) Nakon početnih ulova štetnika, brojnost populacije štetnika postepeno se povećavala u voćnjacima Maksimir i Zelenjak (Grafikoni 4.2.1. i 4.3.1.), a nakon što je u voćnjaku Jelenovac zabilježen pad u ulovu štetnika (od sredine kolovoza do kraja rujna) (Grafikon 4.1.1.) ulovi u narednom periodu povećali su se i u voćnjaku Jelenovac.

Praćenja dinamike leta štetnika na području istraživanja pokazala su porast ulova jedinki prema kraju kalendarske godine. Brojnost populacije octene mušice ploda počela se povećavati u rujnu. Nagli porast ulova zabilježen je tijekom listopada kada je sveukupno ulovljeno više mužjaka u odnosu na ženke, a trend rasta ulova štetnika nastavljen je i u studenom (Grafikon 4.4.1.). Kod populacije ženki taj rast nastavljao se jednakom dinamikom sve do kraja praćenja, odnosno do kraja mjeseca studenog. Ovisno o spolu i datumu ulovljenih jedinki, pretpostavlja se da su mužjaci počeli letjeti dva tjedna prije ženki, no veći broj ženki bio je aktivan do kraja studenog, odnosno u hladnijim danima.

Veći broj ženki pred kraj razdoblja praćenja, odnosno u studenom, odgovara literaturnim podatcima o povećanom broju ženki koje odlaze na prezimljenje (Zerulla i sur. 2015.). Ulovi mužjaka pokazali su lagani pad u odnosu na ženke od prve polovice mjeseca listopada pa do kraja studenog (Grafikoni 4.1.1, 4.2.1 i 4.3.1.).

Na temelju dobivenih rezultata može se pretpostaviti da je u voćnjacima na području grada Zagreba štetnik na početku perioda praćenja bio sporadično prisutan, a ulovljene jedinke vjerojatno nisu prezimile u tim voćnjacima već su se slučajno našle na području istraživanja ili su s okolnog područja bile privučene pomoću lovki na bazi jabučnog octa. Porast ulova štetnika sredinom rujna upućuju da su populacije štetnika u voćnjake vjerojatno privukle mješovite voćne vrste (koštičave, jezgričave, jagodaste idr.) u fazi rasta i dozrijevanja plodova, a upravo je sastav voćnih vrsta koje se uzgajaju omogućio višemjesečno

održavanje populacija te njihov rast sve do kraja perioda praćenja (Grafikoni 4.1.1, 4.2.1 i 4.3.1.).

Najveći broj ulovljenih jedinki zabilježen je u voćnjaku Zelenjak gdje je ulovljeno 455 jedinki (52 %). Sljedeći voćnjak po brojnosti ulova bio je Maksimir s 232 jedinke (27 %) a najmanje ulovljenih jedinki 187 (21 %) zabilježeno je u voćnjaku Jelenovac. U voćnjaku Zelenjak uzgaja se najveći broj voćnih vrsta stoga se pretpostavlja da se upravo zbog širokog kruga biljaka domaćina populacija štetnika najbolje razvijala.

Prema istraživanjima (dos Santos i sur. 2017.) srednje godišnje temperature zraka od 5 do 20 °C pridonose opstanku vrste *D. suzukii* na određenom području. Srednja godišnja temperatura zraka zabilježena na području Maksimira iznosila je 12,6 °C stoga su temperaturni uvjeti u istraživanim voćnjacima bili optimalni za razvoj štetnika (Tablica 1). Asplen i sur. (2015.) navode da se optimalne temperature zraka za aktivnost odraslih jedinki octene mušice ploda kreću se između 10 i 20 °C, a minimalna temperatura zraka potrebna za let odraslih iznosi 10 °C. Prema Grafikonu 4.4.1. vidljivo je da su od 20. ožujka do 27. studenog, srednje mjesečne temperature bile unutar optimalnog raspona za aktivnost odraslih. U mjesecima u kojima su zabilježene pojave odraslih (od srpnja do studenog) jedino je u rujnu srednja mjesečna temperatura zraka bila unutar optimalnog raspona, odnosno iznosila je 15,4 °C (Tablica 1). U mjesecu srpnju bilo je ukupno šest dana sa srednjom dnevnom temperaturom unutar tog raspona, tijekom kolovoza pet dana, u rujnu 14, listopadu tri, a u studenom nije zabilježen niti jedan takav dan (DHMZ, 2018.).

Srednja dnevna temperatura zraka iznad minimuma potrebnog za let (10 °C) bila je ostvarena tijekom svih dana u mjesecima srpnju, kolovozu i rujnu, dok je u mjesecu listopadu pala ispod 10 °C tijekom 6 dana, a u studenom tijekom 19 dana (Grafikon 4.4.1.). Temperature navedene u literaturi kao optimalne za aktivnost i let štetnika (Asplen i sur. 2015., dos Santos i sur. 2017.) potvrdile su se točnima i tijekom ovog istraživanja. Iako je u listopadu i studenom srednja mjesečna temperatura bila ispod minimuma potrebnog za let (10 °C), bilo je dana kada je dnevna mjesečna temperatura iznosila 10 °C ili više, što je omogućilo jedinkama da lete u potrazi za izvorom hrane i mjestom prezimljenja.

Prema literaturnim podacima (dos Santos i sur. 2017.), pojavu i opstanak octene mušice ploda na nekom području omogućava godišnja količina oborina između 500 i 2500 mm. Iz Tablice 2. vidljivo je da su godišnje oborine na području istraživanja iznosile 897 mm što je pogodno za razvoj štetnika. Najveća mjesečna količina oborina zabilježena je u mjesecu rujnu (239,6 mm), kada je ulovljeno 28 odraslih jedinki. U mjesecu studenom, kada je

ulovljen najviši broj jedinki (501 jedinka), srednja mjesečna količina oborina iznosila je 113,2 mm (Tablica 2).

Iako su temperaturni uvjeti i količina oborina uglavnom bili pogodni za razvoj vrste, štetnik vjerojatno nije bio prisutan u voćnjacima od početka perioda praćenja jer voćne vrste koje se uzgajaju nisu bile u fazi zriobe te ženke nisu imale potrebne uvjete tj. pogodan supstrat za odlaganje jaja što bi omogućilo daljnji razvoj populacije. Maksimalan ulov octene mušice ploda u sva tri voćnjaka zabilježen je tijekom zadnjeg razdoblja praćenja unatoč niskim temperaturama. Pretpostavlja se da su u zadnja dva mjeseca praćenja populacije odrasli letjeli tijekom onih dana kada su srednje dnevne temperature iznosile 10 °C ili više; u listopadu je bilo ukupno 25 takvih dana, a u studenom 11. Budući da se taj vremenski period poklapa s njihovim odlaskom na prezimljenje pretpostavlja se da im je jabučni ocat u lovkama predstavljao zadnji izvor hrane prije prezimljenja.

S obzirom na rezultate praćenja dinamike ulova vrste u voćnjacima na području grada Zagreba te na pad broja mužjaka u ukupnom ulovu vrste tijekom listopada u voćnjacima Jelenovac i Maksimir, pretpostavlja se da štetnik razvija više generacija godišnje koje se uz povoljne klimatske uvjete međusobno preklapaju.

6. Zaključak

Istraživanje o dinamici populacije *D. suzukii* u tri voćnjaka na području Zagreba, provedeno u 2017. godini, dovodi do sljedećih zaključaka:

- Prisutnost octene mušica ploda, *D. suzukii*, utvrđena je u sva tri istraživana voćnjaka na području grada Zagreba.
- Tijekom perioda istraživanja ukupno je u voćnjacima utvrđeno 874 primjeraka vrste. Najveća brojnost vrste utvrđena je u voćnjaku Zelenjak u kojemu se uzgaja najveći broj voćnih vrsta, a najmanja u voćnjaku Jelenovac u kojemu se uzgaja najmanji broj voćnih vrsta.
- Broj ulovljenih ženki (453 jedinke) zauzimao je 52 % ukupnog ulova štetnika, dok je 48 % ulova pripadao mužjacima (421 jedinka). Prevladavajući udio ženki preduvjet je uspješnog porasta brojnosti populacije i širenja štetnika na određenom području.
- Kontinuirani let štetnika uz stalno povećanje broja jedinki trajao je od rujna do studenog. Na početku perioda praćenja u sva tri voćnjaka prvo su ulovljeni primjerci mužjaka dok su na kraju razdoblja praćenja, veću brojnost zauzimale ženke.
- Klimatski uvjeti na istraživanom području pogoduju razvoju štetnika koji razvija nekoliko generacija godišnje koje se međusobno preklapaju.
- Izvor hrane i skloništa kojeg čine okućnice s voćkama, ali i okolna šumska vegetacija, omogućavaju opstanak vrste u gradu Zagrebu.
- Iako u samom gradu nema proizvodnih voćnjaka, populacija koja je ovdje prisutna predstavlja opasnost za proizvođače koštićavog i jagodastog voća u okolini Zagreba.
- Program zaštite od vrste *D. suzukii* za područje Republike Hrvatske trebao bi uključiti vlasnike okućnica i ekstenzivnih voćnjaka jer u protivnom njihove voćke predstavljaju potencijalnu opasnost i žarišta štetnika koji bi se mogli proširiti na proizvodne voćnjake na području Zagrebačke županije.

7. Popis literature

1. Asplen M. K., Anfora G., Biondi A., Choi D., Chu D., Daane K. M., Gibert P., Gutierrez A. P., K. A. Hoelmer, Hutchison W. D., Isaacs R., Jiang Z., Zsolt Kárpáti Z., Kimura M. T., Pascual M., Philips C.R., Plantamp C., Ponti L., Véték G., Vogt H., Walton V. M., Yu Y., Zappalà L., Desneux N. (2015). Invasion biology of spotted wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *Journal of Pest Science*. 88: 469-494
2. Baser N., Ouantar M., Broutou O., Lamaj F., Verrastro V., Porcelli F. (2015). First finding of *Drosophila suzukii*(Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) in Apulia, Italy, and its population dynamics throughout the year. *Fruits*. 70(4): 225-230
3. Bjeliš M., Buljubašić I., Popović L., Masten Milek T. (2015). Spread of the spotted wing drosophila – *Drosophila suzukii* (Diptera, Drosophilidae) and new distribution records in Dalmatia region of Croatia. *Bulletin OEPP/EPPO*. 45(2): 214-217
4. Calabria G., Máca J., Bächli G., Serra L., Pascual M. (2012). First records of the potential pest species *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe. *Journal of Applied Entomology*. 136: 139-147
5. Cini A., Anfora G., Escudero-Colomar L. A., Grassi A., Santosuosso U., Seljak G., Papini A. (2014). Tracking the invasion of the alien fruit pest *Drosophila suzukii* in Europe. *Journal of Pest Science*. 87: 559-566
6. Cuthbertson A. G. S., Collins D. A., Blackburn L. F., Audsley N., Bell H. A. (2014). Preliminary Screening of Potential Control Products against *Drosophila suzukii*. *Insects*. 5: 488-498
7. De Ros G., Conci S., Pantezzi T., Savini G. (2015). The economic impact of invasive pest *Drosophila suzukii* on berry production in the Province of Trento, Italy. *Journal of Berry Research*. 5: 89-96
8. dos Santos L. A., Mendes M. F., Krüger A. P., Blauth M. L., Gottschalk M. S., Garcia F. R. M. (2017). Global potential distribution of *Drosophila suzukii* (Diptera, Drosophilidae). *PLoS ONE*. 12(3): 1-13
9. Grassi A., Palmieri L., Giongo L. (2009). Nuovo fitofago per i piccolifrutti in Trentino. *Terra Trentina*. 55: 19–23
10. Hauser M. (2011). A historic account of the invasion of *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) in the continental United States, with remarks on the identification. *Society of Chemical Industry*. 67: 1352-1357
11. Ivić D., Budinščak Ž., Tomić Ž., Šimala M., Buljubašić I., Novak A., Rehak T., Bjeliš M., Masten Milek T. (2012). Osvrt na biljne bolesti i štetnike u Hrvatskoj u 2011. godini. *Glasilo biljne zaštite*. 12(6): 455-476
12. Kleiber J. R., Unelius C. R., Lee J. C., Suckling D. M., Qian M. C., Bruck D. J. (2014). Attractiveness of Fermentation and Related Products to Spotted Wing *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae). *Environmental Entomology*. 43(2): 439-447
13. Klick J., Yang W.Q., Walton V.M., Dalton D. T., Hagler J. R., Dreves A. J., Lee J. C., Bruck D. J. (2016). Distribution and activity of *Drosophila suzukii* in cultivated raspberry and surrounding vegetation. *Journal of Applied Entomology*. 140: 37-46
14. Kovačević Ž. (1959). Primijenjena entomologija. Bd. 3. Anzeiger für Schädlingkunde, 32(1): 13-13

15. Lavrinienko A., Kesäniemi J., Watts P. C., Serga S., Pascual M., Mestres F., Kozeretska I. (2017). First record of the invasive pest *Drosophila suzukii* in Ukraine indicates multiple sources of invasion. *Journal of Pest Science*. 90(2): 421-429
16. Lee J. C., Bruck D. J., Curry H., Edwards D., Haviland D. R., Van Steenwyk R. A., Yorgey B. M. (2011). The susceptibility of small fruits and cherries to the spotted-wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *Pest Management Science*. 67: 1358-1367
17. Lengyel G. D., Orosz S., Kiss B., Lupták R., Kárpáti Z. (2015). New records and present status of invasive spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera) in Hungary. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 61(1):73–80
18. Masten Milek T., Seljak G., Šimala M., Bjeliš M. (2011). Prvi nalaz *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) u Hrvatskoj. *Glasilo biljne zaštite*. 11(5): 377-382
19. Masten Milek T., Šimala M., Pavunić Miljanović Z. (2013). Octena mušica ploda – *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931). Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo. Zavod za Zaštitu bilja, Zagreb, pp. 22
20. Masten Milek T., Šimala M., Bjeliš M. (2015). Octena mušica ploda (*Drosophila suzukii*) – štetnik plodova voća. *Glasilo biljne zaštite*. 15(5):323-327
21. Mazzi D., Bravin E., Meraner M., Finger R., Kuske S. (2017). Economic Impact of the Introduction and Establishment of *Drosophila suzukii* on Sweet Cherry Production in Switzerland. *Insects*. 8(18):1-13
22. OEPP/EPPO (2013). PM 7/115 (1) *Drosophila suzukii*. *Bulletin OEPP/EPPO*. 43(3): 417-424
23. Orhan A., Aslanta R., B. Önder Ş., Tozlu G. (2016). First record of the invasive vinegar fly *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) from eastern Turkey. *Turkish Journal of Zoology*. 40: 290-293
24. Pajač I., Barić B. (2010). *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) – potencijalni štetnik koštičavog voća u Hrvatskoj. *Pomologia Croatica*. 16(1-2): 43-50
25. Pajač Živković I., Barić B., Lemić D., Blažević I., Šubić M., Seljak G., Mešić A. (2016). The Drosophilid Fauna (Diptera, Drosophilidae) of IPM Vineyards in Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 81(4): 231-234
26. Poyet M., Le Roux V., Gibert P., Meirland A., Prévost G., Eslin P., Chabrierie O. (2015). The Wide Potential Trophic Niche of the Asiatic Fruit Fly *Drosophila suzukii*: The Key of Its Invasion Success in Temperate Europe? *PloS ONE*. 10(11): 1-26
27. Revadi S., Vitagliano S., Rossi Stacconi M. V., Ramasamy S., Mansourian S., Carlini S., Vrhovsek U., Becher P. G., Mazzoni V., Rota-Stabelli O., Angeli S., Dekker T., Anfora G. (2015). Olfactory responses of *Drosophila suzukii* females to host plant volatiles. *Physiological Entomology*. 40: 54-64
28. Sampson B. J., Mallette T., Addesso K., Liburd O. E., Iglesias L. E., Stringer S. J., Werle C. T., Shaw D. A., Larsen D., Adamczyk Jr. J. J. (2016). Novel aspects of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) biology and an improved method for culturing this invasive species with a modified *D. melanogaster* diet. *Florida Entomologist*. 99(4): 774-780
29. Seljak G. (2011). Plodova vinska mušica – *Drosophila suzukii* (Matsumara). *Sadjarstvo*. 3: 3–5

30. Sturtevant A. H. (1921). The North American species of *Drosophila*. Carnegie Institution of Washington, Washington, pp. ?
31. Walsh D. B., Bolda M. P., Goodhue R. E., Dreves A. J., Lee J., Bruck D. J., Walton V. M., O'Neal S. D., Zalom F. G. (2011). *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): Invasive Pest of Ripening Soft Fruit Expanding its Geographic Range and Damage Potential. Journal of Integrated Pest Management. 2(1): 1-7
32. Weydert C., Bourgouin B. (2011). *Drosophila suzukii* menace l'arboriculture fruitière et les petits fruits. Point de situation sur cette mouche, ravageur nouveau et déjà très nuisible, et ce qu'on peut faire contre elle. Phytoma. 650: 16-20
33. Zerulla F. N., Schmidt S., Streitberger M., Zebitz C. P. W., Zelger R. (2015). On the overwintering ability of *Drosophila suzukii* in South Tyrol. Journal of Berry Research. 5: 41-48

Popis korištenih poveznica:

1. DHMZ (2018). Godišnje izvješće 2017. <http://klima.hr/razno/publikacije/godisnje_izvjesce2017.pdf>. Pristupljeno 17. travnja
2. 2018. EPPO (2010). European and Mediterranean Plant Protection Organization. <https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/drosophila_suzukii.htm>. Pristupljeno 29. travnja 2018.
3. Google Maps (2018). Google Maps. <https://www.google.com/maps/d/edit?hl=hr&mid=1KfH3DsADtTdPY_EQU37M-eEeysSi3bZE&ll=45.82218997602421%2C16.00374476330569&z=16>. Pristupljeno 12. travnja 2018.
4. Javna ustanova Maksimir (s.a.). Javna ustanova Maksimir. <http://www.park-maksimir.hr/Maksimir_hr/Maksimir_o_parku.htm>. Pristupljeno 9. travnja 2018.
5. Zg Portal (2013). Zg Portal Zagreb Danas. <<http://www.zgportal.com/o-zagrebu/povijest-zagrebakih-naselja/jelenovac/>>. Pristupljeno 12. travnja 2018.

Slike:

- Slika 2.3.1.1. Odrasli oblik vrste *D. suzukii* (lijevo: mužjak, desno: ženka). <<http://gompel.org/images-2/drosophilidae>>. Pristupljeno 20. ožujka 2018.
- Slika 2.3.1.2. Prednja noga mužjaka vrste *D. suzukii*. <<https://utahpests.usu.edu/caps/featured-pests>>. Pristupljeno 25. ožujka 2018.
- Slika 2.3.1.3. Sklerotizirana leglica vrste *D. suzukii*. <<http://www.miltoncontact-blog.com/2016/08/spotted-wing-drosophila-present-in.html>>. Pristupljeno 20. ožujka 2018.
- Slika 2.3.1.4. S lijeva na desno: jaje, ličinka, kukuljica vrste *D. suzukii*. <<http://www.agraria.org/entomologia-agraria/drosophila-suzukii.htm>>. Pristupljeno 20. ožujka 2018.
- Slika 2.3.2.1. Jaja *D. suzukii* pravilno odložena u plodu maline. <<http://blogs.cornell.edu/jentsch/2017/07/06/spotted-wing-drosophila-in-hudson-valley-sweet-cherry-july-7th/>>. Pristupljeno 25. travnja 2018.
- Slika 2.5.1. Oštećenja ploda trešnje (lijevo: mjesta oviozicije, sredina: oštećenja nastala hranjenjem sekundarnih štetnika (por. Nitidulidae), desno: oštećenje sivom plijesni) <https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/drosophila_suzukii.htm>. Pristupljeno 29. travnja 2018.

Slika 3.4.1. Spolni češljevi na prednjoj nozi mužjaka *D. suzukii*.

<https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/drosophila_suzukii.htm>.

Pristupljeno 29. travnja 2018.

Slika 3.4.2. Krilo mužjaka *D. suzukii*.

<https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/drosophila_suzukii.htm>.

Pristupljeno 29. travnja 2018.

Slika 3.4.3. Sklerotizirana leglice ženke *D. suzukii*.

<https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/drosophila_suzukii.htm>.

Pristupljeno 29. travnja 2018.

Životopis

Irena Brlić Puškarić rođena je 9. svibnja 1992. godine u Splitu u Republici Hrvatskoj. Osnovnu i srednju školu upisuje i završava u Zagrebu. Srednju školu, XI. gimnaziju, upisuje 2007. godine, a završava 2011. godine. Prvu akademsku godinu, 2011./2012., studira na Pravnom fakultetu u Zagrebu, nakon čega 2012. godine upisuje Agronomski fakultet u Zagrebu, preddiplomski studij Zaštite bilja. Na Agronomskom fakultetu tijekom ak. god. 2014./2015. obavlja demonstraturu na Zavodu za voćarstvo kod prof. dr. sc. Martine Skendrović Babojelić. Preddiplomski studij završava ak. god. 2015./2016., a diplomski studij Fitomedicine upisuje ak. god. 2016./2017. Tijekom osnovnog, srednjeg i akademskog školovanja aktivno se bavila baletom i suvremenim plesom. Od stranih jezika tečno govori i piše engleski jezik (B2 razina).