

Populacija octenih muha *Chymomyza amoena* i *Drosophila suzukii* u voćnjacima na području Karlovačke županije

Iviček, Karla

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:648586>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-17**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



**POPULACIJA OCTENIH MUHA *Chymomyza amoena* I
Drosophila suzukii U VOĆNJACIMA NA PODRUČJU
KARLOVAČKE ŽUPANIJE**

DIPLOMSKI RAD

Karla Iviček

Zagreb, srpanj, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:
Fitomedicina

**POPULACIJA OCTENIH MUHA *Chymomyza amoena* I
Drosophila suzukii U VOĆNJACIMA NA PODRUČJU
KARLOVAČKE ŽUPANIJE**

DIPLOMSKI RAD

Karla Iviček

Mentor:

doc. dr. sc. Ivana Pajač Živković

Zagreb, srpanj, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Karla Iviček**, JMBAG 0248035122, rođena dana 18. 11. 1993. u Karlovcu,

izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

POPULACIJA OCTENIH MUHA *Chymomyza amoena* I *Drosophila suzukii* U VOĆNJACIMA NA PODRUČJU KARLOVAČKE ŽUPANIJE

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____

Potpis studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Karle Iviček**, JMBAG 0248035122, naslova

**POPULACIJA OCTENIH MUHA *Chymomyza amoena* I *Drosophila suzukii* U VOĆNJACIMA NA
PODRUČJU KARLOVAČKE ŽUPANIJE**

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

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Cilj istraživanja	2
2. Pregled literature	3
2.1. Vrsta <i>Drosophila suzukii</i>	3
2.1.1. Sistematska pripadnost.....	3
2.1.2. Morfološke karakteristike.....	3
2.1.3. Biologija.....	4
2.1.4. Ekologija.....	5
2.1.5. Biljke domaćini.....	6
2.1.6. Štetnost vrste.....	7
2.1.7. Porijeklo i širenje vrste u svijetu.....	8
2.1.8. Širenje vrste u Hrvatskoj.....	9
2.1.9. Ekonomski gubici.....	10
2.1.10. Metode praćenja.....	10
2.1.11. Mjere suzbijanja.....	11
2.1.11.1. Mehaničke mjere.....	11
2.1.11.2. Biotehničke mjere.....	12
2.1.11.3. Biološke mjere.....	12
2.1.11.4. Kemijske mjere.....	12
2.2. Vrsta <i>Chymomyza amoena</i>	14
2.2.1. Sistematska pripadnost.....	14
2.2.2. Morfološke karakteristike	14
2.2.3. Biologija i štetnost vrste	14
2.2.4. Biljke domaćini.....	15
2.2.5. Porijeklo i širenje vrste u Europi	15
3. Materijali i metode	17
3.1. Područje istraživanja	17
3.2. Meteorološke prilike na području istraživanja	19
3.2.1. Temperature zraka u 2017. i 2018. godini.....	19
3.2.2. Oborine u 2017. i 2018. godini.....	20
3.3. Praćenje vrsta <i>D. suzukii</i> i <i>C. amoena</i>	21
3.4. Determinacija uzoraka	21
4. Rezultati	22
4.1. Dinamika ulova i brojnost vrsta <i>D. suzukii</i> i <i>C. amoena</i> u voćnjaku Gornja Trebinja u 2017. i 2018. godini.....	24
4.2. Dinamika ulova i brojnost vrsta <i>D. suzukii</i> i <i>C. amoena</i> u voćnjaku Vukoder u 2017. i 2018. godini.....	26
4.3. Dinamika ulova i brojnost vrsta <i>D. suzukii</i> i <i>C. amoena</i> u voćnjaku Zamršje u 2017. i 2018. godini.....	28
5. Rasprava	30
6. Zaključak	33
7. Popis literature	34
Životopis	38

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Karle Iviček**, naslova

POPULACIJA OCTENIH MUHA *Chymomyza amoena* I *Drosophila suzukii* U VOĆNJACIMA NA PODRUČJU KARLOVAČKE ŽUPANIJE

Dinamika ulova stranih vrsta octenih muha, *Drosophila suzukii* i *Chymomyza amoena*, istraživana je u tri voćnjaka (Gornja Trebinja, Vukoder i Zamršje) na području Karlovačke županije tijekom 2017. i 2018. godine. Prisutnost obje vrste utvrđena je tijekom 2017. godine u svim voćnjacima, dok je u 2018. godini utvrđena samo prisutnost vrste *D. suzukii*. Najveća brojnost vrste *D. suzukii* tijekom 2017. godine utvrđena je u voćnjaku Vukoder, a tijekom 2018. godine u voćnjaku Zamršje. Najveća brojnost vrste *C. amoena* tijekom 2017. godine utvrđena je u voćnjaku Zamršje. Agroklimatski uvjeti na području istraživanja pogodovali su razvoju vrste *D. suzukii* koja je utvrđena u vrlo visokoj brojnosti u svim voćnjacima, a isti uvjeti pogodovali su razvoju vrste *C. amoena* samo tijekom prve godine istraživanja. Utvrđena niska brojnost vrste *C. amoena* tijekom 2017. godine potvrda je neujednačene rasprostranjenosti ove octene muhe na istraživanom području. Vrste *D. suzukii* i *C. amoena* po prvi put su utvrđene na području Karlovačke županije, a podatci o dinamici leta i brojnosti njihovih populacija prilog su istraživanju stranih vrsta octenih muha na području Hrvatske.

Ključne riječi: Drosophilidae, dinamika ulova, hranidbene lovke, strane vrste, invazivne vrste

Summary

Of the master's thesis – student **Karle Iviček**, entitled

POPULATION OF VINEGAR FLIES *Chymomyza amoena* AND *Drosophila suzukii* IN ORCHARDS OF KARLOVAC COUNTY

The flight dynamics of alien species of vinegar flies, *Drosophila suzukii* and *Chymomyza amoena* was investigated in three orchards (Gornja Trebinja, Vukoder i Zamršje) in the area of Karlovac County during 2017 and 2018. Presence of both species has been confirmed during 2017 in all orchards, while in 2018 only presence of *D. suzukii* has been confirmed. The biggest abundance of *D. suzukii* has been determined in orchard Vukoder during 2017, and during 2018 in the orchard Zamršje. The biggest abundance of *C. amoena* during 2017 has been determined in orchard Zamršje. Agro-climatological conditions on the research area favored the development of *D. suzukii* species which has been determined in very high populations in all orchards, however the same conditions favored the development of *C. amoena* species only during the first year of research.

Low abundance of species *C. amoena* in 2017 is a confirmation of uneven distribution of this vinegar fly on researched area. Species *D. suzukii* and *C. amoena* were determined for the first time in the area of Karlovac County and data on flight dynamics and species abundance are a contribution to the research of alien vinegar flies in Croatia.

Keywords: Drosophilidae, catch dynamics, feeding traps, alien species, invasive species

1.Uvod

U svijetu je poznato 65 rodova porodice Drosophilidae s oko 3500 opisanih vrsta octenih muha. Najveći broj vrsta prisutan je na Havajskom otočju, dok na plearktičkom području obitava 370 vrsta od kojih 160 pripada rodu *Drosophila* (Band i sur., 2005.). U Europi je poznato oko 120 vrsta porodice Drosophilidae (Bächli, 1998.). U Hrvatskoj, fauna octenih muha je relativno malo istraživana, a većina istraživanja provedena je duž Jadranske obale i na otocima. Kontinentalni dijelovi Hrvatske slabo su istraženi (Kekić, 2002.).

Brojnost stranih vrsta iz reda Diptera u Europi eksponencijalno se povećava od druge polovice 20. stoljeća. Do sada se 98 vrsta Diptera udomaćilo u Europi, od kojih 18 pripada porodici Drosophilidae. Većina stranih vrsta Diptera introducirana je na područje Europe slučajno, a gotovo jedna trećina tih vrsta je porijeklom iz Sjeverne Amerike (Skuhravá i sur., 2010.).

U Hrvatskoj je poznato sedam stranih vrsta octenih muha među kojima je i strana invazivna vrste mušice octena mušica ploda *Drosophilla suzukii* (Matsumura, 1931) te zadnja novootkrivena strana vrsta octene muhe, *Chymomyza amoena* (Loew 1862) (Pajač Živković i sur., 2017. a).

Octena mušica ploda *D. suzukii* invazivna je vrsta iz jugoistočne Azije, po prvi puta opisana u Japanu 1916. godine (Cini i sur., 2012.). U posljednjih desetak godina proširila se na područje Južne i Sjeverne Amerike te Europe uzrokujući ekonomske štete u proizvodnji voća (Asplen i sur., 2015.). Smatra se kako se vrsta proširila na nova područja putem prekooceanske i cestovne trgovine odnosno uvozom sadnog materijala i voća (Lengyel i sur., 2015.). Za razliku od ostalih vrsta porodice Drosophilidae koje se hrane na trulom voću, vrsta *D. suzukii* oštećuje plodove u fazi dozrijevanja. Ženka svojom hitiniziranim, pilastom leglicom odlaže jaja u plodove iz kojih se razvijaju ličinke. Ishranom ličinki, plod gubi svoju tržišnu vrijednost (Pajač i Barić, 2010.). Takve štete uzrokuju ekonomske gubitke u uzgoju jagodastog, koštičavog te jezgričavog voća (Cini i sur., 2012.). U Hrvatskoj štete od ove vrste prvi put su zabilježene u uzgoju jagodastog voća 2016. godine (Mešić i sur., 2017.).

Za sada nije razvijen potpun i uspješan program zaštite od ovog štetnika, no u Europi se provodi praćenje octene mušice ploda u sklopu programa „*Pest Risk Assessment*” (Asplen i sur., 2015.; Cini i sur., 2012.). Zbog velikog broja biljaka domaćina, nepostojanja prirodnih neprijatelja na novo nastanjenim područjima te brzom razvoju i velikom broju generacija širenje ovog štetnika je vrlo uspješno (Cini i sur., 2012.).

Vrsta je rasprostranjena na području Hrvatske no njezina prisutnost na području Karlovačke županije slabo je istražena (Masten Milek i sur., 2015.). S obzirom na povoljne klimatske uvjete, širok krug biljaka domaćina zastupljenih na tom području, pretpostavlja se da je štetnik prisutan u Karlovačkoj županiji te da može uzrokovati štete u voćarskoj proizvodnji.

Vrsta *C. amoena* porijeklom je iz Sjeverne Amerike, a u Europi je otkrivena 1975. godine na području bivše Čehoslovačke (Máca i Laštovka, 1985.). Kao i octena mušica ploda slučajno je unesena uvozom zaraženog voća iz Amerike u Europu, a prisutnost biljaka

domaćina (npr. jabuke, engleskog hrasta i europskog kestena) pridonijela je širokom rasprostranjenju vrste u Europi (Band, 1989.). U Hrvatskoj, vrsta je prvi put otkrivena na području Međimurja 2016. godine (Pajač Živković i sur., 2017. b).

Za razliku od octene mušice ploda, vrstu *C. amoena* karakterizira tzv. točkasta distribucija na određenom području odnosno vrlo mala brojnost populacije u prirodi te neujednačena rasprostranjenost (Band, 1988 a.). S obzirom da je vrsta nedavno otkrivena na području Hrvatske nije poznato je li široko rasprostranjena u našoj zemlji. Nadalje, ne postoje podatci o dinamici leta te brojnosti populacije štetnika za Hrvatsku.

1.1.Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanje je utvrditi prisutnost, dinamiku leta i brojnost populacije octenih muha vrsta *Drosophila suzukii* i *Chymomyza amoena* tijekom dvije vegetacijske sezone u voćnjacima na području Karlovačke županije.

2. Pregled literature

2.1. Vrsta *Drosophila suzukii*

2.1.1. Sistematska pripadnost

Red: Diptera

Podred: Brachycera

Porodica: Drosophilidae Rondani, 1856

Podporodica: Drosophilinae Rondani, 1856

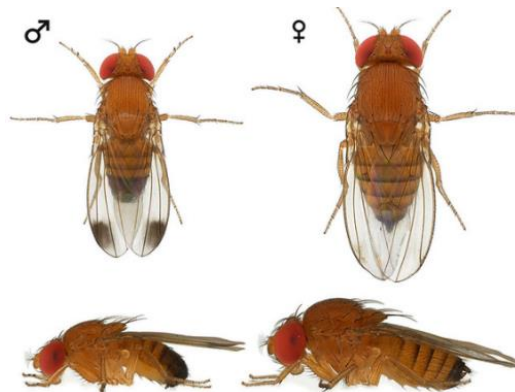
Rod: *Drosophila* Fallén, 1823

Podrod: *Sophophora* Sturtevant, 1939

Vrsta: *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) octena mušica ploda

2.1.2. Morfološke karakteristike

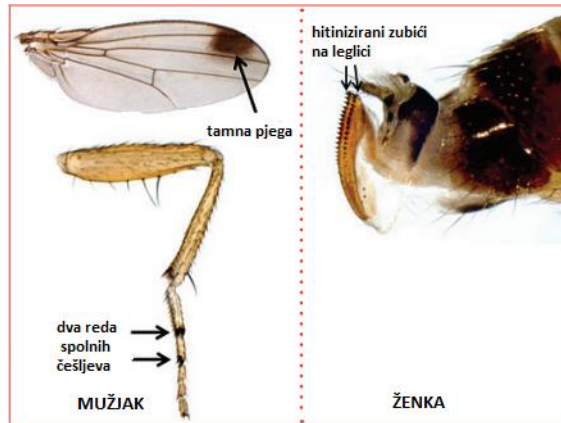
Odrasli oblici octene mušice ploda žutosmeđe su boje s jasno uočljivim prugama na kolutićima zatka, duljine tijela 2,3-4 mm i rasponom krila 6-8 mm (OEPP/EPPO, 2013.). Dimenzije tijela ženke kreću se između 2,4 i 4 mm te su nešto veće u odnosu na mužjake (slika 2.1.2.1.) čija duljina tijela iznosi 2 do 3,5 mm (OEPP/EPPO, 2013.). Glava im je sferična ili hemisferična s velikim crvenim očima karakterističnim za rod *Drosophila* (Masten Milek i sur., 2013.).



Slika 2.1.2.1. Odrasli oblik vrste *D. suzukii* (mužjak: lijevo, ženka: desno)

(Izvor: <https://www.flickr.com/photos/agroscope/29116345090>)

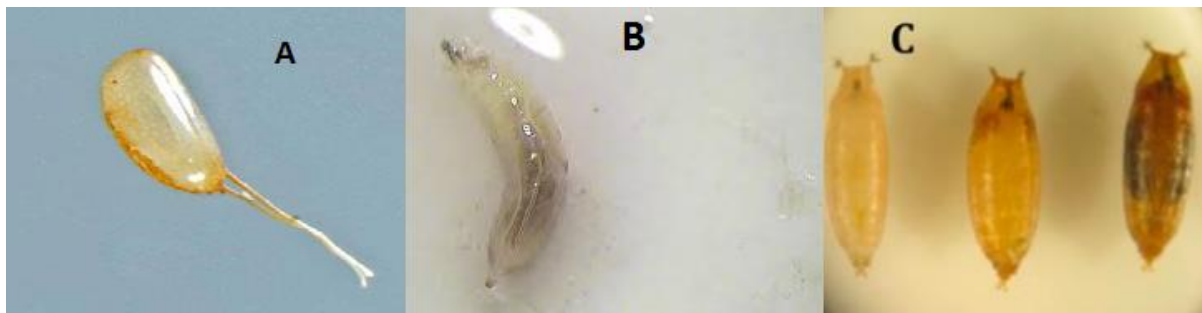
Glavne morfološke karakteristike mužjaka su crnosiva pjega smještena na vrhu žile *radius* (R) (Seljak, 2013.) (slika 2.1.2.2. lijevo gore) te raspored i oblik spolnih češljeva (Masten Milek i sur., 2013.) (slika 2.1.2.2. lijevo dolje). Spolni češljevi nalaze se na prvom i drugom članku stopala, sastavljeni su od 5-6 bodlji na prvom, te 3-4 na drugom članku stopala (OEPP/EPPO, 2013.) (slika 2.1.2.2. lijevo dolje). Morfološka karakteristika ženki specifična za identifikaciju jest sklerotizirana leglica sastavljena od 30-tak hitiniziranih zubića (OEPP/EPPO, 2013.) (slika 2.1.2.2. desno).



Slika 2.1.2.2. Morfološke karakteristike mužjaka i ženke vrste *D. suzukii* (lijevo gore: krilo mužjaka, lijevo dolje: prednja noga mužjaka, desno: hitinizirana leglica ženke)
 (Izvor: <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0145/8808/4272/files/A4133.pdf>)
 (Uredila: K. Iviček)

Jaja su ovalnog oblika dužine oko 0,6 mm. Bijele su boje sa dva filamenta na kraju koji imaju respiratornu ulogu (Masten Milek i sur., 2013.) (slika 2.1.2.3. A).

Ličinke su bijele ili prozirne s vidljivim unutarnjim organima (Seljak, 2013.). Veličine su oko 3,5 mm, cilindričnog oblika tijela bez nogu i glave (Masten Milek i sur., 2013.) (slika 2.1.2.3. B). Kukuljica je dužine 3 mm, a mijenja boju od mliječno bijele do tamno smeđe (OEPP/EPPO, 2013.) (slika 2.1.2.3. C). Na kraju se nalaze dvije dišne cijevi koje se granaju u osam ograna, a izgledom podsjećaju na rog (OEPP/EPPO, 2013.).



Slika 2.1.2.3. Jaje (A), ličinka (B) i kukuljica (C) vrste *D. suzukii*
 (Izvor: <https://extension.umaine.edu/blueberries/factsheets/insects/210-spotted-wing-drosophila/>)

2.1.3. Biologija

Octena mušica ploda prolazi kroz pet životnih stadija: jaje, ličinka 1. stadija, ličinka 2. stadija, ličinka 3. stadija, kukuljica i odrasli (Kanazawa, 1939.). Prezimljuje kao odrasli oblik na skrovitim mjestima ispod lišća ili između kamenja dok u povoljnim uvjetima može biti aktivna tokom cijele godine (Calabria i sur., 2010.). Ovisno o klimatskim uvjetima godišnje može razviti 10-15 generacija ovisno o uvjetima (Kanazawa, 2011. cit. Walsh i sur., 2011.). Kod idealnih klimatskih uvjeta cjelokupni razvoj svih stadija traje 8-14 dana, odnosno razvoj jaja traje 1-3 dana, za razvoj ličinke potrebno je 3-13 dana, a za razvoj kukuljice 4-16 dana

(Kanazawa 1939.). Ženka uz pomoć sklerotizirane leglice polaže jaja u plodove voća u zriobi (Pajač i Barić, 2010.). Preferira mesnate plodove s mekanom pokožicom, no u nedostatku istih polaže jaja na površinu bilo koje druge biljke u blizini, često u horizontalnom položaju što dovodi do propadanja jaja (Sampson i sur., 2016.). U prosjeku položi do 7 do 13 jaja dnevno (Calabria i sur., 2010.). Ličinke izlaze iz jaja nakon 2-72 sata ovisno o vanjskim uvjetima (Cini i sur., 2012.). Prilikom istraživanja provedenih u Japanu u kontroliranim uvjetima utvrđeno je kako se u jednom plodu može se razviti i do 60 ličinki (Kanazawa, 1939.) dok je istraživanjem provedenim u Hrvatskoj u plasteničkom uzgoju jagoda utvrđeno kako se iz jednog ploda može razviti 112 jedinki octene mušice ploda (Pajač Živković i sur., 2019.). Ličinke se razvijaju i hrane unutar ploda oko 13 dana (Cini i sur., 2012.). Kukulje se unutar ili izvan ploda odnosno na samoj površini ploda, a razvoj kukuljice traje 4-16 dana (Calabria i sur., 2010.; Asplen i sur., 2015.).

Kod mužjaka pjege na krilima počinju se razvijati nakon 10 sati, a vidljive su nakon dva dana (Walsh i sur., 2011.). U procesu kopulacije mužjaci privlače ženke mahanjem krila, te lupkanjem nogu (Lee i sur., 2011.). Kopulacija se počinje odvijati dva do tri dana po izlasku iz kukuljice. Trajanje kopulacije prosječno iznosi oko 26 minuta odnosno od dvije minute do jednog sata, te nakon jednog do četiri dana ženke započinju odlagati jaja (Lee i sur., 2011.). Polažu jaja pojedinačno te nasumično na plodove, a tokom života polože od 200 do 600 jaja (Kanazawa, 1939.; Lee i sur., 2011.). Ženka odlaže jaja vertikalno u mezokarp ploda, respiratorni nastavci na jajetu izviruju iz mjesta uboda kako bi se omogućilo disanje ličinke jer se u protivnom ličinka neće razviti (Stewart i sur., 2014. cit. Samson i sur., 2016.). Odrasli žive od 3 do 9 tjedana (Calabria i sur., 2012.).

2.1.4. Ekologija

Jedan od najvažnijih čimbenika koji utječe na razvoj mušice je temperatura odnosno ovisno o temperaturi cjelokupni razvojni ciklus može trajati svega nekoliko tjedana, mjesec dana ili mnogo duže (Coop i sur., 2013).

Aktivnost mušice počinje u proljeće kad temperature prijeđu 10 °C te one lete cijele vegetacijske godine ovisno o razvoju plodova domaćina (Pajač i Barić, 2010.). Optimalne temperature za aktivnost i kopulaciju odraslih iznose od 20-25 °C, a promjenom temperature smanjuje se njihova aktivnost (Walsh i sur., 2011.). Zahtjevi za temperaturom ovise o području u kojem vrsta obitava odnosno utvrđena je vrlo dobra sposobnost aklimatizacije vrste (Walsh i sur., 2011.). Prema Steck i sur. (2009.) utvrđeno je kako u kontroliranim uvjetima razvoj cijele generacije traje od 21-25 dana kod temperature od 15 °C, a ukoliko se temperatura smanji za tri stupnja razvoj se produlji na 50 dana, dok se kod 3 stupnja veće temperature on smanji na 19 dana. Kod 25 °C razvoj traje nepunih 9 dana dok je pri temperaturi od 28 °C najkraći, odnosno traje 7 dana (Steck i sur., 2009.). Prema istraživanjima u Japanu razvoj od jaja do odraslog oblika traje 8-10 dana pri temperaturi od 25 °C te 21 dan pri temperaturi od 15 °C (Kanazawa, 1939.). Ovipozicija se odvija na temperaturama od 10 do 32 °C. Aktivnost odraslih se smanjuje padom temperature, a

prestaje kada temperatura padne ispod 10 °C, a pri temperaturi od 5 °C mušice odlaze na prezimljenje (Lee i sur., 2011.). Letalne temperature za mušicu su 0,8 °C te 32 °C (Kimura 2004. cit. Calabria i sur., 2012.).

Drugi najvažniji čimbenik koji utječe na razvoj ličinki, preživljavanje odraslih i plodnost je vlaga. Istraživanja koja su proveli Tochen i sur. (2014.) pokazala su kako se kod povećanja vlage plodnost mušica povećava. Istraživanje je provedeno u kontroliranim, laboratorijskim uvjetima međutim i poljski pokusi su pokazali kako je kod niske vlažnosti broj mušica u lovkama znatno manji u odnosu na razdoblja kada je vlažnost visoka (Tochen i sur., 2014.).

Područja optimalna za opstanak vrste su ona sa srednjim godišnjim temperaturama zraka između 5 i 20 °C te godišnjom količinom oborina između 500 i 2500 mm (dos Santos i sur., 2017.). Prisutnost alternativnih biljaka domaćina osiguravat će ishranu odraslih oblika koji se hrane polenom te ovipoziciju ženki (Zerulla i sur., 2015.).

Od ostalih ekoloških čimbenika svjetlost ima pozitivnu reakciju na mušice jer se ona kreće ka svjetlosti kada je uznemirena, a u odnosu na gravitaciju pokazuje negativnu reakciju odnosno leti prema gore suprotno od djelovanja sile teže (Sturtevant, 1921.).

2.1.5. Biljke domaćini

Octena mušica ploda polifagna je vrsta koja se razvija na velikom broju biljaka domaćina (Cini i sur., 2012.). Upravo ta karakteristika omogućava joj brzo širenje i prisutnost na većem geografskom području (Asplen i sur., 2015.). Odrasli oblici mogu se hraniti polenom nekultiviranih biljaka, a utvrđena je i ishrana sokom hrastovog stabla (Walsh i sur., 2011.; Asplen i sur., 2015.). Štetnik je plodova koji imaju tanku kožicu jer u takve plodove ženka može odložiti jaja iz kojih će se kasnije razviti ličinke (Masten Milek i sur., 2015.). Ličinke se hrane plodovima velikog broja biljaka domaćina uključujući kultivirane biljke među kojima prevladava jagodasto, koštičavo i jezgričavo voće, a osim kultiviranih može napasti i nekultivirane biljke i ukrasno bilje (Masten Milek i sur., 2015.).

Utvrđena je na sljedećim vrstama iz porodice Rosaceae: *Fragaria ananassa*, *Rubus idaeus*, *Rubus fruticosus*, *Rubus laciniatus*, *Rubus americanicus*, *Prunus armeniaca*, *Prunus avium*, *Prunus persica*, *Prunus persica* var. *nucipersica*, *Pyrus communis* te na nekim drugim vrstama i hibridima roda *Rubus* (Cini i sur., 2012.). Vrste koje napada iz porodice Ericaceae uključuju: *Vaccinium myrtillus*, a iz porodice Grossulariaceae: *Ribes* sp. (Cini i sur., 2012.). Nadalje, razvija se na vrstama iz porodice Moraceae (*Ficus carica*, *Morus* spp.), Rhamnaceae (*Rhamnus fragula*), Cornaceae (*Cornus* spp.), Actinidiaceae (*Actinidia arguta*), Ebenaceae (*Diospiros kaki*), Myrtaceae (*Eugenia uniflora*), Rutaceae (*Murraya paniculata*), Myrcaceae (*Myrica rubra*), Caprifoliaceae (*Lonicera* spp.), Elaeagnaceae (*Eleagnus* spp.), Adoxaceae (*Sambucus nigra*) i Vitaceae (*Vitis vinifera*, *Vitis labrusca*) (Kanazawa, 1939., Grassi i sur., 2011., Lee i sur., 2011., Seljak, 2013., Walsh i sur., 2011.).

U istraživanju provedenom tokom dvije godine na području Italije, Nizozemske i Švicarske utvrđene su 84 vrste biljaka domaćina iz 19 porodica od kojih 34 vrste nisu bile native (Kenis i sur., 2016). Vrste na kojima su se razvile jedinice octene mušice ploda su

sljedeće: porodica Rosaceae (*Rosa glauca* Pourr., *Rosa pimpinellifolia* L., *Rosa rugosa* Thunb., *Rubus caesius* L., *Rubus fruticosus* aggr. *Rubus idaeus* L., *Rubus phoenicolasius* Maxim., *Rubus saxatilis* L., *Sorbus aucuparia* L., *Sorbus aria* L.); porodica Adoxaceae (*Sambucus ebulus* L., *Sambucus nigra* L., *Sambucus racemosa* L., *Viburnum rhytidophyllum* Hemsl., *Viburnum lantana* L.); porodica Solanaceae (*Solanum dulcamara* L., *Solanum nigrum* L.); porodica Ericaceae (*Vaccinium myrtilloides* Michx., *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium oldhamii* Miquel., *Vaccinium praestans* Lamb., *Vaccinium vitis-idea* L., *Symphoricarpos albus* (L.) (Caprifoliaceae), *Tamus communis* L. (Dioscoreaceae), *Taxus baccata* L. (Taxaceae) te Vitaceae (*Vitis vinifera* L.) (Kenis i sur., 2016.).

Prisutnost alternativnih biljaka domaćina u blizini nasada održava populaciju u nedostatku kultiviranih biljaka domaćina, neke od biljaka na kojima štetnik 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) i *Symphoricarpos albus* L. (biserak) (Poyet i sur., 2015.).

Vrste na kojima je utvrđena ovipozicija no nema razvoja ličinki su sljedeće: *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.). Takve vrste moglo bi se koristiti kao lovne ili tzv. „catch crop” biljke kako bi se smanjila populacija na kultiviranim biljkama i time smanjio napad.

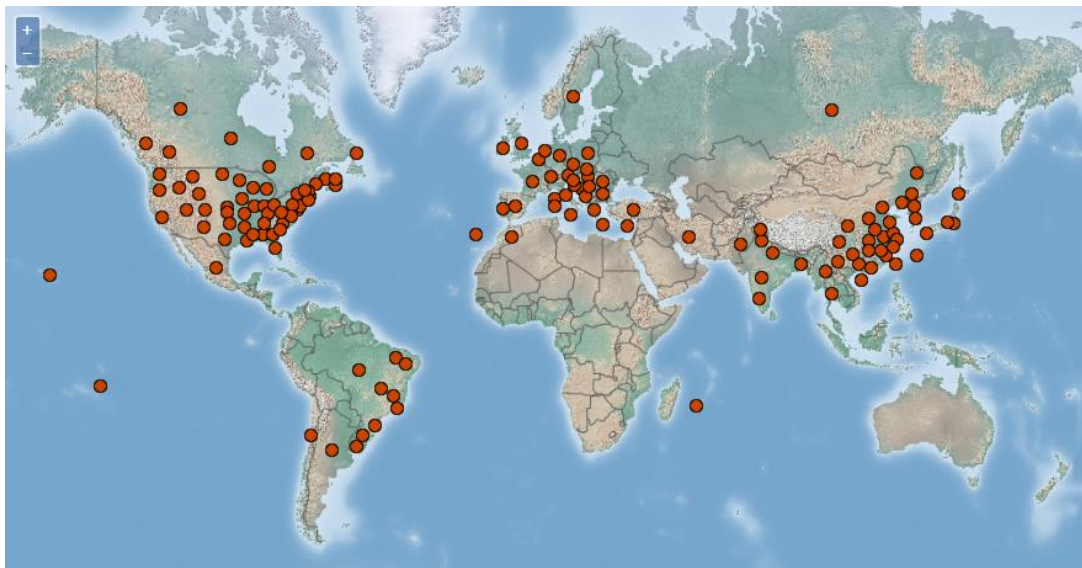
2.1.6. Štetnost vrste

Octena mušica ploda za razliku od ostalih vrsta iz porodice Drosophilidae polaže jaje uz pomoć svoje hitinizirane leglice u plodove u fazi dozrijevanja, iako može napasti i trule i oštećene plodove (Mitsui i sur., 2006 cit. Cini i sur., 2012.). Štete koje uzrokuje octena mušica ploda mogu biti primarne i sekundarne. Primarne štete uzrokuju ličinke svojom ishranom međutim, ovipozicijom ženka oštećuje plod čime omogućava ulazak bakterija i plijesni. Sekundarne štete stvaraju patogeni koji uzrokuju trulež i razvoj plijesni plodova čime se gubi njihova tržišna vrijednost (Asplen i sur., 2015.).

Štetnost octene mušice ploda ne očituje se isključivo u njenoj ovipoziciji već u velikoj plodnosti, mogućnosti aklimatizacije na nove uvijete, širokom krugu domaćina, te velikom potencijalu širenja (Cini i sur., 2012.).

2.1.7. Porijeklo i širenje vrste u svijetu

Smatra se kako octena mušica ploda potiče iz Japana gdje je prvi put pronađena 1916. na stablu trešnje iako se još uvijek ne zna je li vrsta tamo nativna (Cini i sur., 2012.). Kasnih 2000-ih počela se širiti svijetom, pa je tako 1937. utvrđena u Kini, a 1940. u Koreji gdje su prvotno samo bile opisane štete (Asplen i sur., 2015.). Kasnije se proširila na područje Tajvana, Indije, Pakistana i Rusije (Cini i sur., 2012.). U Americi, prvi put utvrđena je 1980. na Havajima gdje se ubrzo nakon prvog utvrđivanja proširila istočnom i zapadnom obalom, pa je tako zabilježena u Kaliforniji, Kolumbiji, Kanadi i Meksiku (Cini i sur., 2012.; Asplen i sur., 2015.). U Turskoj je utvrđena 2014. godine (Orhan i sur., 2016.). Danas je prisutna na gotovo svim kontinentima (slika 2.1.7.1.).



Slika 2.1.7.1. Rasprostranjenost vrste *D.suzukii* u svijetu
(Izvor: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/109283#toDistributionMaps>)

U Europi, vrsta je prvi puta utvrđena 2008. godine u španjolskoj pokrajini Tarragona (Raspi i sur., 2011.). Već je sljedeće godine utvrđena u Italiji i Francuskoj (Calabria i sur., 2012.; Cini i sur., 2011.). Godinu kasnije, 2010. registrirana je na području Portugala (Asplen i sur., 2015), Slovenije (Seljak, 2011.) i Hrvatske (Masten Milek i sur., 2011.). Na području Njemačke, Belgije i Australije prvi put je zabilježena 2011. godine (Asplen i sur., 2015).

Brzom širenju mušice doprinosi transport voća i presadnica što potvrđuje istraživanje provedeno u Mađarskoj gdje je vrsta 2013. utvrđena isključivo uz autoceste dok u područjima proizvodnje voća nije pronađena (Lengyel i sur., 2015.). Iste godine potvrđen je pronalazak vrste u Bosni i Hercegovini (Ostojić i sur., 2014.), Srbiji (Toševski i sur., 2014), i Korzici (EPPO, 2013.). Do 2015. godine gotovo sve europske države potvrdile su prisutnost

ovog štetnika (slika 2.1.7.2.). Od prvog pronalaska 2008. godine pa sve do danas vrsta se proširila na 25 europskih zemalja.



Slika 2.1.7.2. Rasprostranjenost vrste *D.suzukii* u Europi do 2015. godine
(Izvor: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10340-015-0681-z>)

2.1.8. Širenje vrste u Hrvatskoj

Octena mušica ploda utvrđena je u Hrvatskoj 2010. godine na području Istarske županije. Lovke na bazi jabučnog octa postavljene su u nasade maline, breskve i vinove loze na lokalitetima Škudelin i Petrovija (Masten Milek i sur., 2011.). "Monitoring" proveden 2011. godine utvrdio je prisutnost mušice na lokalitetu Rijeka, Matulji i Vrbnik na smokvi i vinovoj lozi, te u Međimurju na lokalitetu Vraštinec na američkoj borovici (Ivić i sur., 2012.). U 2012. godini nađena je na vinovoj lozi u Bužinu i Novigradu, na breskvi u Umagu i Puli, te u Koprivnici na vinovoj lozi (Masten Milek i sur., 2015.).

Tijekom 2013. godine potvrđena je prisutnost vrste na lokalitetima Velika Ludina u Sisačko-moslavačkoj županiji i Bešlinec u Zagrebačkoj županiji (Masten Milek i sur., 2015.). U narednom periodu praćenja proširenje vrste utvrđeno je u slijedećim županijama: Primorsko-goranskoj županiji (lokalitet Rijeka na šljivama), Zadarskoj županiji (lokalitet Škabrnja na stablu trešnje, na stablu breskve u Baštici, Brguljama, Posedarju, Škabrnji i okolini Zadra), Šibensko-kninskoj županiji (lokalitet Zaton i Krčulj na breskvi i vinovoj lozi) te u Splitsko-dalmatinskoj županiji (lokacije Drvenik i Solin na smokvi). U Dubrovačko-neretvanskoj županiji prisutnost vrste utvrđena je na lokalitetima Orašac, Dolima, Hodiljama i Zaton na smokvi i višnji (Masten Milek i sur., 2015.). Zabilježena su i oštećenja na nekultiviranoj vrsti oskoruši (*Sorbus domestica*) u Kaldiru (Masten Milek i sur., 2015.). U 2016. godini zabilježena je na području Međimurja na dvije lokacije Donji Zebanec i Sveti Urban (Pajač Živković i sur., 2017 b.)

2.1.9. Ekonomski gubitci

Tijekom 2008. i 2009. godine štetnik je na području SAD-a uzrokovao ekonomske štete u proizvodnji jagodastog voća (gubici uroda između 20 i 80%) (Orhan i sur., 2015. cit. Walsh i sur., 2011.). Na područjima intenzivnog uzgoja jagodastog voća Kalifornije, Oregona i Washingtona gubitci uroda od 20% u uzgoju jagoda uzrokovali su štete u proizvodnji u iznosu od 33,4 milijuna američkih dolara, dok su se štete u uzgoju borovnice kretale između 56,7 i 174,8 milijuna američkih dolara (Lee i sur., 2011.). Godišnji gubici u SAD-u od strane octene mušice ploda iznose i do 500 milijuna dolara godišnje u uzgoju jagodastog voća (Walsh i sur., 2011.).

Na području Europe *D. suzukii* je 2010. godine u sjevernoj Francuskoj uzrokovala gubitak uroda od 80% u uzgoju jagoda, te gubitak uroda od 30-40% u uzgoju jagodastog voća na području Italije (Lee i sur., 2011.).

2.1.10. Metode praćenja

Utvrđivanje prisutnosti i praćenje vrste *D. suzukii* provodi se pomoću hranidbenih lovki ili vizualnim pregledom plodova (Asplen i sur., 2015.; Masten Milek i sur., 2015.). Metoda ulova pomoću hranidbenih lovki temelji se na empirijskoj teoriji kako miris trulog voća ili voćnih fermentata privlači octene muhe (Kekić, 2002.). Na ulov jedinki utječe boja i oblik lovke te je dokazano kako crvena i crna boja najviše privlače octenu mušicu ploda (Cini i sur., 2012). Također je dokazano kako je kombinacija octa i vina najbolji atraktant octene mušice ploda zbog pretpostavke na sinergističko djelovanje volatilnih komponenti etanola i octene kiseline (Landolt i sur., 2012.). U budućnosti bi se poznavanje kariomona za octenu mušicu ploda moglo koristiti ne samo za praćenje već i suzbijanje ovog štetnika (Wu i sur., 2007.). Praćenje octene mušice ploda aktivno se provodi u SAD-u i Europi u sklopu programa „*Pest Risk Assessment*” kako bi se procijenio rizik od pojave i širenja štetnika, uz pravovremeno preporučivanje odgovarajućih mjera zaštite; ukoliko se na određenom području utvrdi visina populacije koja može uzrokovati ekonomske štete u proizvodnji voća (Asplen i sur., 2015.; Cini i sur., 2012.).

U svrhu praćenja štetnika najčešće se koriste lovke na bazi jabučnog octa ili fermentiranog voća (Kekić, 2002.). Lovke na bazi jabučnog octa sastoje se od plastične boce s čepom koja može biti zapremine 250, 500 ili 700 ml (Masten Milek i sur., 2013.). Ispod vrha boce izbuše se četiri rupe promjera 5 mm, jedna nasuprot druge te se napune sa 150 do 200 ml hranidbene komponente. Hranidbena komponenta može biti: jabučni ocat, vinski ocat ili vodena otopina kvasca i šećera (Bjeliš i sur., 2015.). U otopinu se može dodati i kap deterdženta kako bi se smanjila površinska napetost (Walsh i sur., 2011.). Lovke se postavljaju na sredinu voćnjaka u sjenoviti položaj tako da se boca objesi na voćku ili fiksira na tlo u blizini voćnjaka (Masten Milek i sur., 2015.).

Praćenje počinje kada temperatura zraka prijeđe 10 °C jer tada počinje let mušica (Pajač i Barić, 2010.). Lovke se pregledavaju svakih sedam do 14 dana, te se ulov čuva u 70 %-tnom alkoholu do determinacije (Masten Milek i sur., 2015.).

Vizualnim pregledom plodova vidljiv je ožiljak na pokožici ploda (slika 2.1.10.1. lijevo) nastao ovipozicijom koji često mijenja boju u odnosu na ostalo tkivo s obzirom na ulazak sekundarnih patogena, a u poprečnom prerezu ploda jagode vidljive su ličinke mušice (slika 2.1.10.1. desno) (Pajač i Barić, 2010.).



Slika 2.1.10.1. Ožiljak od ovipozicije štetnika na plodu trešnje (lijevo), ličinke *D. suzukii* u plodu jagode (desno)

(Izvor: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/87/Cherry_suzukii.jpg/1024px-cherry_suzukii.jpg)

(Izvor: <https://content.ces.ncsu.edu/spotted-wing-drosophila-in-strawberries>)

2.1.11. Mjere suzbijanja

Suzbijanje octene mušice ploda temelji se na kombinaciji preventivnih i kurativnih mjera odnosno kombinacijom mehaničkih, bioloških, kemijskih i biotehničkih mjera zaštite (Masten Milek i sur., 2015.). Suzbijanje štetnika problematično je zbog širokog kruga domaćina, velikog broja generacija te velikog potencijala širenja (Klick i sur., 2016.).

2.1.11.1. Mehaničke mjere

U mehaničke mjere zaštite ubrajamo upotrebu zaštitnih mreža promjera okaca do 1 mm kojima se pokriva cijeli voćnjak, a primjenom ove mjere u Japanu utvrđena je 100 %-tna učinkovitost (Caprile i sur., 2011.; Kawase i sur., 2007.). Nadalje, skupljanje i uništavanje zaraženih plodova mehanička je mjera kojom se smanjuje brojnost populacije. Skupljene plodove potrebno je u potpunosti mehanički uništiti ili spaliti, a zakopavanje se ne preporuča jer se mušice mogu razviti iz zakopanih kukuljica (Lee i sur., 2011.). Skupljanje plodova fizički je naporna mjera, te se provodi isključivo na malim posjedima ili okućnicama (Lee i sur., 2011.). Solarizacija je još jedna od mjera koja nije povoljna za velika gospodarstva no može se koristiti na manjim posjedima, a kod primjene ove metode plodovi se stavljaju u plastične vreće debljine 1-2 mm te izlažu suncu (Walsh i sur., 2011.).

Uklanjanjem alternativnih domaćina također se može postići smanjenje brojnosti populacije (Klick i sur., 2016.). Kod samog skladištenja plodove je potrebno izložiti temperaturi od 3 °C tijekom 96 sati čime se jaja i ličinke unutar ploda uništavaju (Calabria i sur., 2010.).

2.1.11.2. Biotehničke mjere

Biotehničke mjere podrazumijevaju uporabu atraktanata, a najčešće se koriste hranidbeni atraktanti s ciljem smanjenja populacije štetnika (Masten Milek i sur., 2013.). Lovke na bazi hranidbenih atraktanata mogu se samostalno izraditi ali su i komercijalno dostupne (Cini i sur., 2012.). Dodavanjem žute ljepljive trake/ploče uz postavljenu hranidbenu lovku povećava se uspješnost ulova (Walsh i sur., 2011.). Lovke se mogu koristiti za provođenje metode „privuci i ubij” i metode masovnog ulova gdje se velik broj lovki (24-40 lovki po hektaru) postavlja u voćnjak (Wu i sur., 2007.).

2.1.11.3. Biološke mjere

U biološkom suzbijanju octene mušice ploda postoje mnogi agensi koji se mogu koristiti u tu svrhu a neki od njih su: entomopatogene gljive, bakterije, virusi te predatori i parazitoidi.

Od parazitskih osica, vrste *Phaenopria* spp. u prirodi parazitiraju vrstu *D. suzukii* međutim laboratorijski pokusi nisu potvrdili dobru učinkovitost (Kanzawa, 1939.). Vrste roda *Ganapis* pokazale su učinkovitost od 2-7 % u parazitiranju ličinki mušice dok se hrane u plodu za razliku od vrsta *Leptopilina japonica* i *Asobara japonica* koje parazitiraju isključivo jaja i ličinke na otpalom trulom voću (Cini i sur., 2012.). Istraživanja su pokazala kako povećana razina hemocita u jajima osica stvara jaku imunološku reakciju u tijelu ličinke i otpornost za razliku od nekih drugih vrsta roda *Drosophila* (Cini i sur., 2012.). Parazitacija vrstom *Pachycrepoides vindemmidae* u istraživanjima provedim u Španjolskoj i Francuskoj postignuta je 80%-tna učinkovitost suzbijanja (Asplen i sur., 2015.). Dok su vrste *Asobara tabida* i *Asobara rufescens* iz porodice Braconidae pokazale dobre rezultate u poljskim pokusima u Japanu (Mitsui i sur., 2010.). Parazitoid kukuljice *Trichopria drosophile* postigao je učinak parazitacije od 10,7 % (Walsh i sur., 2011.). Entomofagne predatorske stjenice roda *Orius* najznačajniji su prirodni neprijatelji ličinki vrste *D. suzukii* (Walsh i sur., 2011.).

Vrlo pouzdana metoda zaštite je puštanje sterilnih mužjaka čime se smanjuje reproduksijski potencijal populacije, a nema neželjenih utjecaja na druge organizme (Vreysen i sur., 2006. cit. Cini i sur., 2012.).

2.1.11.4. Kemijske mjere

Primjena kemijskih mjera vrlo je ograničena u vidu više aspekata, a prvenstveno u vidu registracije. U Hrvatskoj nema registriranih pripravaka za suzbijanje octene mušice ploda (Masten Milek i sur., 2015.). S obzirom da štete nastaju u vrijeme zriobe plodova primjena insekticida neposredno pred berbu problematična je sa stanovišta rezidua, te je štetna za oprašivače i prirodne neprijatelje (Cini i sur., 2012.; Masten Milek i sur., 2015.). Kod suzbijanja octene mušice ploda prvenstveno se nastoji smanjiti brojnost odraslih oblika kako bi se smanjile štete nastale ovipozicijom i ishranom ličinki (Masten Milek i sur., 2015.).

Također u svijetu je problem suzbijanja izražen u organskoj proizvodnji gdje dozvoljeni insekticidi imaju znatno slabije djelovanje od kemijskih (Walsh i sur., 2011.). Istraživanja su pokazala kako organofosfati i piretroidi pokazuju dobro kontaktno i rezidualno djelovanje od 12 do 14 dana (Cini i sur., 2012.). Istraživanja u Italiji pokazala su kako lambda cihalotrin jedini ima učinkovito djelovanje dok su alternacija spinosada i piretrina rezultirale smanjenjem šteta odmah nakon tretmana no ne i zadovoljavajuće rezultate u vrijeme berbe plodova (Grassi i sur., 2011.). Zbog velikog broja generacija koje godišnje razvija štetnik i velike plodnosti mogućnost pojave rezistentnosti uslijed primjene insekticida je vrlo velika, stoga se kod upotrebe insekticida preporuča primjena sredstava različitog mehanizma djelovanja (Asplen i sur., 2015.; Cini i sur., 2012.).

2.2. Vrsta *Chymomyza amoena*

2.2.1. Sistematska pripadnost

Red: Diptera

Podred: Brachycera

Porodica: Drosophilidae Rondani, 1856

Podporodica: Drosophilinae Rondani, 1856

Rod: *Chymomyza* Czerny 1903

Vrsta: *Chymomyza amoena* (Loew 1862)

2.2.2. Morfološke karakteristike

Kod odraslih oblika vrste *C. amoena* prsa su žuto-smeđe boje, a zadak je tamnosmeđ (slika 3.2.2.1.). Veličina tijela varira od 2 do 4 mm (Pajač Živković i sur., 2017. a). Iako sve vrste porodice Drosophilidae imaju crveno obojane oči ovu vrstu karakterizira izrazito crvena boja očiju (Bächli i sur., 2004.). Najznačajnije morfološke karakteristike vrste su žučkaste noge te krila s dvije poprečne pruge i tamnom mrljom smještenom duž R1 krilne žile (Bächli i sur., 2004.).



Slika 3.2.2.1. Odrasli oblik *C. amoena*

(Izvor: http://cjai.biologicalsurvey.ca/mmg_31/mmg_31_36.HTM)

2.2.3. Biologija i štetnost vrste

Vrsta *C. amoena* je multivoltina vrsta, a kod povoljnih uvjeta razvoj jedne generacije može trajati mjesec dana (Pajač Živković i sur., 2017. a). Nakon razvoja odraslog oblika vrlo brzo dolazi do kopulacije, a nova ovipozicija nastupa za 7 do 10 dana (Band,

1988a.). Prezimljuje ličinka trećeg stadija u tlu iako ponekad može prezimiti i u plodu u kojem se je hranila, a u toplijim područjima može preživjeti i u obliku kukuljice (Band, 1982.). Stadij kukuljice obično se razvija u tlu no može se razviti i u supstratu u kojem se ličinka hranila (Band, 1988a.). Utvrđeno je kako u svibnju *C. amoena* odlaže jaja na prezimjelim plodovima vrste *Malus coronaria*, zatim u lipnju na otpalim parazitiranim plodovima šljive (*Prunus domestica*), a krajem lipnja i početkom srpnja na rano otpalim parazitiranim nezrelim jabukama (*Malus domestica*) (Band i sur., 2005.).

Vrsta ima sposobnost aklimatizacije na nove klimatske uvjete, te relativno široko rasprostranjen krug domaćina ne samo u Americi nego i u Europi čime se omogućuje brzo širenje na novim područjima (Band, 1989.). Vrsta se ne smatra štetnikom u poljoprivredi niti u šumarstvu jer napada isključivo oštećene ili parazitirane plodove (Pajač Živković i sur., 2017. a).

2.2.4. Biljke domaćini

Vrste roda *Chymomyza* razvijaju se ispod kore drveća na mjestima gdje su nastala mehanička oštećenja kao primjerice oguljena kora ili prerezane grane. No, vrsta *Chymomyza amoena* je izuzetak jer se ona razvija u parazitiranim ili oštećenim plodovima gdje se ličinka hrani mikroorganizmima koji se nalaze u trulom tkivu ili ekskrementima primarnih štetnika (Band, 1988b.). Za razliku od drugih vrsta roda *Drosophila* može se razviti u lupinastim plodovima poput kestena (Band, 1991.).

Vrsta je polifagna te se u svom nativnom području razvija na plodovima jabuke vrsta *Malus domestica* Borkh i *Malus coronaria* L., žirevima hrasta (*Quercus* spp.) odnosno vrstama crnog hrasta (*Quercus nigra* L.), crvenog hrasta (*Quercus rubra* L.) i bijelog hrasta (*Quercus alba* L.), ta na crnom orahu (*Juglans nigra* L.) (Band i sur., 2005.). Istraživanjem provedenim u Švicarskoj utvrđena je vrlo dobra prilagodljivost vrste na biljke domaćine prisutne u Europi (Band i sur., 1989.). Istraživanja provedena u Švicarskoj i Njemačkoj utvrdila su prisutnost vrste u plodu pitomog kestena (*Castanea sativa* Miller.), hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), te u plodovima jabuke (*Malus domestica* Borkh), trešnje (*Prunus avium* L.), šljive (*Prunus domestica* L.) i kruške (*Pyrus domestica* L.) (Band i sur., 2016. cit. Pajač Živković i sur., 2017. a).

2.2.5. Porijeklo i širenje vrste u Europi

Vrsta *C. amoena* porijeklom je iz Sjeverne Amerike odnosno nativna je vrsta na području jugoistočnog dijela Kanade i istočnih saveznih država SAD-a (Band, 1991.). Smatra se da je vrsta proširena uvozom zaraženog voća iz Amerike u Europu, a velik broj dostupnih biljaka domaćina (domaće jabuke, engleskog hrasta i europskog kestena) zaslužan je za široku rasprostranjenost vrste u Europi (Band, 1989.).

U Europi vrsta je prvi put zabilježena na području nekadašnje Čehoslovačke 1975. u pokrajini Bohemiji koja danas pripada Češkoj (Máca i Laštovka, 1985.). Nedugo zatim, 1980. godine pronađena je u Mađarskoj i Srbiji (Band i sur., 2005. cit. Pajač Živković i sur., 2017. a).

U proteklih 40-tak godina rasprostranila se na području 15 europskih zemalja (Skuhrava i sur., 2010). Vrsta je prisutna u Austriji, Crnoj Gori, Češkoj, Francuskoj, Njemačkoj, Mađarskoj, Poljskoj, Rumunjskoj, Rusiji, Srbiji, Slovačkoj, Švicarskoj i Nizozemskoj (de Jong i van Zuijlen 2003.; Withers i Allemand 1998. cit. Máca i Bächli 1994.).

U Hrvatskoj, vrsta je prvi put slučajno otkrivena 2016. godine u sklopu faunističkog istraživanja vrsta iz porodice Drosophilidae na području Međimurja. Na lokaciji Donji Zebanec (N 46°28'1.2", E 16°24'0") uz pomoć lovki na bazi jabučnog octa postavljenih u vinograd ulovljena su dva mužjaka vrste *C. amoena* (Pajač Živković i sur., 2017. b). Mjesto prikupljanja okruženo je šumom i voćnjacima jabuke (*Malus domestica* Borkh.), kruške (*Pyrus communis* L.), slatke trešnje (*Prunus avium* L.) i oraha (*Juglans regia* L.) odnosno različitim biljnim domaćinima ove vrste (Pajač Živković i sur., 2017. a). Očekuje se pronalazak vrste i na području sjeverne Hrvatske zbog zastupljenosti i intenzivnog uzgoja jabuke na tom području okruženom šumama Medvednice, Međimorskog gorja i Hrvatskog zagorja (Pajač Živković i sur., 2017. a). Službena istraživanja rasprostranjenosti vrste na području Hrvatske još uvijek traju iako se smatra se da je vrsta prisutna već neko vrijeme na našem području (Pajač Živković i sur., 2017. a).

3. Materijali i metode

3.1. Područje istraživanja

Praćenje dinamike populacije vrsta *D. suzukii* i *C. amoena* provedeno je tijekom dvije vegetacijske sezone, 2017. i 2018. godine u tri voćnjaka (Gornja Trebinja, Vukoder i Zamršje) na području Karlovačke županije (slika 3.1.1.). Voćnjaci su odabrani nasumično, a međusobno su udaljeni oko 17 km.



Slika 3.1.1. Prikaz lokacija voćnjaka na području Karlovačke županije u kojima je provedeno praćenje vrsta *D. suzukii* i *C. amoena*

(Izvor: K. Iviček prema Google maps, 2019.)

Voćnjak Gornja Trebinja (slika 3.1.2.) nalazi se na 45° 26' 10.8" sjeverne geografske širine i 15° 40' 12.5" istočne geografske dužine. Voćnjak je u vlasništvu obiteljskog gospodarstva Dobro-Petrić d.o.o. koje se bavi uzgojem jabuke, kruške i breskve. Glavninu uzgoja čine jabuke, a najzastupljenije sorte su 'Idared' i 'Jonagold' dok su neke od ostalih sorta u uzgoju 'Gala', 'Braeburn' i 'Melrose'. Voćnjak je smješten na brežuljkastom području, okružen je šumom Gornja Trebinja i oranicama u blizini rijeke Kupe.



Slika 3.1.2. Voćnjak Gornja Trebinja
(Izvor: K. Iviček)

Voćnjak Vukoder (slika 3.1.3.) nalazi se na $45^{\circ} 34' 37.2''$ sjeverne geografske širine i $15^{\circ} 32' 38.4''$ istočne geografske dužine. To je privatni ekstenzivni voćnjak u kojem se uzgajaju koštičave (šljiva i višnja), jezgričave (jabuka i kruška) i jagodaste voćne vrste (malina i ribiz). Smješten je u brežuljkastom području. Okružen je šumom te voćnjacima i vinogradima uglavnom ekstenzivnog tipa uzgoja.



Slika 3.1.3. Voćnjak Vukoder
(Izvor: K. Iviček)

Voćnjak Zamršje nalazi se na 45° 30' 36" sjeverne geografske širine i 15° 41' 34.8" istočne geografske dužine (slika 3.1.4.). Voćnjak je u vlasništvu obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva koje se bavi voćarstvom odnosno uzgojem jabuke, aronije i marelice te pčelarstvom, povrćarstvom i peradarstvom.



Slika 3.1.4. Voćnjak Zamršje
(Izvor: K. Iviček)

3.2. Meteorološke prilike na području istraživanja

Klima na području Karlovačke županije je umjereno topla vlažna s toplim ljetom. Padaline su kroz godinu ravnomjerno raspoređene, a najveća količina padalina bilježi se u proljeće i jesen. Tokom proljeća padaline su konvekcijske, dok su jesenske povezane uz prolaz ciklona (DHMZ, 2017.). Podaci o srednjim mjesečnim temperaturama zraka i oborinama odnose se na meteorološku postaju Mala Švarča, a dobiveni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ). Mikroklima na lokacijama Gornja Trebinja i Vukoder je podjednaka zbog slične nadmorske visine, dok lokacija Zamršje ima nešto niže dnevne temperature zraka.

3.2.1. Temperature zraka u 2017. i 2018. godini

Srednje mjesečne temperature zraka zabilježene u 2017. i 2018. godini prikazane su u Tablici 3.2.1.1. U 2017. godini najniža srednja mjesečna temperatura utvrđena je u mjesecu siječnju (-4,0°C), dok je najviša zabilježena u mjesecu srpnju (23,2°C). Srednja godišnja temperatura zraka iznosila je 11,7°C.

Tablica 3.2.1.1. Prikaz srednjih mjesečnih temperatura zraka (°C) na području istraživanja u 2017. i 2018. godini

2017.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Srednja god. temp. (°C)
srednja mj. temp. (°C)	-4,0	4,7	8,7	11,4	16,7	22,0	23,2	22,5	14,5	10,8	6,2	3,5	11,7
2018.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Srednja god. temp. (°C)
srednja mj. temp. (°C)	4,7	-0,6	4,5	14,9	18,6	20,5	21,8	22,2	16,2	12,3	7,4	1,5	12

Izvor: DHMZ,2019

U 2018. godini najniža srednja mjesečna temperatura utvrđena je u mjesecu veljači (-0,6°C) dok je najviša zabilježena u mjesecu kolovozu (22,2°C). Srednja godišnja temperatura zraka u 2018. godini iznosila je 12 °C (tablica 3.2.1.2.).

3.2.2. Oborine u 2017. i 2018. godini

Srednje mjesečne oborine zabilježene u 2017. i 2018. godini na području istraživanja prikazane su u Tablici 3.2.2.1. Srednja godišnja količina oborina u 2017. godini iznosila je 97,3 mm. Najmanja srednja mjesečna količina oborina zabilježena je u srpnju i iznosila je 32,3 mm dok je najviša iznosila 295,3 mm te je zabilježena u rujnu.

Tablica 3.2.2.1. Prikaz srednjih mjesečnih oborina (mm) na području istraživanja u 2017. i 2018. godini

2017.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	srednja god.oborina (mm)
srednja mj. oborina (mm)	53,0	69,7	48,3	74,9	67,8	67,1	32,3	102,3	295,3	73,2	184,9	99,0	97,3
2018.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	srednja god.oborina (mm)
srednja mj.oborina (mm)	70,2	192,1	72,8	57,2	108,7	133,1	89,7	55,7	60,1	58,3	79,1	40,1	84,7

Srednja godišnja količina oborina u 2018. godini iznosila je 84,7 mm. Najmanja srednja mjesečna količina oborina zabilježena je u kolovozu i iznosila je 55,7 mm dok je najviša iznosila 192,1 mm te je zabilježena u veljači.

3.3. Praćenje vrsta *D. suzukii* i *C. amoena*

Populacija vrsta *D. suzukii* i *C. amoena* tijekom 2017. godine praćena je od sredine ožujka do kraja listopada, a tijekom 2018. godine od početka ožujka do sredine prosinca.

Octene muhe su prikupljane pomoću prozirnih plastičnih boca s jabučnim octom (slika 3.3.1). Boce su postavljane u središnji dio voćnjaka. U Zamršju, lovka je postavljena na stablo jabuke (sorte 'Fuji'), u Gornjoj Trebinji također na stablo jabuke (sorte 'Idared'), te u Vukoderu na stablo kruške. Boce su postavljane u blizini cvjetnih pupova na reprezentativnu granu na stablu.

Lovke su svaka dva tjedna prikupljane iz voćnjaka i zamjenjivane novim. Tijekom 2017. godine provedeno je 16 pregleda i ukupno je prikupljeno 48 uzoraka. U 2018. godini provedeno je 20 pregleda te je ukupno prikupljeno 60 uzoraka.



Slika 3.3.1. Hranidbena lovka na bazi jabučnog octa
(Izvor: K. Iviček)

3.4. Determinacija uzoraka

Prikupljeni uzorci pregledavani su u laboratoriju Zavoda za poljoprivrednu zoologiju na Agronomskom fakultetu uz pomoć binokularne lupe.

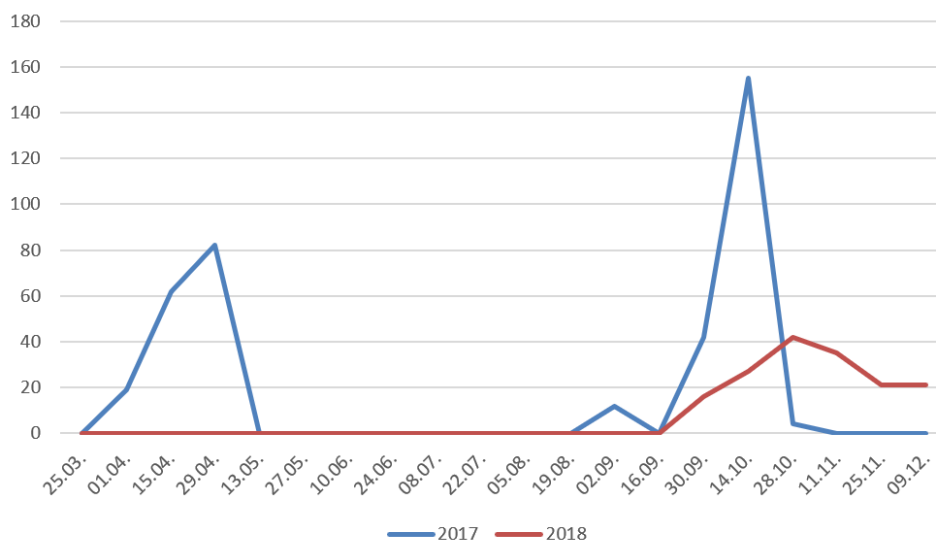
Vrsta *D. suzukii* determinirana je prema OEPP/EPPO dijagnostičkom protokolu PM 7/115 (OEPP/EPPO 2013.), a vrsta *C. amoena* prema standardnom determinacijskom ključu (Bächli i sur., 2004.).

4.Rezultati

4.1.Dinamika ulova i brojnost vrsta *D. suzukii* i *C. amoena* u voćnjaku Gornja Trebinja u 2017. i 2018. godini

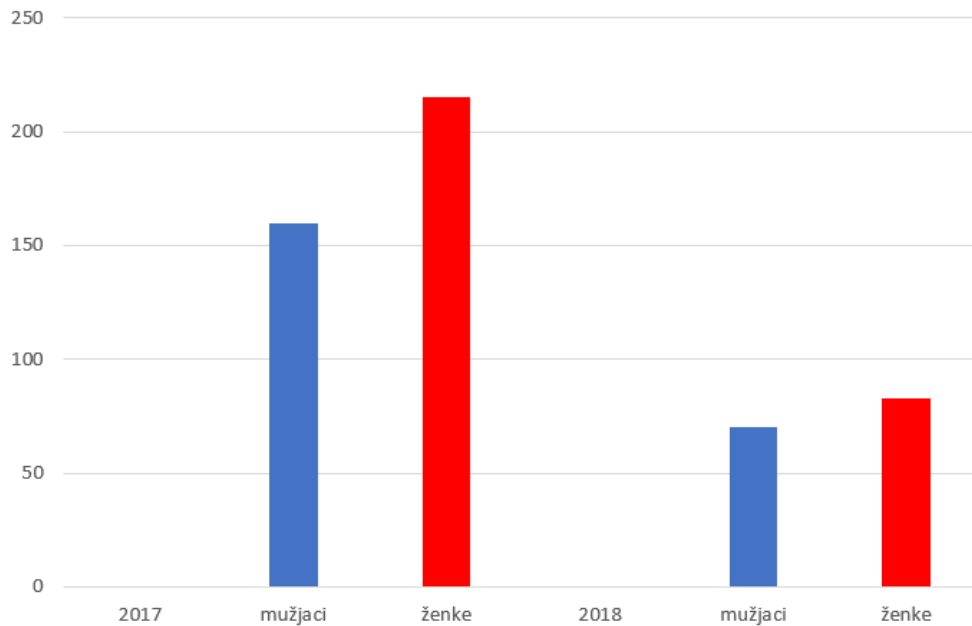
Aktivnost vrste *D. suzukii* u voćnjaku Gornja Trebinja u 2017. godini započela je početkom travnja, a trajala sve do kraja listopada (grafikon 4.1.1.). Prekid aktivnosti zabilježen je od sredine svibnja sve do sredine kolovoza. Neznatan početak aktivnosti zabilježen je početkom rujna, dok je od kraja rujna sve do kraja listopada zabilježena najveća aktivnost štetnika. U dinamici ulova vrste *D. suzukii* opažena su dva vrhunca; prvi krajem travnja (ulovljene 82 jedinke; 40 ♂ i 42 ♀) i drugi sredinom listopada (ulovljeno 155 jedinki; 54 ♂ i 101 ♀).

Aktivnost mušice u istom voćnjaku u 2018. godini započela je tek sredinom rujna, a trajala je sve do sredine prosinca. U dinamici ulova zabilježen je samo jedan vrhunac krajem listopada (ulovljene 42; 17 ♂ i 25 ♀) (grafikon 4.1.1.).



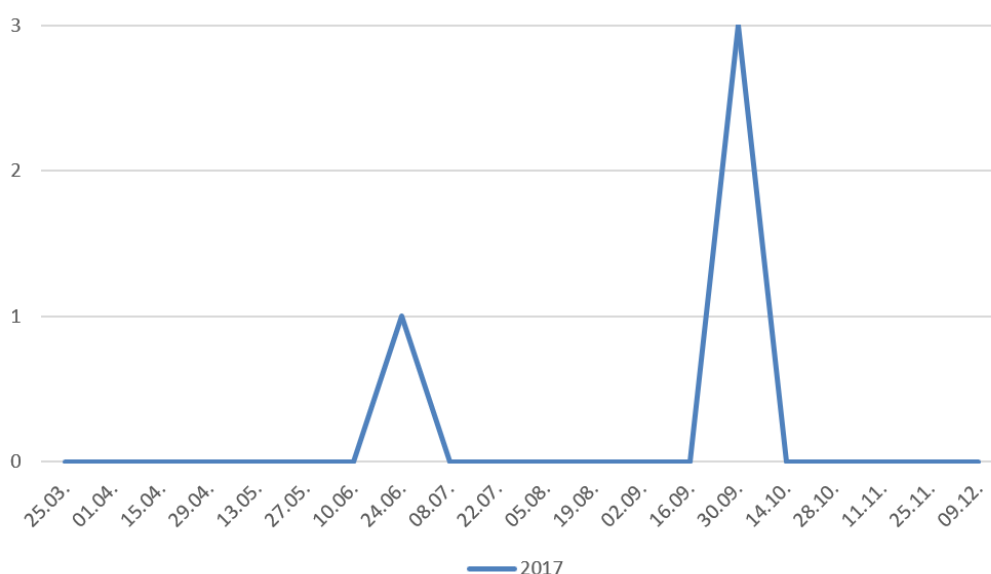
Grafikon 4.1.1. Dinamika ulova vrste *D. suzukii* u voćnjaku Gornja Trebinja tijekom perioda praćenja 2017. godine

Tijekom 2017. godine u voćnjaku Gornja Trebinja ukupno je ulovljeno 375 jedinki vrste *D. suzukii* (160 ♂ i 215 ♀). Brojnost mužjaka bila je manja (43%) u odnosu na brojnost ženki (57%) (grafikon 4.1.2.) U 2018. godini u istom voćnjaku ukupno su ulovljene 156 jedinke vrste *D. suzukii* (73 ♂ i 83 ♀). Brojnost mužjaka također je bila manja (47%) u odnosu na brojnost ženki (53%) (grafikon 4.1.2.).



Grafikon 4.1.2. Brojnost ulovljenih mužjaka i ženki vrste *D. sukii* u voćnjaku Gornja Trebinja tijekom perioda praćenja 2017. i 2018. godine

Aktivnost vrste *C. amoena* u voćnjaku Gornja Trebinja u 2017. godini zabilježena je u drugoj polovini lipnja (ulovljen jedan ♂) te je trajala do sredine listopada (grafikon 4.1.3.). Prekid aktivnosti vrste zabilježen je od kraja lipnja pa sve do kraja rujna. Krajem rujna zabilježen je najveći ulov vrste (3 jedinke; 2 ♂ i 1♀). Od kraja listopada pa sve do kraja praćenja nije zabilježena aktivnost vrste. U 2018. godini nije prikupljena niti jedna jedinka ove vrste.

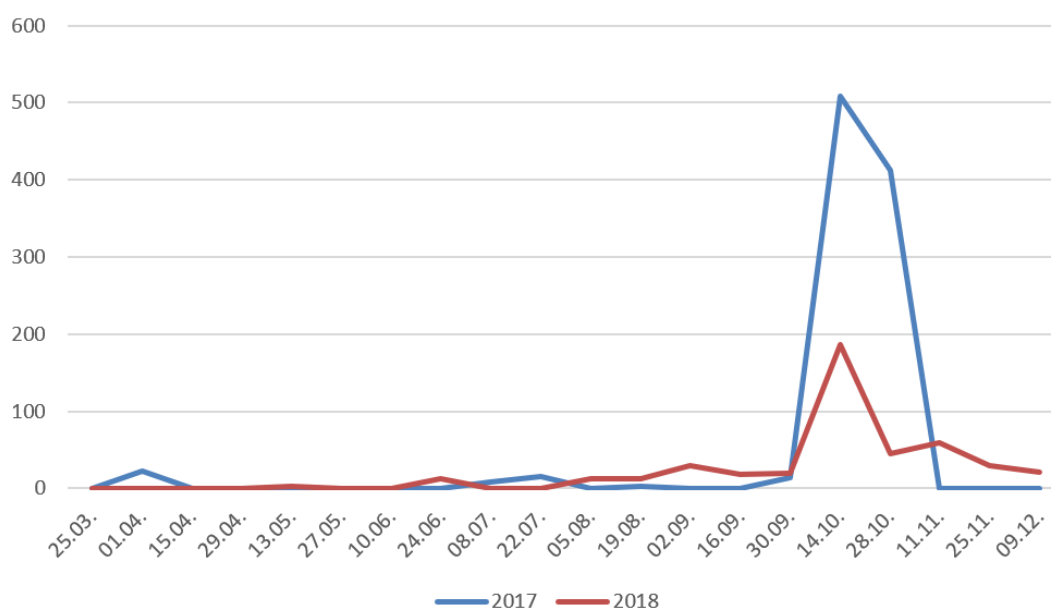


Grafikon 4.1.3. Dinamika ulova vrste *C. amoena* u voćnjaku Gornja Trebinja tijekom perioda praćenja 2017. godin

4.2. Dinamika ulova i brojnost vrsta *D. suzukii* i *C. amoena* u voćnjaku Vukoder u 2017. i 2018. godini

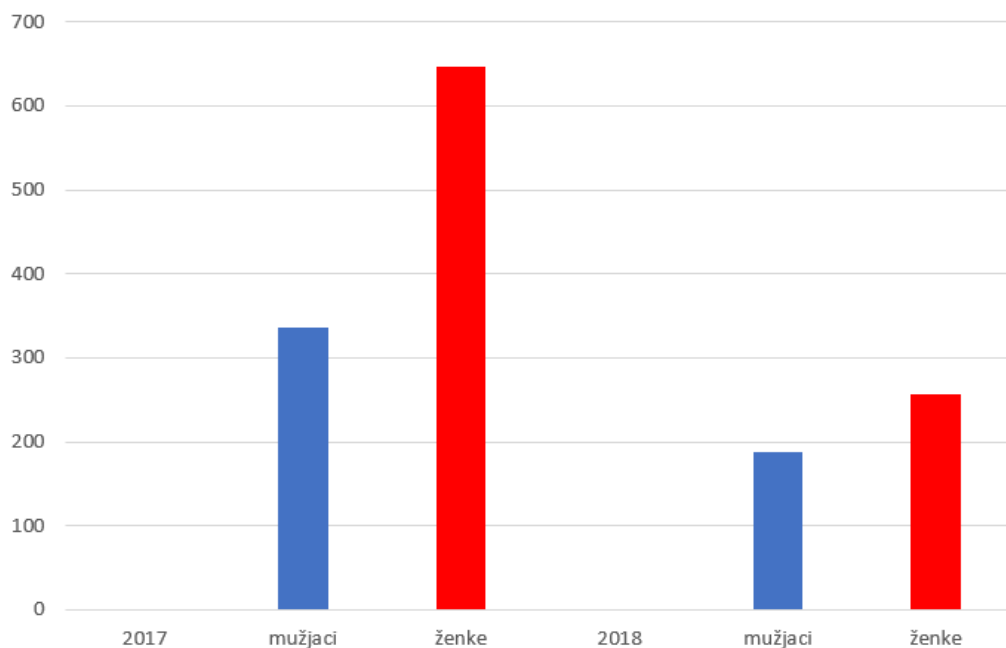
Prve jedinice vrste *D. suzukii* prikupljene su početkom travnja 2017. godine (grafikon 4.2.1.). Prekid aktivnosti zabilježen je od sredine travnja sve do početka srpnja. Neznatan početak aktivnosti zabilježen je tijekom srpnja, a sve do kraja rujna nije zabilježena aktivnosti ove vrste. Od kraja rujna pa do kraja listopada zabilježena je najveća aktivnost štetnika. U dinamici ulova vrste *D. suzukii* opažen je vrhunac sredinom listopada (ulovljeno 509 jedinki; 159 ♂ i 350 ♀).

Aktivnost mušice u istom voćnjaku u 2018. godini započela je krajem travnja. Prekid aktivnosti zabilježen je od kraja travnja sve do kraja lipnja. Neznatna aktivnost zabilježena je krajem lipnja. Od početka kolovoza sve do sredine prosinca zabilježena je najveća aktivnost štetnika. Vrhunac dinamike ulova *D. suzukii* opažen je u drugoj polovini listopada (ulovljeno 187 jedinki; 75 ♂ i 112 ♀) (grafikon 4.2.1.).



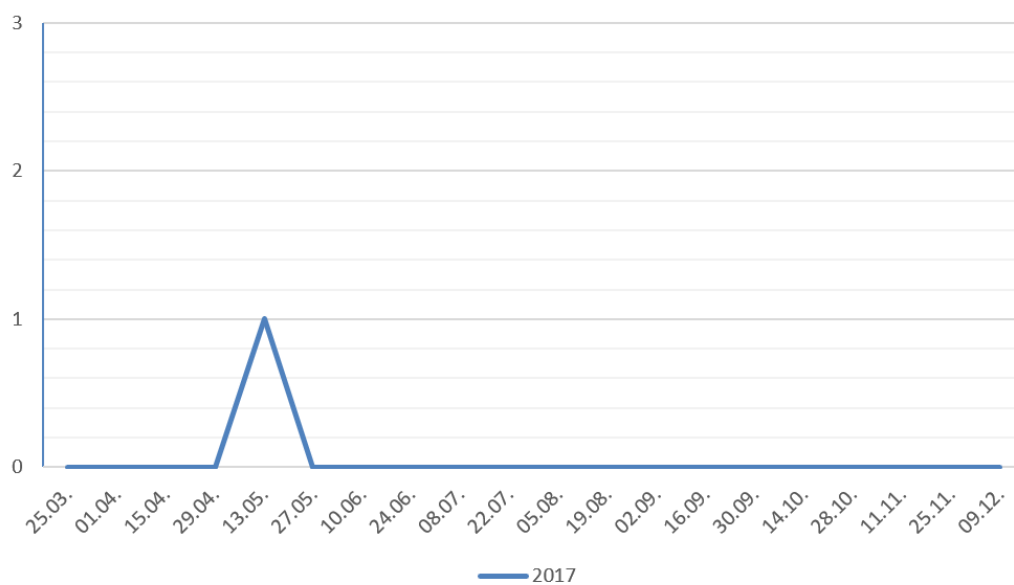
Grafikon 4.2.1. Dinamika ulova vrste *D. suzukii* u voćnjaku Vukoder tijekom perioda praćenja 2017. i 2018. godine

Tijekom 2017. godine u voćnjaku Vukoder ukupno su ulovljene 983 jedinice vrste *D. suzukii* (336 ♂ i 647 ♀). Brojnost ženki bila je dvostruko veća (66%) od brojnosti mužjaka (34%) (grafikon 4.2.2.). U 2018. godini u istom voćnjaku ukupno su ulovljene 444 jedinice vrste *D. suzukii* (187 ♂ i 257 ♀). Brojnost ženki je također bila veća (58%) u odnosu na brojnost mužjaka (42%) (grafikon 4.2.2.).



Grafikon 4.2.2. Brojnost ulovljenih mužjaka i ženki vrste *D. sukii* u voćnjaku Vukoder tijekom perioda praćenja 2017. i 2018. godine

Aktivnost vrste *C. amoena* u voćnjaku Vukoder u 2017. godini zabilježena je sredinom svibnja (ulovljen jedan ♂), a do kraja praćenja nisu zabilježeni novi ulovi vrste (grafikon 4.2.3.). U 2018. godini nije prikupljena niti jedna jedinka ove vrste (grafikon 4.2.3.).



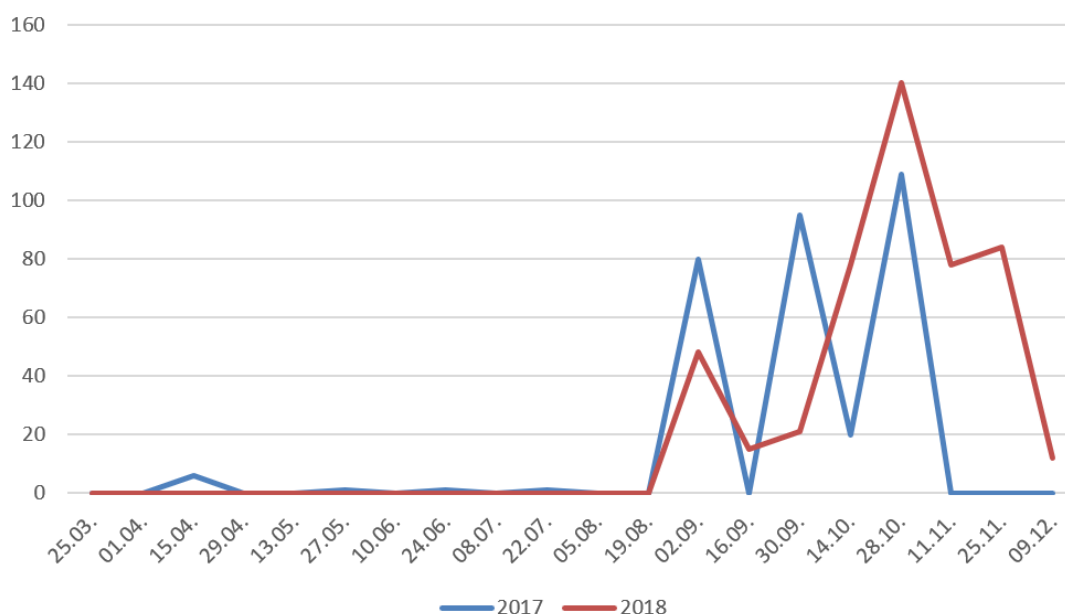
Grafikon 4.2.3. Dinamika ulova vrste *C. amoena* u voćnjaku Vukoder tijekom perioda praćenja 2017. godine

4.3. Dinamika ulova i brojnost vrsta *D. suzukii* i *C. amoena* u voćnjaku Zamršje u 2017. i 2018. godini

Prve jedinice vrste *D. suzukii* prikupljene su sredinom travnja 2017. godine (grafikon 4.3.1.). Prekid aktivnosti zabilježen je od kraja travnja do kraja svibnja. Neznatna aktivnost zabilježena je krajem svibnja, zatim je slijedio prekid aktivnosti do kraja lipnja kada je ponovno zabilježena neznatna aktivnost sve do kraja srpnja. Novi početak aktivnosti zabilježen je početkom rujna uz prekid aktivnost sredinom rujna. Od kraja rujna sve do kraja listopada zabilježena je najveća aktivnost štetnika.

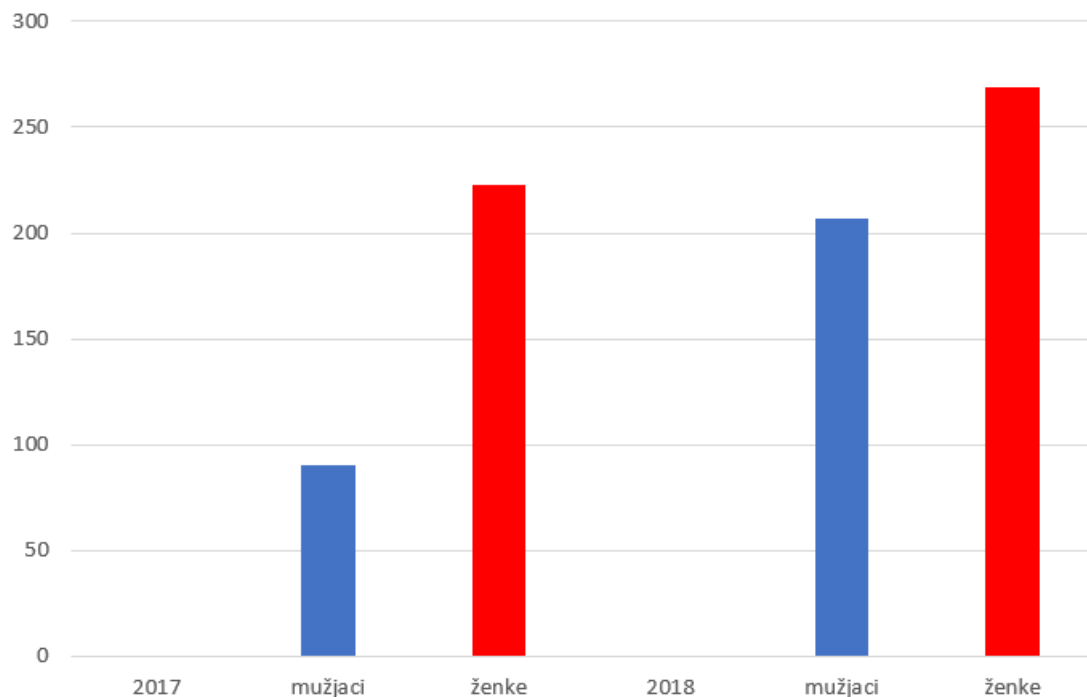
U dinamici ulova vrste *D. suzukii* opažena su tri vrhunca, jedan početkom rujna (ulovljeno 80 jedinki; 21 ♂ i 59 ♀), drugi krajem rujna (ulovljeno 95 jedinki; 42 ♂ i 53 ♀) te treći krajem listopada (ulovljeno 109 jedinki; 19 ♂ i 90 ♀).

Aktivnost mušice u istom voćnjaku u 2018. godini započela je početkom rujna. Aktivnost je trajala neprekidno sve do kraja prosinca. Vrhunac dinamike ulova vrste *D. suzukii* opažen je u drugoj polovini listopada (187 jedinki; 75 ♂ i 112 ♀) (grafikon 4.3.1.).



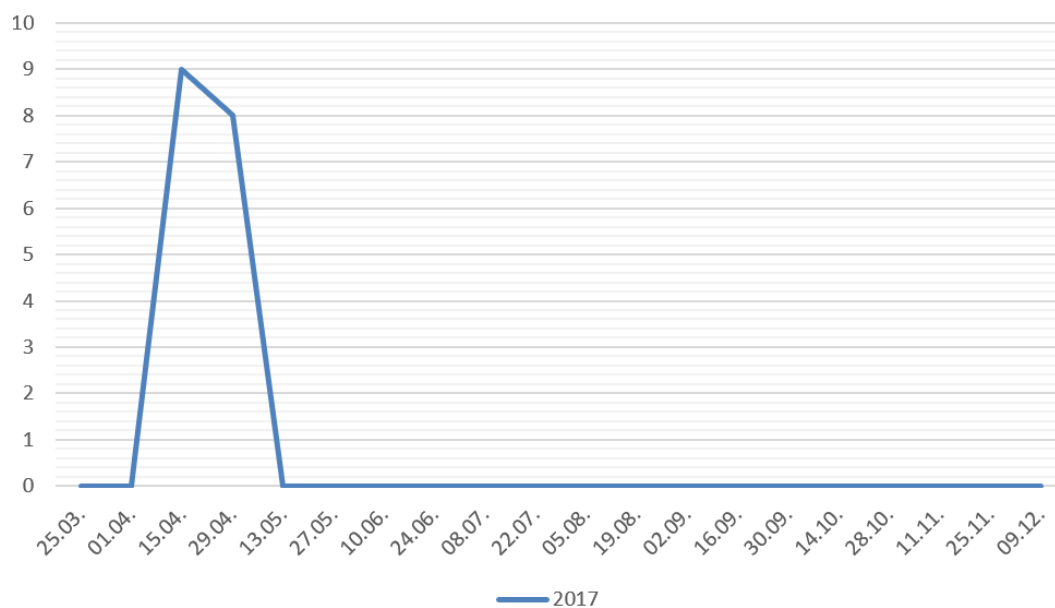
Grafikon 4.3.1. Dinamika ulova vrste *D. suzukii* u voćnjaku Zamršje tijekom perioda praćenja 2017. i 2018. godine

Tijekom 2017. godine u voćnjaku Zamršje ukupno je ulovljeno 313 jedinki vrste *D. suzukii* (90 ♂ i 223 ♀). Prema grafikonu 4.3.2. vidljivo je da je brojnost ženki bila puno veća (71%) od brojnosti mužjaka (29%). Tijekom 2018. godine u voćnjaku Zamršje ukupno je ulovljeno 476 jedinki vrste *D. suzukii* (207 ♂ i 269 ♀). Brojnost ženki bila je nešto veća (57%) u odnosu na brojnost mužjaka (43%) (grafikon 4.3.2.).



Grafikon 4.3.2. Brojnost ulovljenih mužjaka i ženki vrste *D. sukuzii* u voćnjaku Zamršje tijekom perioda praćenja 2017. i 2018. godine

Aktivnost vrste *C. amoena* u voćnjaku Zamršje u 2017. godini zabilježena je u prvoj polovini travnja (9 jedinki; 6 ♂ i 3 ♀), te je trajala do kraja travnja (8 jedinki; 6 ♂ i 2 ♀) (grafikon 4.3.3.). Od početka svibnja pa sve do kraja praćenja nije zabilježena aktivnost vrste. U 2018. godini nije prikupljena niti jedna jedinka ove vrste.



Grafikon 4.3.3. Dinamika ulova vrste *C. amoena* u voćnjaku Zamršje tijekom perioda praćenja 2017. godine

5. Rasprava

Tijekom 2017. godine prisutnost vrsta *D. suzukii* i *C. amoena* utvrđena je u sva tri voćnjaka na području istraživanja u Karlovačkoj županiji.

Prve jedinke vrste *D. suzukii* tijekom 2017. godine utvrđene su istovremeno na dvije lokacije Gornja Trebinja i Vukoder početkom travnja (grafikoni 4.1.1. i 4.2.1.), dok su na lokaciji Zamršje prve jedinke ulovljene nešto kasnije, točnije sredinom travnja (grafikon 4.2.1.). Za kasniji ulov u voćnjaku Zamršje vjerojatno su odgovorni mikroklimatskih uvjeta tog područja. Voćnjak Zamršje nalazi se u nizinskom području u blizini rijeke, dok su preostala dva voćnjaka smještena u brežuljkastom području, a poznato je kako na temperaturu zraka utječe i nadmorska visina. Prema Mitsui i sur. (2010.) utvrđeno je kako vrsta *D. suzukii* migrira na više nadmorske visine u rano proljeće i sredinom ljeta, a vraća se na niže nadmorske visine sredinom proljeća i krajem ljeta, tj. početkom jeseni.

Najveći broj ulovljenih jedinki vrste *D. suzukii* utvrđen je u voćnjaku Vukoder tijekom 2017. godine (983 jedinke). U voćnjacima Gornja Trebinja i Zamršje utvrđena je slična brojnost (375 jedinki, 312 jedinki). Voćnjak Vukoder privatni je voćnjak okružen vikenticama i šumom, te se pretpostavlja da je upravo zbog raznolikog kruga biljaka domaćina i neprovođenja kemijskih tretmana zaštite brojnost u ovom voćnjaku znatno veća u odnosu na druge. U 2018. godini najveći broj ulovljenih jedinki utvrđen je u voćnjaku Zamršje (476 jedinki), zatim slijedi voćnjak Vukoder (444 jedinki) te na kraju Gornja Trebinja (153 jedinke) no generalno bi se moglo zaključiti da je u sva tri voćnjaka utvrđena velika brojnost vrste.

Prema dos Santos i sur. (2017.) optimalna područja za opstanak vrste *D. suzukii* su ona sa srednjom godišnjom temperaturom između 5 i 20°C. Srednja godišnja temperatura zabilježena na području Karlovačke županije iznosila je 11.7°C u 2017. godini, te 12°C u 2018. godini stoga su temperaturni uvjeti bili optimalni za razvoj ove vrste. U vrijeme najveće brojnosti vrste tijekom rujna i listopada u 2017. godini srednje mjesečne temperature iznosile su 14.5 i 10.8 °C odnosno bile su unutar optimalnog raspona za opstanak vrste kao i u vrijeme najveće brojnosti u 2018. godini tijekom rujna, listopada i studenog kada su srednje mjesečne temperature iznosile 16,2, 12,3 i 7,4°C.

Krajem godine, tijekom studenog i prosinca, temperaturni uvjeti bili su nepogodni za aktivnost vrste što je vidljivo iz grafikona 4.1.1., 4.2.1. i 4.3.1. Prema literaturnim podacima kod temperatura nižih od 10°C aktivnost mušice prestaje, a kod temperature ispod 5°C muhe odlaze na prezimljenje (Lee i sur. 2012.)

Prema literaturnim podacima optimalna godišnja količina oborina za opstanak vrste *D. suzukii* iznosi između 500 i 2500 mm (dos Santos i sur., 2017.). Godišnja količina oborina u 2017. godini iznosila je 1167.6 mm, dok je u 2018. godini iznosila 1017,1 mm što je unutar optimalnog raspona za razvoj odnosno opstanak ove vrste.

Iako su klimatski uvjeti na području istraživanja tijekom 2017. i 2018. godine bili unutar optimalnih granica za razvoj vrste *D. suzukii*, štetnik vjerojatno nije bio prisutan u voćnjacima od početka vegetacije. S obzirom da su sva tri voćnjaka okružena šumom u kojima je mnogo alternativnih biljaka domaćina pretpostavka je kako se populacija održavala

na njima. Neke od alternativnih biljaka domaćina koje rastu na tim područjima su *Prunus mahaleb* L. (rašeljka), *Atropa belladonna* L. (velebilje), *Viscum album* L. (imela) i *Prunus serotina* Ehrh. (kasna sremza).

Tijekom perioda praćenja u 2018. godini dinamika ulova vrste *D. suzukii* bila je slična onoj iz 2017. godine na lokalitetima Vukoder i Zamršje, dok se na lokalitetu lokalitetu Gornja Trebinja razlikovala u odnosu na prethodnu godinu (grafikon 4.1.1.). Prve jedinke vrste *D. suzukii* na spomenutom lokalitetu u 2018. godini ulovljene su tek sredinom rujna, a tijekom proljeća nije zabilježen ulov niti jednog primjerka vrste (grafikon 4.1.1.). S obzirom da je u proljeće i tijekom ljeta 2018. godine na području istraživanja zabilježena značajno veća količina oborina u odnosu na isti period u prethodnoj godini (tablica 3.2.2.1.), pretpostavlja se da su vremenski uvjeti utjecali na dinamiku ulova vrste što dokazuju i vrlo slabi ulovi vrste na ostalim lokalitetima.

Dvogodišnjim praćenjem dinamike ulova vrste *D. suzukii* utvrđen je porast u ulovu u rujnu i listopadu, a slični rezultati dobiveni su tijekom istraživanja iste vrste u 2017. godini na području grada Zagreba (Brlić Puškarić, 2018.) kojim je također najveća aktivnost vrste zabilježena krajem vegetacijske sezone tj. u listopadu i studenom.

Na temelju dobivenih podataka može se pretpostaviti da tijekom proljeća vrsta nije obitavala u voćnjaku, već su ulovljene jedinke u voćnjak bile privučene lovkama na bazi jabučnog octa. Porast ulova na sve tri lokacije naglo počinje sredinom rujna tijekom 2017. i 2018. godine, što se poklapa s početkom faze rasta i dozrijevanja plodova voćnih vrsta. S obzirom na prisutnost različitih voćnih vrsta (koštićavih, jezgrićavih i jagodastih) u voćnjacima na području istraživanja omogućeno je održavanje populacije kao i njezin razvoj sve do kraja vegetacijske sezone. Prisutnost vrste prema kraju kalendarske godine, kada više nije bilo plodova u voćnjaku, vjerojatno je rezultat postavljana lovki na bazi jabučnog octa koje su bile jedini izvor hrane u to doba godine.

Vrsta *C. amoena* po prvi je puta utvrđena na području Karlovačke županije. Prve jedinke vrste *C. amoena* prikupljene su sredinom travnja u voćnjaku Zamršje. Sredinom svibnja prve jedinke prikupljene su u voćnjaku Vukoder, dok su tek krajem lipnja prve jedinke prikupljene u voćnjaku Gornja Trebinja. U svim istraživanim voćnjacima utvrđena je mala brojnost vrste, a najveći broj (ukupno 17) utvrđen je u voćnjaku Zamršje. Pretpostavlja se da vrsta obitava na području Karlovačke županije, a u istraživane voćnjake vjerojatno je bila privučena hranidbenim lovkama na bazi jabučnog octa. U 2018. godini nije bila utvrđena niti jedna jedinka ove vrste vjerojatno zbog vremenskih prilika koje joj nisu pogodovale (tijekom 2018. godine zabilježena je dvostruko veća količina oborina tijekom proljeća i ljeta u odnosu na prethodnu godinu). Vrsta *C. amoena* prvi put je utvrđena u Hrvatskoj 2016. godine u Donjem Zebancu (Pajač Živković i sur., 2017. b), a faunističkim istraživanjem tijekom 2017. godine (Tarandek, 2019.) prisutnost vrste potvrđena je na još jednom lokalitetu (Mursko Središće) na području Međimurske županije. U spomenutom istraživanju prikupljene su tri ženke vrste u tri različita perioda tijekom 2017. godine, odnosno u drugoj dekadi srpnja, u drugoj dekadi rujna, te krajem rujna (Tarandek, 2019.), a veća brojnost ženki upućivala je na mogući porast broja jedinki. U voćnjacima na području Karlovačke županije brojnost mužjaka ove vrste bila

je znatno veća u odnosu na ženke. U voćnjaku Gornja Trebinja ukupno su prikupljene četiri jedinke (3 ♂ i 1 ♀), u voćnjaku Vukoder 7 jedinki (6 ♂ i 1 ♀) te u voćnjaku Zamršje 17 jedinki (12 ♂ i 5 ♀). Poznato je da je brojnost jedinki vrste *C. amoena* mala unutar njenog prirodnog staništa na području SAD-a (1988a), te u introduciranom području na teritoriju Europe (Band, 1988a.). Prema Band (1988a) točkasta odnosno neujednačena distribucija karakteristična je za ovu vrstu, a faunistička istraživanja brojnosti ove vrste s područja Međimurja (Tarandek, 2019.) i Karlovačke županije također potvrđuju navedeno. *C. amoena* razvija se u parazitiranim ili oštećenim plodovima, njezine ličinke hrane se mikroorganizmima koji se nalaze u trulom tkivu ili ekskrementima drugih štetnika (Band, 1988b.), a s obzirom da svojim načinom ishrane ne ugrožava poljoprivrednu proizvodnju ne smatra se štetnikom u poljoprivredi.

6. Zaključak

Istraživanjem provedenim u 2017. i 2018. godini u tri voćnjaka na području Karlovačke županije utvrđena je prisutnost vrste *D. suzukii*, dok je vrsta *C. amoena* utvrđena samo u 2017. godini. Brojnost ženki vrste *D. suzukii* bila je veća u odnosu na mužjake na sva tri područja istraživanja tijekom oba perioda istraživanja. Veća brojnost ženki preduvjet je povećanja brojnosti populacije i širenja vrste na druga područja. Utvrđena je mala brojnost vrste *C. amoena*, a analizom ulovljenih jedinki po spolovima utvrđena je veća brojnost mužjaka u odnosu na ženke. Temperaturni uvjeti na istraživanom području optimalni su za razvoj vrste *D. suzukii*. Vrsta *D. suzukii* se uspješno aklimatizirala na području cijele Hrvatske pa tako i u Karlovačkoj županiji. Vrsta *D. suzukii* predstavlja opasnost za proizvodnju voća na području Karlovačke županije te bi se kao takva trebala uvesti u program zaštite. Vrsta *C. amoena* ne predstavlja prijetnju za poljoprivredne proizvođače. Klimatski uvjeti na području Karlovačke županije djelomično odgovaraju ovoj vrsti što je potvrđeno neprisutnošću vrste tijekom 2018. godine. Vrlo mala brojnost populacije karakteristična je za ovu vrstu te je ona kao takva subrecentna ne samo na istraživanom području već i u svom nativnom staništu. Prema dobivenim rezultatima veća brojnost mužjaka vrste *C. amoena* ne upućuje na povećanje populacije dok je kod vrste *D. suzukii* udio ženki veći u odnosu na mužjake. Velik broj jedinki vrste *D. suzukii* ukazuje na stabilnost ove populacije te na mogućnost širenja na druga područja. Intenziviranjem poljoprivredne proizvodnje te trgovinom voća i sadnog materijala odvija se i slučajan unos stranih vrsta. Pravovremenim praćenjem i kontrolom sadnog materijala na vrijeme bi se mogla utvrditi njihova prisutnost i spriječiti daljnje širenje.

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. Band H. T. (1988.a). Behavior and Taxonomy of a Chymomyzid Fly (*Chymomyzia Amoena*). *International Journal of Comparative Psychology*, 2(1).
3. Band H. T. (1988.b). Host shifts of *Chymomyza amoena* (Diptera: Drosophilidae). *American Midland Naturalist*, 163-182.
4. Band H.T. (1989.). Aggregated oviposition by *Chymomyza amoena* (Diptera:Drosophilidae). *Experientia*. 45 (9), 893-895.
5. Band H.T., Band R.N. (1982.). Multiple overwintering mechanisms in *Chymomyza amoena* larvae Diptera: Drosophilidae and laboratory induction of freeze tolerance. *Experientia*. 38(12): 1448-1449.
6. Band H.T. (1991.). Acorns as breeding sites for *Chymomyza amoena* (Loew) (Diptera: Drosophilidae) in Virginia and Michigan. *Gt. Lakes Entomol*. 24: 45-50.
7. Band H. T., Bächli G., Band R. N. (2005.). Behavioral constancy for interspecies dependency enables Nearctic *Chymomyza amoena* (Loew)(Diptera: Drosophilidae) to spread in orchards and forests in Central and Southern Europe. *Biological Invasions*, 7(3), 509-530.
8. Bächli G. (1998.). Family Drosophilidae. *In: Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera* (Eds. Papp L., B. Darvas), Vol 3, Higher Brachycera, pp. 503-515, Budapest.
9. Bächli G., Vilela C., Escher S.A., Saura A. (2004.). The Drosophilidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark, Vol 39, *Fauna Entomologica Scandinavica*, 1: 362.
10. 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 Bulletin* 45 (2): 214–217.
11. Brlić Puškarić, I. (2018.). Dinamika populacije octene mušice ploda (*Drosophila suzukii*) u voćnjacima na području Zagreba (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Agriculture. Department of Agricultural Zoology.).
12. Calabria G., Maca J., Bachli G., Serra L., Pacual M., (2012.). First records of the potential pest species *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe *J Appl Entomol* 136: 139-147.
13. Caprile J.L., Flint M.T., Grant J.A. i sur., (2011.). Spotted wing *Drosophila*, University of California, Agriculture and Natural resources statewide integrated pest management program, Pest notes publication 74: 158.
14. Cini A., Ioriatti C., Anfora G. (2012.). A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. *Bulletin of Insectology* 65 (1): 149-160.
15. Coop L., Dreves A. J., (2013.). "Predicting when spotted wing drosophila begins activity using a degree day model." *Agriculture in Whatcom County*. WSU Whatcom County Extension, Whatcom Ag Monthly 2.3: 1-6.

16. de Jong H., van Zuijlen J. W. (2003.). *Chymomyza amoena* (Diptera: Drosophilidae) new for the Netherlands. *Entomologische Berichten-Niederlandsche Entomologische Vereeniging*, 63(4), 103-104.
17. Grassi A., Giongo L., Palmieri L. (2011.) *Drosophila* (Sophophora) *suzukii* Matsumura, new pest of soft fruits in Trentino (North Italy) and Europe, *Integrated plant protection in soft fruits IOBC/ wprs Bulletin* 70: 121-128.
18. 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.
19. Kanazawa T. (1939.) *Studies on Drosophila suzukii* (Mats.) Yamanashi Prefecture, Agricultural Experimental Station, Kofu, Japan.
20. Kawase S., Uchino K., Takahashi K., (2007.) Control of cherry *Drosophila*, *Drosophila suzukii*, injurious to blueberry. *Plant Prot* 61: 205-209.
21. Kekić V. (2002.). The *Drosophilae* (Drosophilinae, Diptera) of Yugoslavia, Institute of Zoology, Faculty of Zoology, University of Belgrade.
22. Kenis M., Tonina L., Eschen R. i sur. (2016.). Non-crop plants used as hosts by *Drosophila suzukii* in Europe. *J Pest Sci* 89: 735–748.
23. Kimura M.T. (2004.). Cold and heat tolerance of drosophilid flies with reference to their latitudinal distributions. *Oecologia*, 140: 442-449.
24. 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.
25. Landolt P. J., Adams T., Rogg H., (2012.) Trapping spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) with combination of vinegar and wine and acetic acid and ethanol. *Journal of Applied Entomology* 136.1-2: 148-154.
26. Lee J. C., Bruck D. J., Curry H., Edwards D., Haviland D., Van Steenwyk R.A. i sur. (2011.) The susceptibility of small fruits and cherries to spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*, *Pest Man Sci* 67: 1358-1367.
27. 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.
28. Máca J., Laštovka P. (1985.). Notes on the faunistics and zoogeography of the family Drosophilidae in Czechoslovakia. Pačuta M. & Stollár Š.(eds): *Organizmy a prostredie*, Pedagog. fakulta, Nitra, 273-287.
29. Maca J., Bächli G. (1994.). On the distribution of *Chymomyza amoena* (Loew), a species recently introduced into Europe. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 67(1-2), 183-188.
30. Masten Milek, T., Seljak, G., Šimala, M., Bjeliš, M. (2011.). Prvi nalaz *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931.) (Diptera: Drosophilidae) u Hrvatskoj. *Glasilo Biljne Zaštite* 11: 377–382.
31. 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.
32. Masten Milek T., Šimala M., Bjeliš M. (2015.). Octena mušica ploda (*Drosophila suzukii*) - štetnik plodova voća. *Glasilo biljne zaštite*. 15(5), 323-327.

33. Mešić, A., Pajač Živković, I., Barić, B., and Duralija, B. (2017.). Prve ekonomske štete od novog štetnika voća (*Drosophila suzukii*). Zbornik sažetaka 12. znanstveno-stručno savjetovanje hrvatskih voćara s međunarodnim sudjelovanjem, Vodice, Hrvatska.
34. Mitsui H, Beppu K, Kimura MT (2010.). Seasonal life cycles and resource uses of flower- and fruit-feeding drosophilid flies (Diptera: Drosophilidae) in central Japan. *Entomol Sci* 13: 60–67.
35. OEPP/EPPO (2013.). PM 7/115 (1) *Drosophila suzukii*. Bulletin OEPP/EPPO. 43(3): 417-424.
36. Orhan A., Aslantas R. i sur. (2016.). First record of the invasive vinegar fly *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) from eastern Turkey, *Turkish Journal of Zoology*, 40: 290-293.
37. Ostojić I., Zovko M, Petrović D. (2014.). Prvi nalaz octene mušice ploda *Drosophila suzukii* (Matsumura 1939) u Bosni i Hercegovini. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta, Sveučilište u Sarajevu* 59 (64): 127-133.
38. Pajač I., Barić B. (2010.). *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) – potencijalni štetnik koštičavog voća u Hrvatskoj. *Pomologia Croatica*. 16(1-2): 43-50.
39. Pajač Živković I., Barić B., Šubić M., Seljak G., Mešić A. (2017. a). First record of alien species *Chymomyza amoena* [Diptera, Drosophilidae] in Croatia. *Šumarski list: znanstveno-stručno i staleško glasilo Hrvatskoga šumarskog društva*, 9, 489.
40. Pajač Živković I., Barić, B., Lemić, D., Blažević, I., Šubić, M., Seljak, G., & Mešić, A. (2017. b). The Drosophilid Fauna (Diptera, Drosophilidae) of IPM Vineyards in Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 81(4), 231-234.
41. Pajač Živković I., Duralija B., Barić B., Seljak G., Lemić D., Mešić A. (2019.) "The development of drosophilid species (Diptera, Drosophilidae) in different strawberry cultivars." *European journal of horticultural science* 84.1: 48-52.
42. Poyet M., Le Roux V., Gibert P., Meirland A., Prévost G., Eslin P., Chabrerie 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.
43. Raspi A, Canale A, Canovai R, Conti B, Loni A, Strumia F (2011.) *Insetti delle aree protette del comune di San Giuliano Terme*, Felici Editore, San Giuliano Terme, Pisa, Italy.
44. Sampson B.J., Mallette T., Adesso K., Librud O.E., Iglesias L.E., Stringer S.J., Werle C.T., Shaw D.A., Larsen A., 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.
45. dos Santos, L. A., Mendes, M. F., Krüger, A. P., Blauth, M. L., Gottschalk, M. S., & Garcia, F. R. (2017.). Global potential distribution of *Drosophila suzukii* (Diptera, Drosophilidae). *PLoS one*, 12(3): 174-318.
46. Seljak, G. (2011.): Plodova vinska mušica – *Drosophila suzukii* (Matsumura) , nov škodljivac jagodičastega sadja v Slovenij. *Sad*, 22(3): 3-5.
47. Seljak G. (2013.). *Drosophila suzukii*, EPPO, Bulletin 43 (3): 417-424.
48. Steck, J.G., Dixon, W., Dean, D. (2009.). Pest Alerts- Spotted Wing *Drosophila*, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), a fruit pest new to North America. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry.

49. Sturtevant A. H. (1921.). The North American species of *Drosophila*. Carnegie Institution of Washington, Washington.
50. Skuhrová M., Martínez M., Roques A. (2010.). Diptera. Chapter 10. *BioRisk*, 4, 553.
51. Tarandek J. (2019.). Populacija octene muhe *Chymomyza amoena* (Loew 1862) u voćnjaku na području Međimurja. Diss, University of Zagreb. Faculty of Agriculture. Department of Agricultural Zoology.).
52. Toševski I., Milenković I., Krstić O., Kosovac A., Jakovijević M. I sur. (2014.) Plant protection, Belgrade, Vol 65 (3): 99-104.
53. Tochen S, Dalton DT., Wingman NG, Hamm C, Shearer PW, Walton VM (2014.) Temperature-related development and population parameters for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae), on cherry and blueberry, *Environmental Entomology* 43: 501-510.
54. Walsh D.B., Bonda M.P., Goodhue R.E. Dreves A.J., Lee J.C., Bruck D.J., et al., (2011.) Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential, *Journal of Integrated Pest Management*, 1: 1-7.
55. Wu SR., Tai HK., Li ZY., Wang X., Yang SS., Sun W. i sur., (2007.). Field evaluation of different trapping methods of cherry fruit fly, *Drosophila suzukii*. *Jyunnan Agric Univ* 22: 776-778.
56. 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 (2019.). <https://meteo.hr/klima.php?section=klima_podaci¶m=k1> Pristupljeno: 15. travnja 2020.
2. Google Maps (2019.). Google Maps. <<https://www.google.com/maps/place/Karlovac/@45.4923079,15.4895368,12z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x47642331b9df2dc1:0x400ad50862bbb70!8m2!3d45.4928973!4d15.5552683>> Pristupljeno 15. travnja 2020.

Slike:

Slika 2.1.2.1. Odrasli oblik vrste *D. suzukii* (mužjak: lijevo, ženka: desno) (Izvor: <https://www.flickr.com/photos/agroscope/29116345090>) Pristupljeno: 20. ožujka 2020.

Slika 2.1.2.2. Morfološke karakteristike mužjaka i ženke vrste *D. suzukii* (lijevo gore: krilo mužjaka, lijevo dolje: prednja noga mužjaka, desno: hitinizirana leglica ženke) (Izvor: <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0145/8808/4272/files/A4133.pdf>) Pristupljeno: 20. ožujka 2020.

Slika 2.1.2.3. Jaje (A), ličinka (B) i kukuljica (C) vrste *D. suzukii* (Izvor: <https://extension.umaine.edu/blueberries/factsheets/insects/210-spotted-wing-drosophila/>) Pristupljeno: 20. ožujka 2020.

Slika 2.1.7.1. Rasprostranjenost vrste *D. suzukii* u svijetu (Izvor: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/109283#toDistributionMaps>) Pristupljeno: 20. ožujka 2020.

Slika 2.1.7.2. Rasprostranjenost vrste *D. suzukii* u Europi do 2015. godine

(Izvor: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10340-015-0681-z>) Pristupljeno: 20. ožujka 2020.

Slika 2.1.10.1. Ožiljak od ovipozicije štetnika na plodu trešnje (lijevo), ličinke *D. suzukii* u plodu jagode (desno) Pristupljeno: 20. ožujka 2020.

(Izvor: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/87/Cherry_suzukii.jpg/1024px-cherry_suzukii.jpg) (Izvor: <https://content.ces.ncsu.edu/spotted-wing-drosophila-in-strawberries>)

Slika 3.2.2.1. Odrasli oblik *C. amoena*

(Izvor: http://cjai.biologicalsurvey.ca/mmg_31/mmg_31_36.HTM). Pristupljeno: 25. travnja 2020.

Životopis

Karla Iviček rođ. Čurjak rođena je 18. studenog 1993. godine u Karlovcu u Republici Hrvatskoj. Osnovnu i srednju školu upisuje i završava u Karlovcu. Srednju školu, Gimnaziju u Karlovcu, prirodoslovno-matematički smjer upisuje 2008. godine, a završava 2012. godine. Prvu akademsku godinu 2012./2013., studira na Velučilištu u Karlovcu, nakon čega 2013. godine upisuje Agronomski fakultet u Zagrebu, prediplomski studij Zaštite bilja. Prediplomski studij završava ak.god. 2016./2017., a diplomski studij Fitomedicine upisuje 2017./2018. Tijekom osnovnog, srednjeg i akademskog školovanja aktivno se bavila suvremenim plesom. Od stranih jezika govori engleski (C1 razina) i njemački (B2 razina).