

Populacija octene muhe *Chymomyza amoena* (Loew 1862) u voćnjaku na području Međimurja

Tarandek, Josip

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:204:898916>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-18**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Populacija octene muhe *Chymomyza amoena* (Loew 1862) u voćnjaku na području Međimurja

DIPLOMSKI RAD

Josip Tarandek

Zagreb, rujan, 2019.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Fitomedicina

Populacija octene muhe *Chymomyza amoena* (Loew 1862) u voćnjaku na području Međimurja

DIPLOMSKI RAD

Josip Tarandek

Mentor:

doc. dr. sc. Ivana Pajač Živković

Zagreb, rujan, 2019.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Josip Tarandek, JMBAG 0178096979, rođen 29.12.1994. u Čakovcu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

Populacija octene muhe *Chymomyza amoena* (Loew 1862) u voćnjaku na području Međimurja

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta Josipa Tarandeka, JMBAG 0178096979, naslova

**Populacija octene muhe *Chymomyza amoena* (Loew 1862) u voćnjaku na području
Međimurja**

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. Porodica Drosophilidae	3
2.1.1. Znanstvena klasifikacija i filogenija	4
2.1.2. Morfologija	5
2.1.3. Zoogeografija.....	8
2.2. Strane invazivne vrste.....	9
2.2.1. <i>Drosophila suzukii</i> (Matsumura, 1931)	11
2.2.2. <i>Chymomyza amoena</i> (Loew, 1862)	12
2.2.2.1. Podrijetlo vrste <i>Cymomyza amoena</i>	12
2.2.2.2. Morfologija i biologija vrste <i>Chymomyza amoena</i>	14
2.2.2.3. Hranidbene navike, stanište i reproduksijske navike.....	15
2.3. <i>Gitona distigma</i> (Meigen, 1830).....	17
3. Materijali i metode.....	18
3.1. Područje istraživanja.....	18
3.2. Metode praćenja	18
3.3. Determinacija uzoraka.....	20
4. Rezultati.....	21
4.1. Dinamika ulova octenih muha pomoću lovke na bazi jabučnog octa	21
4.2. Dinamika ulova i brojnost vrste <i>Chymomyza amoena</i> pomoću lovke na bazi jabučnog octa	22
4.3. Dinamika ulova i brojnost vrste <i>Drosophila suzukii</i> pomoću lovke na bazi jabučnog octa	23
4.4. Brojnost mužjaka i ženki ulovljenih jedinki stranih vrsta <i>Chymomyza amoena</i> i <i>Drosophila suzukii</i>	24
4.5. Brojnost jedinki octenih muha ulovljenih pomoću lovke na bazi fermentiranog voća	24
5. Rasprava	25
6. Zaključak.....	28
7. Popis literature.....	29
Životopis	32

Sažetak

Diplomskog rada studenta Josipa Tarandeka, naslova

Populacija octene muhe *Chymomyza amoena* (Loew 1862) u voćnjaku na području Međimurja

Dinamika leta strane vrste *Chymomyza amoena* istraživana je u mješovitom voćnjaku na lokalitetu Mursko Središće tijekom 2017. godine pomoću dvije vrste hranidbenih lovki (na bazi jabučnog octa i fermentiranog voća). Prisutnost vrste utvrđena je pomoću lovke na bazi jabučnog octa no u vrlo niskoj brojnosti. Na lovki na bazi fermentiranog voća vrsta *C. amoena* nije ulovljena. Ukupno je ulovljeno 635 jedinki octenih muha a 107 jedinki pripadalo je invazivnim vrsta. U voćnjaku Mursko Središće zabilježena je dominantnost vrste *Drosophila suzukii* (104 ulovljene jedinke) te je utvrđena prisutnost vrste *Gitona distigma*. Nalaz vrste *G. distigma* prvi je pronalazak vrste na području Međimurja. Rezultati ovog istraživanja prilog su istraživanju rasprostranjenosti vrste *C. amoena* na području Međimurja.

Ključne riječi: *Chymomyza amoena*, Drosophilidae, *Drosophilla suzukii*, *Gitona distigma*, hranidbene lovke

Summary

Of the master's thesis – student Josip Tarandek entitled

Population of vinegar fly *Chymomyza amoena* (Loew 1862) in orchard in the Međimurje area

The flight dynamics of alien species *Chymomyza amoena* was investigated in mixed orchard Mursko Središće by using two kinds of feeding traps (based on apple vinegar and fermented fruits) during 2017. The presence of *C. amoena* was recorded on apple vinegar trap but in very low numbers. Species *C. amoena* wasn't caught on fermented fruit trap. A total of 635 specimens of drosophilids were caught and 107 individuals belonged to invasive species. In orchard Mursko Središće the dominance of species *Drosophila suzuki* (104 specimen caught) was recorded and the presence of species *Gitona distigma* was determined. The finding of species *G. distigma* represents the first finding of this species in Međimurje area. This results represent contribution to the study of the distribution of species *C. amoena* in Međimurje area.

Keywords: *Chymomyza amoena*, Drosophilidae, *Drosophila suzukii*, *Gitona distigma*, feeding traps

1. Uvod

Octene muhe (porodica Drosophilidae) pripadaju redu Diptera koji broji više od 4000 vrsta (Yassin 2013.), a diljem svijeta nastanjuju različita brojna staništa. Najveći broj vrsta porodice Drosophilidae se može pronaći u tropskim područjima, gdje se prema procjenama vodećih stručnjaka nalazi najveći broj još uvijek neotkrivenih vrsta ove porodice (Bächli i sur. 2004.). Na području Europe je poznato oko 120 vrsta (Kekić i sur. 2005.) koje nastanjuju staništa od hladnih i vlažnih Skandinavskih zemalja na sjeveru do pojasa umjereno tople klime zemalja mediteranskog bazena. Većina vrsta porodice Drosophilidae je od malog značaja za poljoprivrednu proizvodnju jer se uglavnom hrane na otpalim plodovima različitog kultiviranog i nekultiviranog bilja poput jabuka, divljih višnji, malina (Bolda i sur. 2010.) ili primjerice kestena, crnog oraha i hrasta (Burla i Bächli 1991.). Drosophilidae karakterizira malo do srednje veliko tijelo (1,5 d 7 mm), specifičan izgled i građa glave te specifična građa žila na krilima (Bächli i sur. 2004.).

Neke vrste iz ove porodice danas pokrivaju veliki areal, glavni razlog njihovog proširenja iz autohtonih ekosustava je slučajni unos u nove sredine gdje su uspješno održale svoje populacije uz proširenje svog areala rasprostranjenosti. Pojedine vrste ove porodice uzrokuju značajne ekonomske gubitke u poljoprivrednim proizvodnim nasadima, a primjer je štetnik na plodovima mekanog i tankog egzokarpa tj. vrsta *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Bolda i sur. 2010.). Osim vrste *D. suzukii* i nekoliko vrsta iz roda *Chymomyza* slučajno je uneseno na nova područja, kao rezultat robne razmjene poljoprivrednih proizvoda između SAD-a i država srednje Europe (Bächli i sur. 2004.). Od nekolicine vrsta iz navedenog roda se samo *Chymomyza amoena* (Loew, 1862) uspješno prilagodila novim staništima središnje Europe, koji su služili kao ishodište proširenja njezinog areala rasprostranjenosti na gotovu cijelu Europu. Vrlo je vjerojatno da će broj stranih vrsta uključujući pripadnike porodice Drosophilidae rasti kao rezultat povećane trgovine i razmjene robe iz različitih država svijeta (Gilbert i sur. 2016.).

Strana vrsta *Chymomyza amoena* (Loew, 1862), podrijetlom iz Sjeverne Amerike, je u Europi prvi put opažena i identificirana 1975. godine u današnjoj Češkoj Republici (Máca i Laštovka 1985.), nakon analize i diskusije stručnjaka koji se bave vrstama iz porodice Drosophilidae je zaključeno da se radi o novo unesenoj stranoj vrsti. U godinama nakon otkrića je pronađena u mnogim zemljama srednje i jugoistočne Europe. Ova vrsta muhe karakterističnih šara na krilima u Hrvatskoj je prvi put zabilježena 2016. godine (Pajač Živković i sur. 2017.) na sjeveru države u Međimurskoj županiji u vinogradu kraj Donjeg Zebanca. Pronalazak ove vrste po prvi puta u Hrvatskoj otvara pitanja o tome je li vrsta slučajno pronađena u spomenutom vinogradu, kada se tijekom vegetacijske sezone javlja i u kojoj brojnosti u odnosu na druge autohtone vrste ove porodice. Polifagna ishrana i mogućnost nastanjanja različitih staništa omogućavaju vrsti osvajanje novih prostora i formiranje stabilnih populacija na području gdje se udomaćila, bilo da se radi o agroekosustavu, rubnim šumskim prostorima ili o manjim voćnjacima unutar gradskih sredina.

1.1. Cilj istraživanja

S obzirom da je vrsta *C. amoena* prvi put u Hrvatskoj zabilježena u vinogradu na području Donjeg Zebanca, pretpostavlja se da je ona proširena na području Međimurske županije. Nije poznato kada se i u kojoj brojnosti vrsta tijekom vegetacije pojavljuje, te je cilj ovog istraživanja utvrditi dinamiku leta strane vrste *C. amoena* i brojnost jedinki tijekom vegetacijske sezone u voćnjaku na području Međimurja (Mursko Središće). Kako bi se ispitala učinkovitost hranidbenih lovki u ulovu vrste u pokusu će biti korištene lovke na bazi jabučnog octa i fermentiranog voća.

2. Pregled literature

2.1. Porodica Drosophilidae

Porodica Drosophilidae je vrlo raznolika i u nju se ubraja velik broj vrsta muha. Pripadnici ove kozmopolitske porodice muha nastanjuju velik broj staništa diljem svijeta (Remsen i O'Grady 2002.). Unutar ove porodice nalaze se i neke vrlo važne vrste za znanstvenu zajednicu. Tako je primjerice područje genetike vrlo dobro poznato s vrstom *Drosophila melanogaster* (Meigen, 1830) koja služi za proučavanje procesa nasljeđivanja gena preko različitih fenotipa koji se manifestiraju kao rezultat njezinog genoma (Hales i sur. 2015.) ili s vrstom *Drosophila suzukii* koja je značajna i poznata kao primarni štetnik na plodovima mekanog i tankog egzokarpa poput višnje ili primjerice maline (Bolda i sur. 2010.). Vrsta *D. suzukii* (slika 2.1.1.) u posljednje vrijeme kao strana invazivna vrsta predstavlja uzrok ekonomskih gubitaka za mnoge poljoprivredne proizvođače diljem svijeta.



Slika 2.1.1. *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) mužjak (lijevo), ženka (desno)

Izvor: Oregon State University

<https://spottedwing.org/> - pristup 25.9.2019.

Pripadnike porodice Drosophilidae karakterizira veći broj generacija godišnje. Odrasli se uglavnom hrane biljnim nektarom, dok se ličinke uz iznimke nekih rodova poput roda *Chymomyza* (Czerny, 1903) hrane i razvijaju u supstratu koji se raspada. U takvom supstratu pronalaze hranjiva bitna za rast i razvoj. Kukulje se u supstratu u kojem su se hranili ili u obližnjem tlu oko mjesta rasta i razvoja. Broj vrsta unutar porodice Drosophilidae koje čine značajnije štete u poljoprivredi je zanemariv (Bächli i sur. 2004.).

2.1.1. Znanstvena klasifikacija i filogenija

Domena: Eukarya

Carstvo: Animalia

Koljeno: Arthropoda

Razred: Insecta

Red: Diptera

Podred: Brachycera

Porodica: Drosophilidae (Rondani, 1856)

Prema posljednjim istraživanjima temeljenim na molekularnim i morfološkim karakteristikama, porodica Drosophilidae broji više od 4 tisuće vrsta klasificiranih unutar 75 rodova. Pri čemu porodicu možemo podijeliti na potporodice Drosophilinae i Steganinae. Potporodica Drosophilinae se dijeli na tribuse Colocasiomyini (Okada, 1989) i Drosophilini (Okada, 1989), potporodica ukupno broji 45 rodova među koje pripadaju za ovo istraživanje bitni redovi *Chymomyza* i *Drosophila* (Fallén, 1823) (slika 2.1.1.1.) (Yassin 2013.).



Slika 2.1.1.1. Vrsta *Drosophila melanogaster* (Meigen, 1830), vrsta iz roda *Drosophila* (Fallén, 1823)

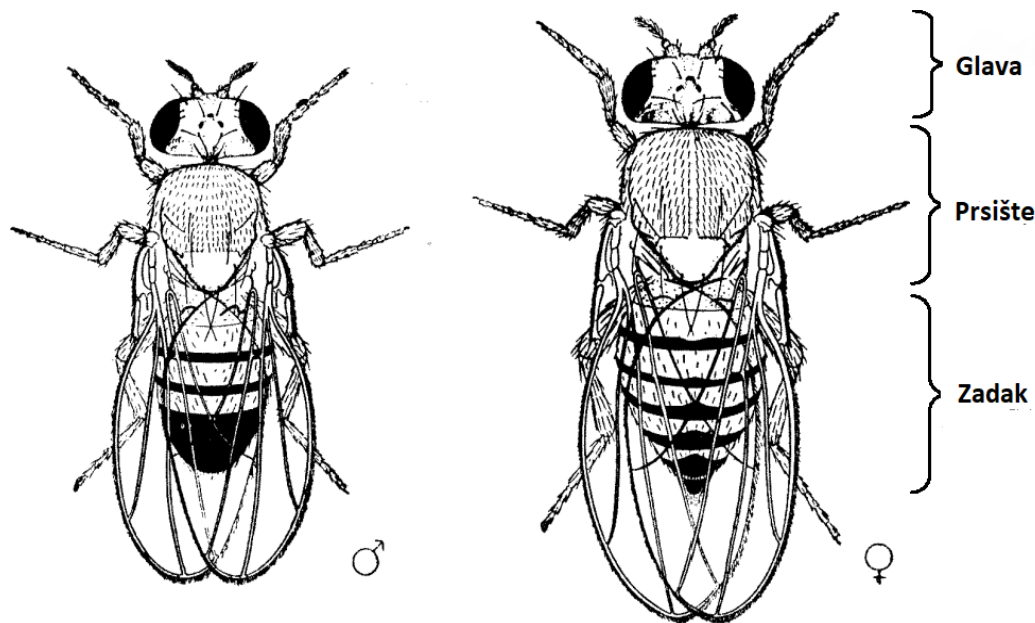
Izvor: Your Genome; Genome Campus

<https://www.yourgenome.org/stories/fruit-flies-in-the-laboratory> - pristup 25.9.2019.

Potporodica Steganinae se dijeli na tribus Gitonini (Grimaldi, 1990) i na tribus Steganini (Okada, 1989). Unutar ove potporodice se nalazi 30 rodova među koje pripada rod *Gitona* (Meigen, 1830) (Yassin 2013.).

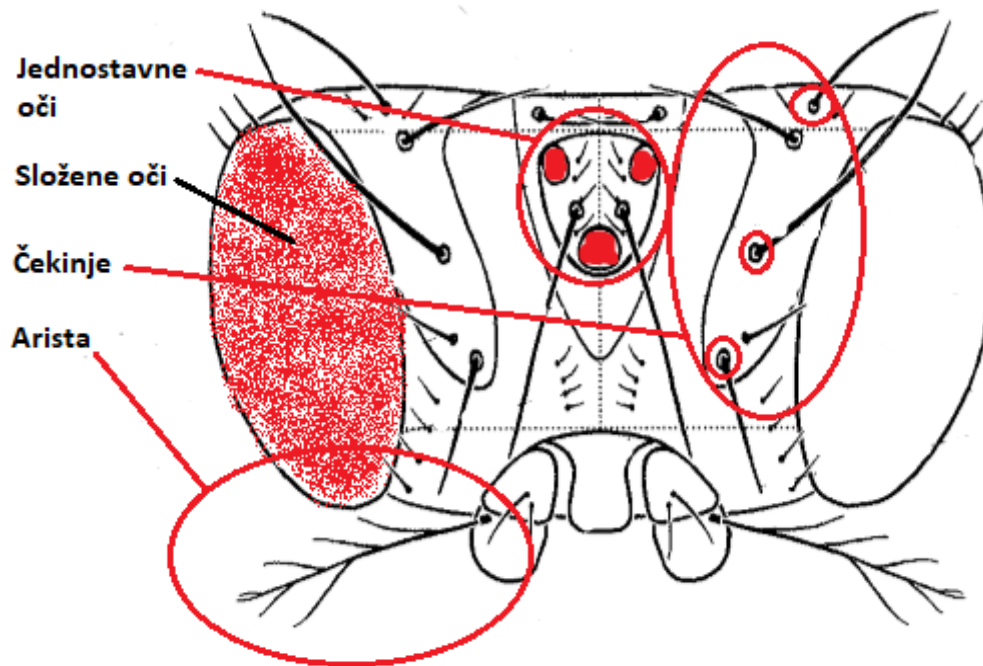
2.1.2. Morfologija

Vrste iz porodice Drosophilidae su male do srednje velike muhe u usporedbi s drugim pripadnicima iz reda Diptera. Veličine su od 1,5 do 7 mm. Najčešće ih karakteriziraju jarko crvene oči. Tijelo im je sastavljeno od tri dijela; glave, prsišta i zatka (slika 2.1.2.1.). Tijelo muhe iz ove porodice osim crvenih očiju karakterizira i žuta ili smeđa ili smeđe crna boja. Vrste žute boje tijela karakterizira blagi sjaj odnosno transparentnost tijela (Bächli i sur. 2004.).



Slika 2.1.2.1. Vrsta muhe iz porodice Drosophilidae, mužjak (lijevo) i ženka (desno)
Izvor: Tee (2011.)

Glava je sferičnog ili hemisferičnog oblika (slika 2.1.2.2.). Na glavi se nalazi par sastavljenih očiju koje se nalaze bočno sa svake strane glave i tri jednostavna oka blizu gornjeg vrha glave. Osim oblika glave i broja očiju pripadnike ove porodice karakteriziraju tri para frontalnih čekinja, od kojih su gornja dva para okrenuta prema prsištu i zatku, dok donji par raste prema usnom aparatu. Posjeduju ariste, izrasline koje su vezane na treći segment ticala, karakterizira ih izostanak dlaka ili kratke dlačice (kratke, fine, mekane građe). Postoji i mogućnost dlakavosti lica, ali ona nije karakteristična za sve vrste porodice Drosophilidae (Bächli i sur. 2004.).

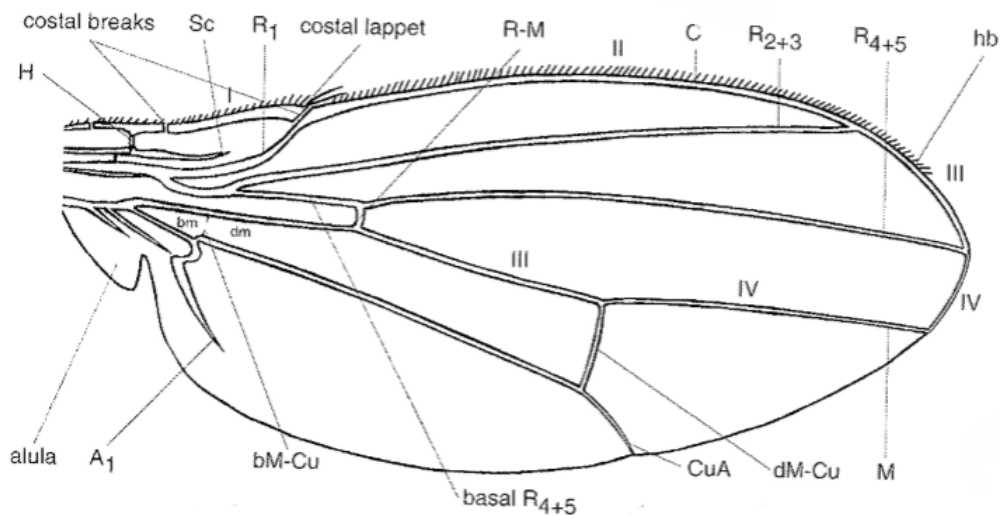


Slika 2.1.2.2. Glava vrste *Drosophila funebris* (Fabricius, 1787)

Izvor: Bächli i sur. (2004.)

Na prsištu se kod nekih vrsta javljaju prugasta ili točkasta obojenja. Česta karakteristika pripadnika porodice Drosophilidae su prugasti uzorci na zatku. Tijelo nekih vrsta može biti prekriveno dlakama, ali one mogu i izostati (Bächli i sur. 2004.).

Ovu porodicu kao i druge pripadnike reda Diptera karakterizira jedan par pravih krila i par mahalice (nerazvijena krila). Krila (slika 2.1.2.3.) mogu biti obrasla sitnim dlačicama. Vrste iz porodice Drosophilidae imaju karakterističnu nervaturu (raspored žila), pomoću te nervature i izgleda glave se može pod običnim svjetlosnim mikroskopom s dovoljno velikim povećanjem odrediti pripada li neka vrsta muhe porodici Drosophilidae ili ne. Prijelomi u kostalnoj žili eng. *costal breaks* (slika 2.1.2.3.) i malena, nedovoljno razvijena analna žila (A1, slika 2.1.2.3.) su dokazi da neka vrsta pripada porodici Drosophilidae (Bächli i sur. 2004.).



Slika 2.1.2.3. Skica krila vrste *Drosophila funebris*
Izvor: Bächli i sur. (2004.)

Spolni dimorfizam je rijedak. Ukoliko postoji izražen je u obliku različitih boja tijela, veličine tijela, oznakama (šarama, pjegama, točkastim obojenjima) na krilima, veličini glave ili primjerice sekundarnim seksualnim obilježjima poput naglašenih čekinja (slika 2.1.2.4.) na prednjim nogama mužjaka koje služe za parenje sa ženkom (Bächli i sur. 2004.).



Slika 2.1.2.4. Čekinje na stopalu prednje noge mužjaka octene muhe
Izvor: Creative Commons Attribution

<http://drosophilidae.myspecies.info/sites/drosophilidae.myspecies.info/files/melanogaster%20sex%20comb.jpg>
g – pristup 25.9.2019.

2.1.3. Zoogeografija

Vrste unutar porodice Drosophilidae su raširene u ekosustavima diljem svijeta. Unutar biogeografije postoji grana pod nazivom zoogeografija koja proučava geografsku distribuciju životinjskih vrsta (Briggs 1996.). Više od 4 tisuće vrsta octenih muha je rasprostranjeno diljem svijeta (Yassin 2013.) unutar različitih zoogeografskih regija (slika 2.1.3.1.).

Većina vrsta se nalaze unutar tropskih i subtropskih regija. Pretpostavka je da će se i većina budućih novih vrsta ove porodice također pronaći u tim tropskim regijama (Bächli i sur. 2004.), jer te regije općenito karakterizira velik broj vrsta, malih populacija unutar uskog i popunjenog životnog prostora.

Određeni broj vrsta porodice Drosophilidae su kozmopoliti koje je moguće pronaći u različitim zoogeografskim regijama, poput vrsta *D. melanogaster*, *Drosophila simulans* (Sturtevant, 1919), *Drosophila hydei* (Sturtevant, 1921), *Drosophila immigrans* (Sturtevant, 1921) i *Drosophila busckii* (Coquillett, 1901) (Bächli i sur. 2004.).

Povećanom robnom razmjenom između zemalja smještenih u različitim zoogeografskim regijama je došlo do neželjenog unosa vrsta koje su došle zajedno s poljoprivrednim proizvodima. Isto vrijedi i za neke vrste iz porodice Drosophilidae, tako su primjerice na prostoru Europe nekoliko puta introducirane vrste koje se nisu uspjele zadržale poput nearktičkih vrsta *Chymomyza procnemis* (Williston, 1896) i *Chymomyza procnemoides* (Wheeler, 1952). Za razliku od dviju navedenih vrsta iz roda *Chymomyza* vrsta *Chymomyza amoena* (Loew, 1862) se nakon introdukcije u novo stanište uspjela zadržati uz proširenje svog areala rasprostranjenosti na području Europe (Bächli i sur. 2004.).



Slika 2.1.3.1. Podjela zoogeografskih regija

Izvor: CMEC, Globe Institute

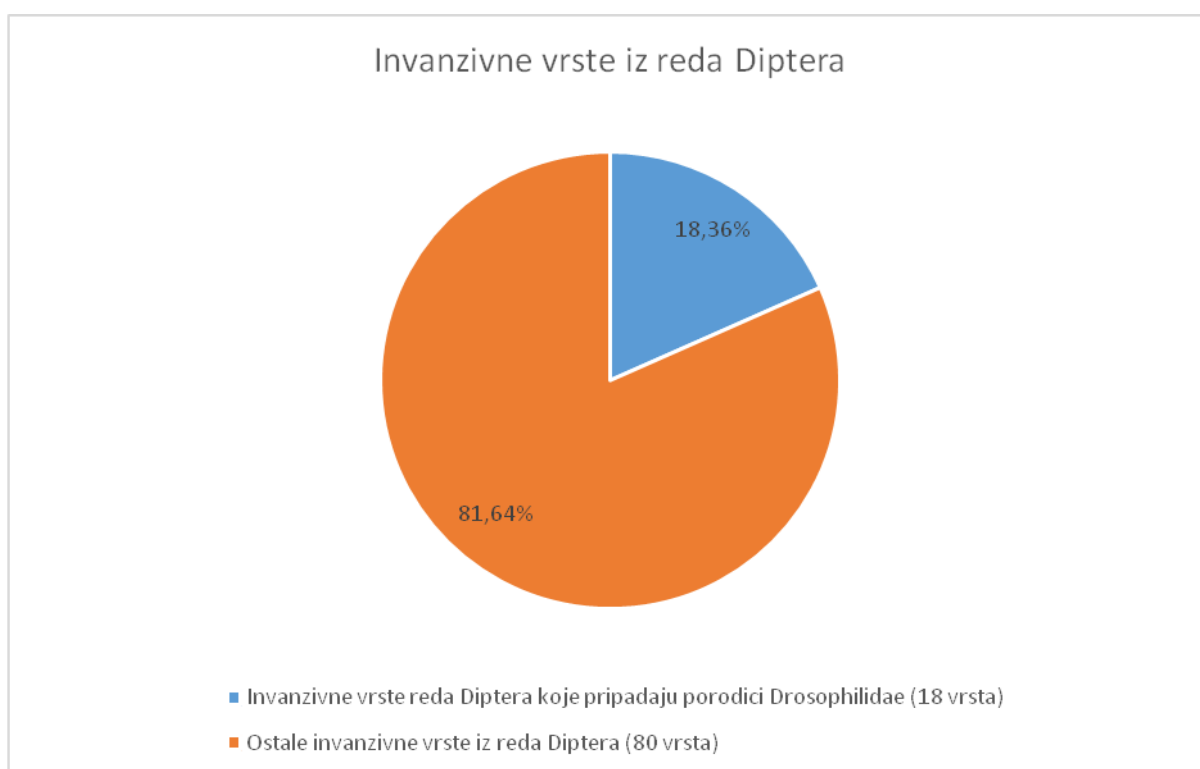
<https://www.businessinsider.com/updated-map-of-zoogeographic-regions-and-realms-2012-12>

- pristup 25.9.2019.

2.2. Strane invazivne vrste

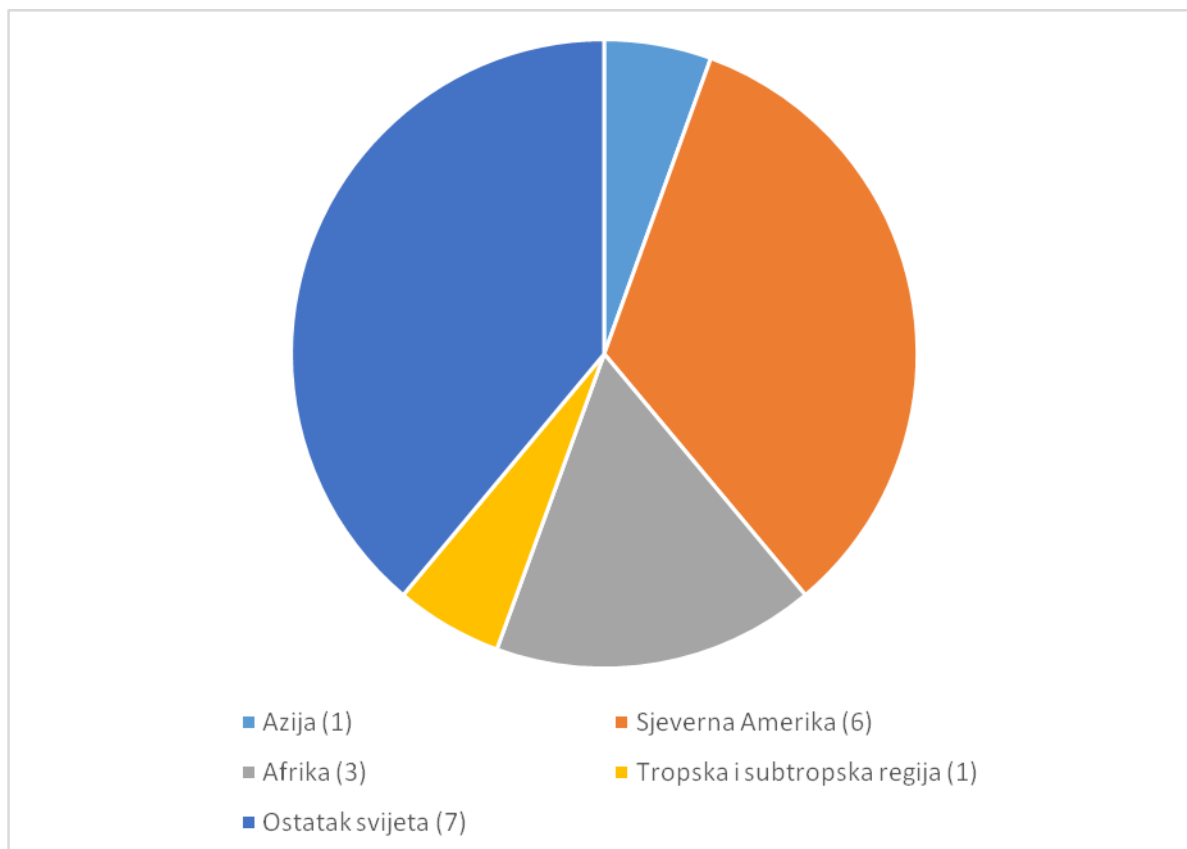
Pod pojmom strana vrsta smatramo svaku vrstu koja nije autohtona u određenom ekosustavu a ako njezino naseljavanje ili širenje uzrokuje štetu za okoliš, ljudsko zdravlje ili ekonomski gubitak u određenim granama gospodarstva poput poljoprivrede ili šumarstva smatra se invazivnom (Ehrenfeld 2010.).

Red Diptera u Europi broji oko 19 400 vrsta raspoređenih u 125 porodica. Od ukupnog broja zabilježenih vrsta samo ih je 98 stranih odnosno invazivnih vrsta. Među njima je 18 vrsta (grafikon 2.2.1.) iz porodice Drosophilidae (Skuhrová i sur. 2010.).



Grafikon 2.2.1. Brojnost stranih invazivnih vrsta porodice Drosophilidae u odnosu na brojnost ostalih stranih invazivnih vrsta iz reda Diptera na području Europe (Skuhrová i sur. 2010.)

Spomenutih 18 invazivnih vrsta iz porodice Drosophilidae se dijele u rodove *Scaptomyza* (2 vrste), *Zaprionus* (3 vrste), *Drosophila* (8 vrsta), *Chymomyza* (4 vrste) i *Dettopsomyia* (1 vrsta). Vrste iz navedenih rodova su u Europu unesene iz različitih krajeva svijeta (grafikon 2.2.2.) (Skuhrová i sur. 2010.).



Graf 2.2.2. Regije svijeta i prikaz broja vrsta (u zagradi) iz kojih su unesene octene muhe (*Drosophilidae*) u Europu (Skuhrová i sur. 2010.)

U Hrvatskoj je od tih 18 unesenih vrsta zabilježeno prisustvo njih sedam. To su *Drosophila busckii* (Coquillet, 1901), *Drosophila hydei* (Sturtevant, 1921), *Drosophila immigrans* (Sturtevant, 1921), *Drosophila repleta* (Wollaston, 1858), *Drosophila melanogaster* (Meigen, 1830), *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) i *Chymomyza amoena* (Loew, 1862) (Skuhrová i sur. 2010.).

2.2.1. *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931)

Vrsta *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) je porijeklom iz istočne Azije. Godine 1916. je prvi put zabilježena na prostoru Japana (Kanzawa 1939. cit. Asplen i sur. 2015.). Fitofagna ishrana ovoj vrsti pomaže u opstanku i razmnožavanju na novom području. Kvaliteta ishrane i povoljni klimatski uvjeti direktno utječu na brzinu povećanja populacije *D. suzukii* (Lengley i sur. 2015.).

Karakteristike vrste *D. suzukii* su žućkasto smeđa boja tijela (Masten Milek i sur. 2013.) i duljina tijela od 2,25 do 4 mm (OEPP/EPPO 2013.). Vrstu također karakterizira spolni dimorfizam, koji se manifestira u obliku tamne pjega na vrhu krila (slika 2.2.1.1.), ta pjega mužjake ne razlikuje samo od ženki koje pripadaju istoj vrsti već i od drugih mužjaka vrsta porodice Drosophilidae (Masten Milek i sur. 2013.). Ono što ženke, a samim time cijelu vrstu čini značajnim štetnicima u poljoprivrednim nasadima je dugačka sklerotizirana leglica koja omogućava odlaganje jaja u mezokarp neoštećenih plodova (Atallah i sur. 2014. cit. Sampson i sur. 2016.). Idealno mjesto za ovipoziciju predstavljaju mesnati plodove tanke kože, poput malina i višanja (Bolda i sur. 2010.).

Ličinke su cilindričnog oblika, bijele boje, duljine do 3,5 mm. Kukuljica je crveno smeđe boje, duljine 3 mm i bačvastog oblika (Masten Milek i sur. 2013.). Štetu uzrokuje ličinka koja se hrani mesom ploda. Ishrana izaziva promjenu boje ploda kao i smanjenje tvrdoće, dok mjesto kroz koje je ženka odložila jaja postaje potencijalni ulaz u plod za različite sekundarne štetnike i uzročnike bolesti (Pajač i Barić 2010.). Najznačajniji faktor za proširenje ove vrste do različitih staništa diljem svijeta je međunarodna trgovina s poljoprivrednim proizvodima koji pogoduju širenju vrste *D. suzukii* (Klick i sur. 2016.).



Slika 2.2.1.1. Mužjak vrste *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931)

Izvor: CABI Invasives blog

<https://blog.invasive-species.org/2018/02/01/classical-biological-control-of-drosophila-suzukii-with-asian-parasitoids/> - pristup 25.9.2019.

2.2.2. *Chymomyza amoena* (Loew, 1862)

Sistematska pripadnost

Red: Diptera

Porodica: Drosophilidae

Rod: *Chymomyza*

Vrsta: *C. amoena*



Slika 2.2.2.1. Vrsta *Chymomyza amoena* (Loew, 1862)

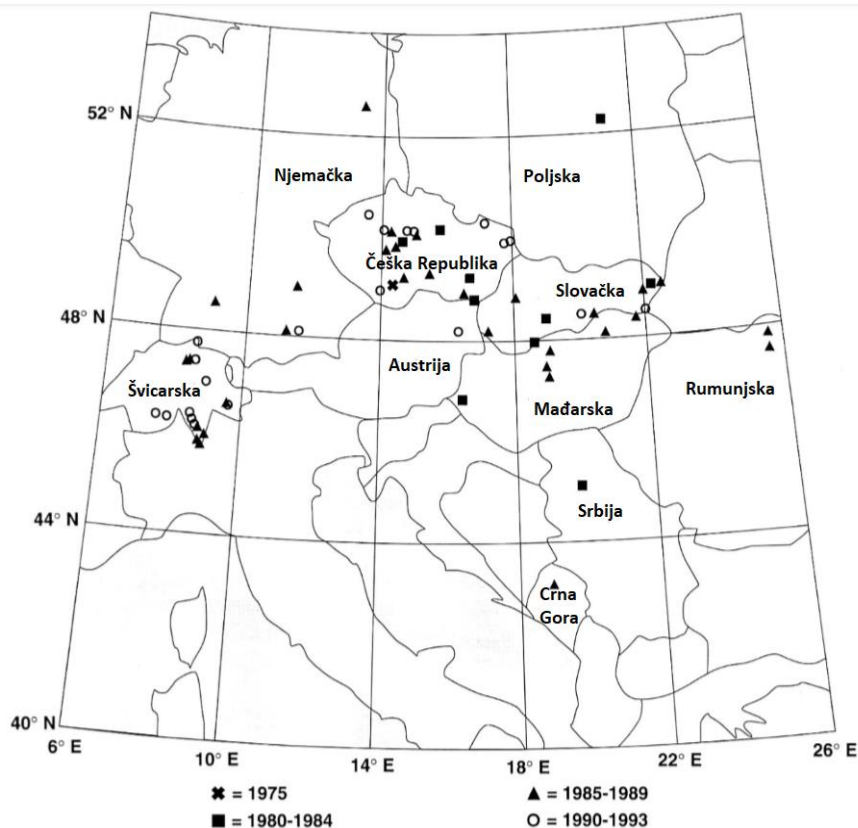
Izvor: Diptera.info

https://diptera.info/forum/viewthread.php?thread_id=25223&pid=112264 – pristup 25.9.2019.

2.2.2.1. Podrijetlo vrste *Cymomyza amoena*

Vrsta *Chymomyza amoena* (Loew, 1862) (slika 2.2.2.1.) je podrijetlom iz Sjeverne Amerike, točnije jugoistočnog dijela Kanade i istočnih saveznih država SAD-a (Band 1998c.). Prvi puta je u Europi zabilježena 1975. godine na južnom području pokrajine Bohemije (današnja Češka Republika) (Máca i Laštovka 1985.), od kuda je s vremenom proširila svoj areal i popunila prazne ekološke niše okolnih područja središnje i istočne Europe. Maca i Bächli 1994. godine objavljuju podatke postojećih istraživanja o vrsti *C. amoena* i mjestima

pronaska ove vrste na području srednje i jugoistočne Europe kroz kartografski prikaz (Slika 2.2.2.1.1.).



Slika 2.2.2.1.1. Lokacije pronalaska vrste *Chymomyza amoena* (grupiranje vremena pronalaska u 4 različite kategorije) na području Europe
(Izvor: Maca i Bächli 1994.)

Iz karte je vidljivo da se vrsta rasprostranila na području središnje i jugoistočne Europe u vrlo kratkom periodu. Zabilježeni su pronalasci u Njemačkoj, Poljskoj, Švicarskoj, Austriji, Češkoj, Slovačkoj, Mađarskoj, Rumunjskoj, Srbiji kao i Crnoj Gori. Od datuma objavljivanja tog znanstvenog rada vrsta se proširila po Europi, pa je tako otkrivena primjerice i u Latviji (Escher i sur. 2002.), Nizozemskoj (de Jong i van Zuijlen 2003.) i pronađena je po prvi put u Hrvatskoj (Pajač Živković i sur. 2017.). Osim na prostorima Sjeverne Amerike i Europe se prema Schumanu (1987.) povremeno njezina prisutnost bilježi i u Japanu. Ovu vrstu karakterizira mala brojnost populacije u prirodi i neujednačena rasprostranjenost odnosno točkasta pojavnost na određenom području (Band 1988a.). Vrsta *C. amoena* rijetko obitava na nadmorskim visinama višim od 800 m, iznimke su mjesta Durmitor (1500 m.n.v.), Savognin (1360 m.n.v.) i Tinizong (1300 m.n.v.) (Maca i Bächli 1994.). Točno vrijeme unosa kao ni način unosa u Europu nisu poznati. Pretpostavlja se da je unesena iz SAD-a neposredno pred prvi pronalazak u Europi kroz transport jabuka u države srednje i istočne Europe. Uz ovu nepoznanicu se vezalo i pitanje o tome je li unesena na jednom mjestu ili na više mjesta s kojih se proširila na postojeće areale (Maca i Bächli 1994.). Znanstvenici su složni u tome da se radi o stranoj vrsti, iako se na početku teoretiziralo o mogućnosti

autohtone vrste koja je tek naknadno stupila u fokus znanstvenika koji se bave tim područjem. Ta se teza odbacila zbog činjenice što bi vrsta s takvim karakterističnim šarama na krilima i polifagnim načinom ishrane, koji se razlikuje od većine ostalih pripadnika porodice Drosophilidae, puno ranije stupila u fokus istraživačke zajednice ukoliko uzmemo u obzir da se vrste porodice Drosophilidae istražuju u Europi od 20-ih godina prošlog stoljeća (Band i sur. 2005.).

2.2.2.2. Morfologija i biologija vrste *Chymomyza amoena*

Odrasle jedinke vrste *C. amoena* su smeđe žućkaste boje s karakteristično obojanim krilima. Na krilima se nalaze 3 široke, okomite (na tijelo muhe) tamne šare (slika 2.2.2.2.1.), osim krila karakteriziraju ih oči jarko crvene boje (Bächli i sur. 2004.). Vrsta razvija veći broj generacija godišnje, a nova generacija se može pojaviti unutar mjesec dana tijekom razdoblja parenja (Band 1988c.). Od pojave odraslih jedinki do nove ovipozicije prolazi od 7 do 10 dana (Band 1988a.). Prezimiti može u obliku stadija ličinke u tlu, a ponekad prezimljava i u plodu u kojem se ličinka hranila, dok u toplijim klimatskim krajevima može prezimiti u obliku kukuljice (Band 1988c.). Prilikom preobrazbe u kukuljicu ličinke većinom odlaze u tlo, a rijetko ostaju u supstratu u kojem su se hranile (Band 1988a.).



Slika 2.2.2.2.1. Krilo *Chymomyza amoena* s karakterističnim šarama

Izvor: Pajač Živković i sur. (2017.).

2.2.2.3. Hranidbene navike, stanište i reprodukcijske navike

Štetni razvojni stadij je ličinka koja se razvija i živi u različitim parazitiranim ili oštećenim plodovima poput divljih jabuka, domaćih jabuka, krušaka, divljih trešanja i sličnih drugih plodova. Ono po čemu se razlikuje od većine drugih vrsta roda *Drosophila* je što se može razviti i u orašastim plodovima kao što su kesten, crni orah ili primjerice žir (Band 1991., Burla i Bächli 1991.). Dok se od drugih vrsta roda *Chymomyza* razlikuju po tome što se sve ostale vrste osim nje razvijaju uglavnom ispod kore različitog drveća (Bächli i sur. 2004.). U tim parazitiranim ili oštećenim plodovima se vrsta *C. amoena* najvjerojatnije hrani mikroorganizmima koji se nalaze u raspadajućoj organskoj tvari ili ekskrementima primarnih parazita (Band 1988b.). Prema ishrani je polifagna vrsta. Baš ta specifičnost u razvoju i načinu ishrane je jedna od ključnih metoda prilagodbe i širenja po Europskom kontinentu nakon unosa. Vrsta *C. amoena* je popunila prazne ekološke niše velikom brzinom zbog toga što nije imala konkurenciju u vidu drugih organizama koji imaju slične životne cikluse ali i hranidbene navike kao što ih ima ona. Može živjeti u područjima intenzivne poljoprivrede, odnosno u voćnjacima okućnica urbanih i ruralnih područja kao i na rubovima šumskih područja (Maca i Bächli 1994.). U SAD-u je bila vrsta koja je obitavala u šumama, gdje se razmnožavala u prirodno postojećim uvjetima. Dolaskom ljudi i kultiviranih biljaka u blizinu njezinog staništa postepeno se preselila na plantaže jabuka, krušaka, šljiva i tako se zajedno sa čovjekom širila na nova područja (Band 1988c.), drugim riječima postala je pratitelj čovjeka te se isto kao i *D. melanogaster* udomaćila u poludomesticiranim staništima kao što su voćnjaci. Glavna baza razvoja su joj otpali plodovi voćaka u dvorištima oko kuća. Puno manji postotak se razmnožava na šumskim rubovima. I dalje nije u potpunosti jasno pod kojim se uvjetima, godišnjem dobu ili staništu ova vrsta najbolje razvija (Burla i Bächli 1992.).

Burla i Bächli (1992.) su dokazali da se *C. amoena* proširila i u šumama Europe. To su potvrdili pomoću lovki na bazi fermentiranih banana koje su postavili na više mjesta u Švicarskim šumama, udaljenim minimalno 100 m od ruba šume. Od ukupnog broja ulovljenih vrsta porodice Drosophilidae samo je 1,52% pripadao ulovu vrste *C. amoena* (tablica 2.2.2.3.1.). Time su potvrdili da je u Europi brojnost jedinki unutar prirodne populacije mala, kao što je i prirodna brojnost populacije u SAD-u mala (Band 1988a.). Za razliku od SAD-a, gdje se preselila iz šuma u poljoprivredne nasade u Europi se je preselila iz nasada i okućnica u šume (Burla i Bächli 1994.).

Tablica 2.2.2.3.1. Postotak ulovljenih *C. amoena* među svim vrstama porodice Drosophilidae (Banana trap) na 4 lokacije u švicarskom kantonu Ticino

	Biett	Cevio	Lodano	Maggia	Ukupno
<i>C. amoena</i>	0,51% (6)	0,17% (3)	5,94% (78)	0,87% (30)	177 (1,52%)
Sve vrste porodice Drosophilidae	1179	1740	1314	3444	7677

Izvor: Burla i Bächli (1992.)

Prikupljanjem otpalih plodova s površine šumskog tla Burla i Bächli (1992.) utvrdili su prisutnost vrste *C. amoena* kod kestena, šumskih jabuka, divljih trešanja i u žirevima.

Jedinke koje su spolno zrele i spremne za razmnožavanje privlače otpali plodovi oko drveća, potvrđeno je da ženke i mužjake ove vrste privlače plodovi na kojim je gravidna ženka izlegla jaja. Agregacija (okupljanje) mužjaka na jednom mjestu je za ovu vrstu vrlo rijetka pojava, jer su prirodno vrlo agresivni prema pripadnicima istog spola i samim time vrlo teritorijalni. Agregacija se javlja samo u vrijeme parenja. Spolno zrele ženke izbjegavaju mužjake koji nisu spolno zreli. U slučaju susreta s mužjakom s kojim se ne želi pariti ženka diže svoj abdomen a ukoliko digne krilo znači da je prema drugoj jedinki neprijateljski raspoložena (Band 1988a.).

Postoje dva načina parenja, češći je napadni tip parenja kod kojeg mužjak pokazuje nasilno ponašanje i nameće se ženki sve dok ne dođe do kopulacije. Alternativni način karakterizira pokušaj mužjaka da hvati ženku u letu i onda se zajedno s njom spušta na obližnju površinu na kojoj započinje kopulacija. Ženke tijekom procesa parenja na sebi nose mužjake i pri tom se mogu slobodno kretati (slika 2.2.2.2.3.). Proces parenja nije uvijek uspješan. Ukoliko dođe do oplodnje ženka započinje ovipoziciju, koja traje otprilike 3 dana. Ženke većinom liježu jaja u rupice, ožiljke ili pukotine na površini otpalih plodova, najčešće su jaja odvojena jedna od drugih, tj. ne nalaze se u skupinama (agregacijama). U kasnijim generacijama ženke obavljaju ovipoziciju i na plodove koji su još uvijek na matičnim stablima (Band 1988a.). Orašasti plodovi (šumski plodovi) mogu biti baza razvoja populacije tijekom proljeća, ljeta i jeseni, čak i nagodinu ukoliko se ne isuše zbog previsokih temperatura, dok otpale jabuke u voćnjacima predstavljaju supstrat za razvoj jedinki najčešće tijekom ljeta. Dostupnost hranidbenog supstrata za razvoj ličinki je vrlo važna u opstanku i širenju na nova područja za vrstu *C. amoena* (Band i sur. 2005.).



Slika 2.2.2.2.3. Kopulacija vrste *C. amoena*

Izvor: Naturspaziergang; Andreas Haselböck

http://www.naturspaziergang.de/Zweifluegler/Drosophilidae/Chymomyza_amoena.htm - pristup 25.9.2019.

2.3. *Gitona distigma* (Meigen, 1830)

Vrsta *Gitona distigma* (Meigen, 1830) je uglavnom žute boje tijela, crno obojanog dorzalnog dijela prsišta i malih crnih točkica oko gotovo svih čekinja na prsištu (slika 2.3.1.). Karakteristika muhe je primjetna crna točka na vrhu R_{2+3} žile (slika 2.3.1.). Rasprostranjena je diljem Europe, ali se češće nalazi na jugu kontinenta. Jedinke ove vrste se vrlo rijetko love na hranidbenim lovkama (Bächli i sur. 2004.).

Primijećeno je da se ličinke razvijaju u cvjetovima vrste *Sonchus arvensis* L. (Asteraceae) iz kojih naknadno izlaze odrasle jedinke (Tsacas i Desmier de Chenon 1976.).



Slika 2.3.1. Vrsta *Gitona distigma* (Meigen, 1830).

Izvor: LDMI – 2002-2019

<https://www.galerie-insecte.org/galerie/view.php?ref=26891> – pristup 25.9.2019.

3. Materijali i metode

3.1. Područje istraživanja

Brojnost populacije vrste *Chymomyza amoena* praćena je u mješovitom voćnjaku u Murskom Središću smještenom na 46° 51' 16" sjeverne geografske dužine i 16° 44' 16" istočne geografske širine (Međimurska županija) tijekom vegetacijske sezone 2017. godine. U voćnjaku se uzgaja višnja (*Prunus cerasus* L.), trešnja (*Prunus avium* L.), jabuka (*Malus x domestica* Borkh.), kruška (*Pyrus communis* L.), šljiva bistrica (*Prunus domestica* L.) i breskva (*Prunus persica* L.). U neposrednom susjedstvu nalazi se voćnjak u kojem se uzgaja 40-ak stabala različitih voćnih vrsta sađenih u nepravilnome sklopu, različite starosti (slika 3.1.1.).



Slika 3.1.1. Voćnjak Mursko Središće

3.2. Metode praćenja

U svrhu praćenja vrste *Chymomyza amoena* u voćnjak su postavljene hranidbene lovke na bazi jabučnog octa i fermentiranog voća, a s obzirom da lovke nisu selektivne uz vrstu *C. amoena* prikupljene su i druge vrste octenih muha (*Drosophilidae*). Lovka na bazi jabučnog octa postavljena je u voćnjak 19. ožujka a praćenje je trajalo do 8. listopada 2017. godine. Lovke su pregledavane na tjednoj bazi, a ulovljene octene muhe čuvane su u plastičnim bočicama s etilnim alkoholom do identifikacije. Lovka na bazi jabučnog octa (slika 3.2.1.) izrađena je od plastične boce volumena 0,5 l na kojoj su 3 cm ispod čepa radijalno u

pravilnim udaljenostima izbušene 4 rupe promjera 5 mm. Veličina promjera rupe je odabrana kako bi se spriječio ulov drugih vrsta kukaca koje nisu bile predmet ovog istraživanja. Lovka je postavljena na višnju (*Prunus cerasus* L.) na visini od približno 2,1 metra.



Slika 3.2.1. Prikaz hranidbene lovke na bazi jabučnog octa u voćnjaku u Murskom Središću

Hranidbena lovka na bazi fermentiranog voća (banane, trešnje, višnje i jabuke) s dodatkom kvašćevih gljivica (slika 3.2.2.) pripravljena je prema standardiziranom protokolu (Kekić i sur. 1995.), a postavljena je u petrijevoj zdjelici u voćnjak 16. lipnja te je bila aktivna do 18. lipnja 2017. godine. U navedenom razdoblju prevladavalo je sunčano i suho vrijeme, a 17. lipnja zabilježen je kratkotrajni pljusak u voćnjaku. Lovka na bazi fermentiranog voća tijekom cijelog perioda praćenja bila je zaštićena od kiše. Svakog dana u 7 i 19 h (za vrijeme najveće aktivnosti octenih muha) obavljano je skupljanje octenih mušica u neposrednoj blizini lovke pomoću entomološke mrežice. Prikupljene octene muhe čuvane su u plastičnim bočicama s etilnim alkoholom do identifikacije.



Slika 3.2.2. Prikaz hranidbene lovke na bazi fermentiranog voća (lijevo prije postavljanja u voćnjak i desno nakon završenog trodnevnog praćenja).

3.3. Determinacija uzoraka

Fauna octenih muha (*Drosophilidae*) izdvajana je od ostale ulovljene entomofaune u laboratoriju Zavoda za poljoprivrednu zoologiju Agronomskog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu

pomoću binokularne lupe (slika 3.3.1). Jedinke strane vrste *Chymomyza amoena* identificirane su prema standardnom determinacijskom ključu (Bächli i sur. 2004.), a dijagnostički protokol OEPP/EPPO (2013.) korišten je za identifikaciju strane i invazivne vrste *Drosophila suzukii* čija veća brojnost je opažena tijekom izdvajanja octenih muha.

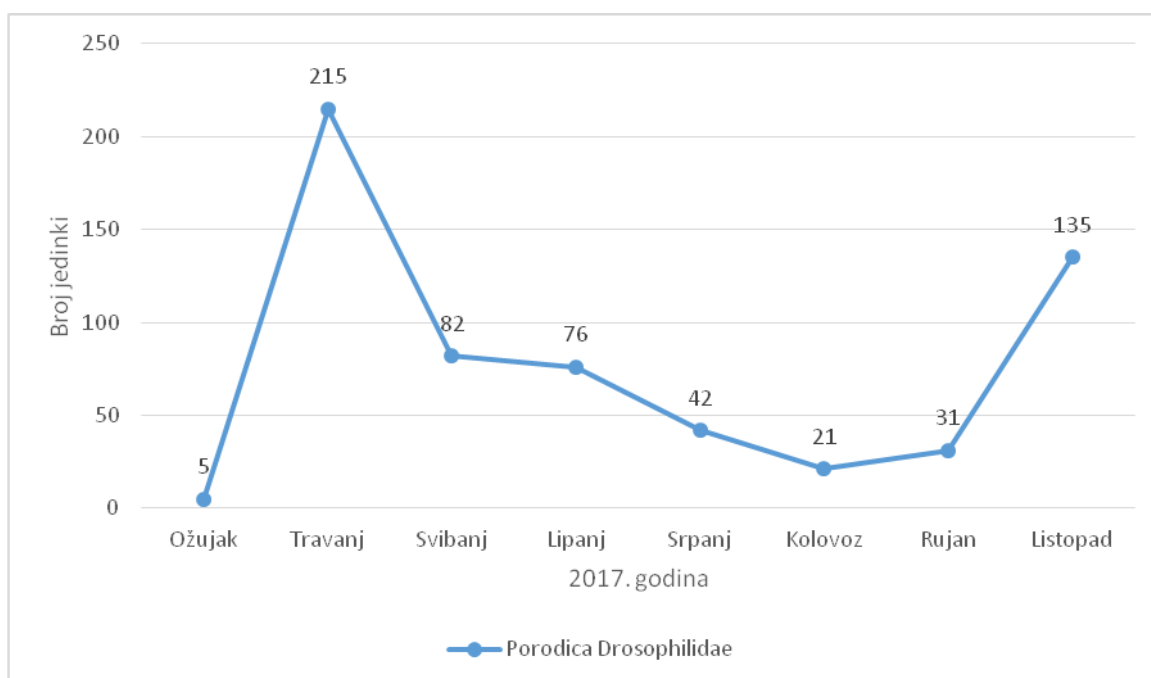


Slika 3.3.1. Identifikacija octenih muha pomoću binokularne lupe

4. Rezultati

4.1. Dinamika ulova octenih muha pomoću lovke na bazi jabučnog octa

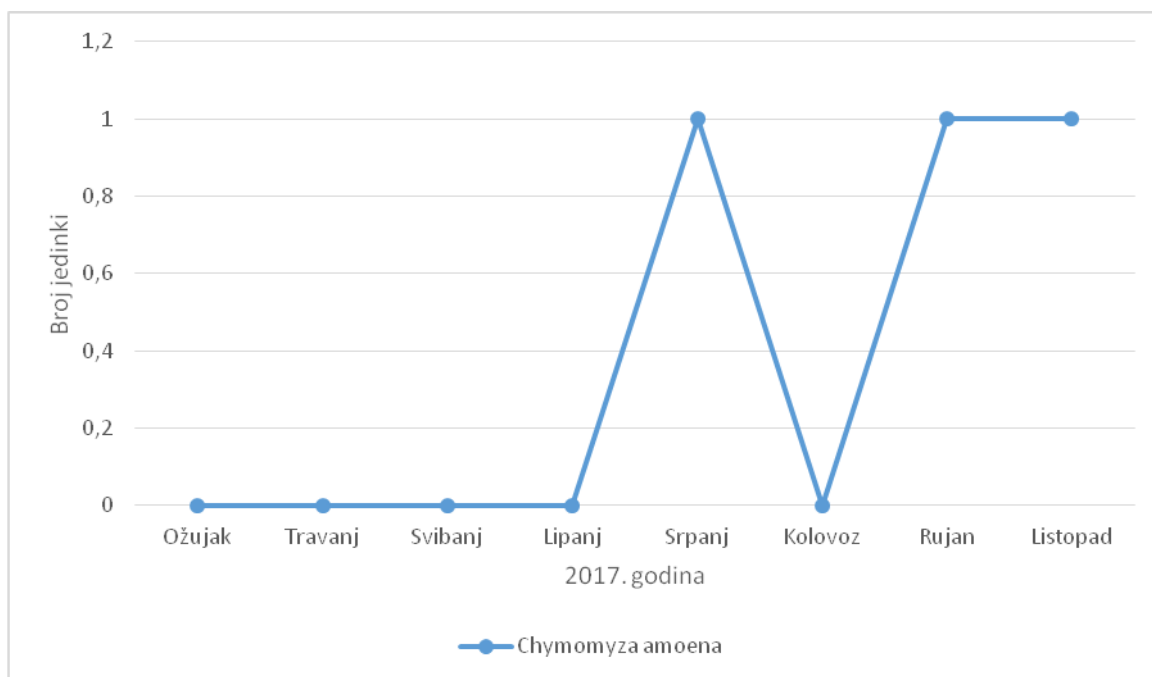
U grafikonu 4.1.1. prikazana je dinamika mjesečnog ulova jedinki octenih muha u voćnjaku Mursko Središće pomoću lovke na bazi jabučnog octa tijekom perioda praćenja u 2017. godini. U razdoblju trajanja pokusa od 26. ožujka do 8. listopada ukupno je ulovljeno 607 jedinki vrsta ove porodice. Početkom istraživanja u mjesecu travnju i krajem istraživanja u mjesecu listopadu je zabilježen najveći broj ulovljenih jedinki iz porodice Drosophilidae (grafikon 4.1.1.). Od travnja do kolovoza zabilježen je konstantni pad broja ulovljenih jedinki, dok je od kolovoza do listopada broj ulovljenih jedinki bio u porastu. Najmanji broj ulovljenih jedinki zabilježen je u kolovozu (21 jedinka).



Grafikon 4.1.1. Dinamika mjesečnog ulova jedinki vrsta iz porodice Drosophilidae u voćnjaku Mursko Središće pomoću lovke na bazi jabučnog octa tijekom 2017. godine

4.2. Dinamika ulova i brojnost vrste *Chymomyza amoena* pomoću lovke na bazi jabučnog octa

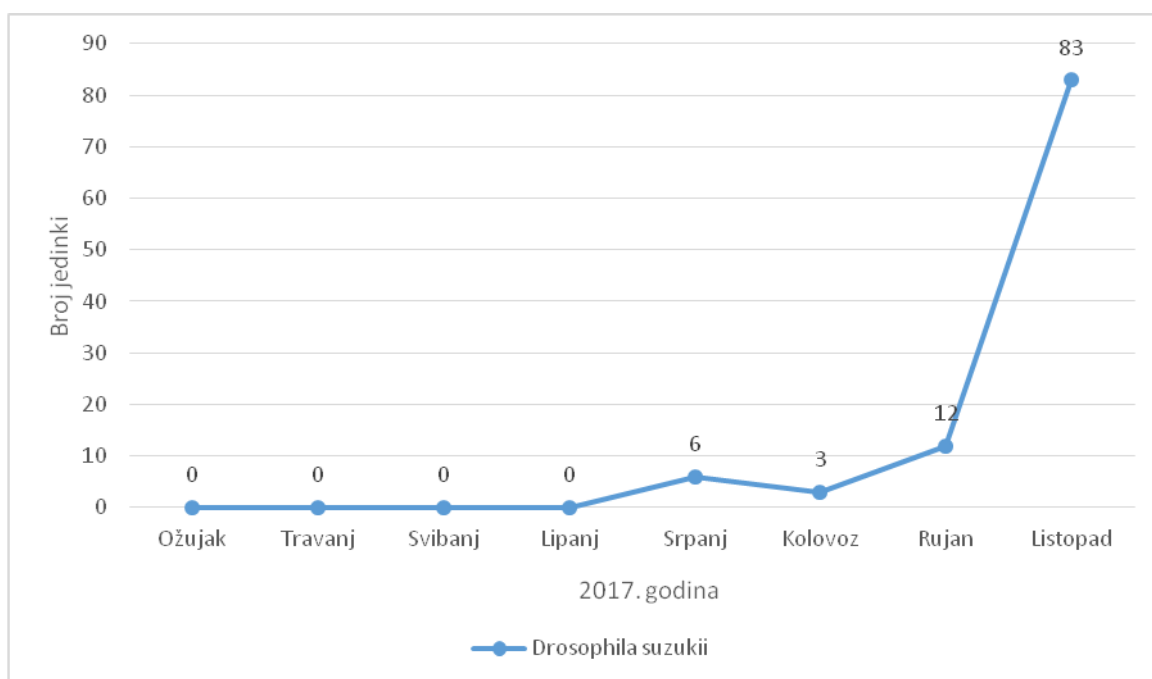
Dinamika mjesečnog ulova i brojnosti strane vrste *C. amoena* pomoću lovke na bazi jabučnog octa prikazana je u grafikonu 4.2.1. Tijekom cijelog trajanja istraživanja ulovljene su ukupno tri jedinke ove vrste. U periodu od ožujka do lipnja, kao ni u mjesecu kolovozu nije ulovljena niti jedna jedinka vrste *C. amoena*. Prvi ulov ove strane vrste zabilježen je između 16. i 23. srpnja, drugi između 17. i 24. rujna, a treći i posljednji između 24. rujna i 1. listopada 2017. godine.



Grafikon 4.2.1. Dinamika mjesečnog ulova vrste *Chymomyza amoena* u voćnjaku Mursko Središće pomoću lovke na bazi jabučnog octa tijekom perioda 2017. godine

4.3. Dinamika ulova i brojnost vrste *Drosophila suzukii* pomoću lovke na bazi jabučnog octa

Dinamika mjesečnog ulova i brojnosti strane vrste *D. suzukii* pomoću lovke na bazi jabučnog octa prikazana je u grafikonu 4.3.1. Tijekom cijelog trajanja istraživanja ulovljene su 104 jedinke ove vrste. Od ožujka do lipnja nije ulovljena niti jedna jedinka. Prema kraju vegetacijske sezone (uz iznimku mjeseca kolovoza) rastao je broj ulovljenih jedinki vrste *D. suzukii*, a najveći broj jedinki ove vrste je zabilježen u zadnjem mjesecu istraživanja (83 primjerka).



Grafikon 4.3.1. Dinamika mjesečnog ulova vrste *Drosophila suzukii* u voćnjaku u Murskom Središću pomoću lovke na bazi jabučnog octa tijekom 2017. godine

4.4. Brojnost mužjaka i ženki ulovljenih jedinki stranih vrsta *Chymomyza amoena* i *Drosophila suzukii*

U tablici 4.4.1. prikazan je broj ulovljenih mužjaka i ženki vrste *Chymomyza amoena* i *Drosophila suzukii* u istraživanom voćnjaku. Kod vrste *C. amoena* tijekom cijelog perioda praćenja nije ulovljen niti jedan mužjak već samo tri ženke. Kod vrste *D. suzukii* zabilježeno je 45 primjeraka mužjaka (približno 43,27%) te 59 ženki (približno 56,73%).

Tablica 4.4.1. Brojnost mužjaka i ženki vrste *Chymomyza amoena* i *Drosophila suzukii* u voćnjaku Mursko Središće

Vrsta	Ukupan broj ulovljenih jedinki	Broj ženki	Broj mužjaka
<i>Chymomyza amoena</i>	3	3	0
<i>Drosophila suzukii</i>	104	59	45

4.5. Brojnost jedinki octenih muha ulovljenih pomoću lovke na bazi fermentiranog voća

U razdoblju između 16. lipnja i 18. lipnja u voćnjaku u Murskom Središću pomoću lovke na bazi fermentiranog voća ukupno je ulovljeno 28 jedinki vrsta iz porodice Drosophilidae. Među ulovljenim primjercima nije indentificirana niti jedna jedinka vrste *C. amoena*, kao niti vrste *D. suzukii*. Prvog dana istraživanja ulovljeno je osam jedinki, drugoga 14, a trećeg šest jedinki vrsta ove porodice.

Tablica 4.5.1. Brojnost jedinki vrsta iz porodice Drosophilidae ulovljenih pomoću lovke na bazi fermentiranog voća

Datum	Uzorkovanje u 07:00h	Uzorkovanje u 19:00h
16. lipnja	1	7
17. lipnja	8	6
18. lipnja	5	1

5. Rasprava

U voćnjaku Mursko Središće na području Međimurja je tijekom 2017. godine utvrđena prisutnost strane vrste *Chymomyza amoena* po drugi put na području Međimurske županije. Ulovljene su tri jedinke, a rezultati ovog istraživanja slični su rezultatima prvog utvrđivanja vrste *C. amoena* na području Međimurja (Pajač Živković i sur. 2017.) kojim su u Donjem Zebancu opažene dvije jedinke ove vrste. Možemo vidjeti da je udio vrste *C. amoena* u ukupnoj populaciji vrsta porodice Drosophilidae utvrđenih ovim istraživanjem vrlo mali, iznosi svega 0,49% što je slično rezultatima Pajač Živković i sur. 2017. koji su u Donjem Zebancu utvrdili zastupljenost vrste od 0.84%. Takvi rezultati se poklapaju s postojećim istraživanjem kojim je potvrđeno da je brojnost jedinki u Europi unutar prirodne populacije mala, jednako kao što je mala i prirodna brojnost njene populacije u SAD-u (Band 1988a.). Broj ulovljenih jedinki je možda i direktan rezultat prirodne agresivnosti mužjaka prema drugim mužjacima iste vrste, što ih čini izuzetno teritorijalnim (Band 1988a.). Malen broj ulovljenih jedinki ne može nam dati točnu informaciju o pojavljivanju vrste tijekom vegetacijske sezone na ovom području, a vrlo je vjerojatno da je vrsta pomoću hranidbene lovke na bazi jabučnog octa bila privučena u voćnjak Mursko Središće te da u njemu ne obitava. Hranidbena lovka na bazi jabučnog octa bila je aktivna u voćnjaku još 2 tjedna nakon što su se ubrali posljednji plodovi iz voćnjaka, a porast ukupnog broja vrsta iz porodice Drosophilidae pred kraj istraživanja pokazuje obrnuto proporcionalnu vezu između izvora hrane i broja ulovljenih jedinki, tj. manjak izvora hrane za octene muhe u prirodi rezultirao je većim ulovom vrsta ove porodice u voćnjaku Mursko Središće jer je lovka u širem krugu bila jedini izvor za prehranu ovih kukaca. Promatrajući ulove octenih muha iz porodice Drosophilidae u voćnjaku Mursko Središće opažamo promjenjivu brojnost u ulovu tijekom godine, tako je primjerice početkom i krajem vegetacijske sezone ona bila znatno viša od sredine vegetacijske sezone (grafikon 4.1.1.) što je i logično s obzirom da octene muhe većinom prezimljuju kao odrasli oblici i javljaju se početkom godine kada nastupe povoljni uvjeti, a krajem vegetacijske sezone aktivne su tako dugo dok su im dostupni izvori hrane i povoljni vremenski uvjeti (prvenstveno temperatura zraka).

Iako je brojnost vrste *C. amoena* u voćnjaku Mursko Središće bila mala pretpostavlja se da je vrsta sastavni dio lokalnog eko sustava u kojem je zahvaljujući svojim biološkim karakteristikama poput polifagne ishrane te mogućnosti preživljavanja u različitim staništima; šumama, poljoprivrednim nasadima, okućnicama kuća i sl. pronašla i održala svoju ekološku nišu. Takvi rezultati se podudaraju s rezultatima istraživanja Band-a (1988a.) gdje je također utvrđena neujednačena rasprostranjenost odnosno točkasta pojavnost na određenom području. Vrsta *C. amoena* ne predstavlja prijetnju za poljoprivredne proizvođače jer su osnova njezine ishrane i razvoja otpali i oštećeni plodovi. Usprkos tome bitno je nastaviti istraživati vrstu koja je nedavno otkrivena u Hrvatskoj i prikupiti što veći broj informacija i konkretnih podataka na temelju kojih se mogu donijeti zaključci prvenstveno o hranidbenim ali i drugim navikama. Poželjno bi bilo proširiti područje istraživanja i postavljati lovke na različita staništa, poput primjerice rubnih područja šuma ili drugih poljoprivrednih nasada kako bi se utvrdila točna brojnost i rasprostranjenost ove vrste na području Međimurja ali i cijele Hrvatske. Također bi trebalo dodatno proširiti istraživanje vrsta ove porodice na području Murskog Središća kako bi se izdvojile dominantne vrste u agroekosustavima što je od izuzetne važnosti za poljoprivrednu proizvodnju ovog kraja.

Intenziviranjem poljoprivredne proizvodnje i povećanjem robne razmjene između država teško je spriječiti slučajan unos stranih vrsta koje potencijalno mogu ugroziti postojeći agroekosustav te izazvati gubitke u poljoprivrednoj proizvodnji. Pravovremenim prikupljanjem podataka o stranim vrstama možemo pravodobno reagirati tj. provoditi zaštitu i minimalizirati potencijalne gubitke koje štetnik može izazvati.

Osim strane vrste *C. amoena* u voćnjaku Mursko Središće zabilježene su 104 jedinke invazivne vrste *D. suzukii*, što iznosi 17,13% od ukupnog broja jedinki octenih muha zabilježenih ovim istraživanjem. S obzirom na navedeni postotak ova vrsta klasificira se prema Tischler-u (1949.) kao eudominantna u istraživanom voćnjaku što je u skladu s faunističkim istraživanjima provedenim u Donjem Zebancu gdje je vrsta također klasificirana kao eudominantna s udjelom u ukupnoj populaciji u iznosu od 69% (Pajač Živković i sur. 2017.), te istraživanjima provedenim na pokušalištu Agronomskog fakulteta u Zagrebu „Jazbina“, gdje je udio vrste u ukupnoj populaciji octenih muha iznosio 30% (Pajač Živković i sur. 2018.). Ovim faunističkim istraživanjem je potvrđena dominantnost *D. suzukii* na području Murskog Središća. Postoji mogućnost da je *D. suzukii* širenjem i povećanjem svoje populacije u Murskom Središću, kolonizirala i susjedne agroekološke sustave na području Međimurja. Osim u agroekosustavima na otvorenom, dominantnost vrste nedavno je potvrđena i u agroekosustavima u zatvorenom prostoru tj. plastenicima (Pajač Živković i sur. 2019.).

Veći postotak ulovljenih ženki (56,73%) na području istraživanja ukazuje na mogući porast populacije ove vrste, te se pretpostavlja da će kroz određeni vremenski period (Pajač Živković i sur. 2019.) vrsta popuniti veći dio ekološke niše i potisnuti autohtone vrste octenih muha što je već potvrđeno u faunističkim istraživanjima na području Hrvatske (Pajač Živković i sur. 2017.). Povećanje postojeće populacije može u budućnosti uzrokovati značajne štete na plodovima biljaka na području istraživanja, te će vrlo vjerojatno dovesti do provođenja mjera za zaštitu bilja koja će osim na populaciju *D. suzukii* utjecati i na ostale vrste porodice Drosophilidae. Veliki problem predstavlja činjenica da se na području Hrvatske štetnik ciljano ne suzbija usprkos utvrđenoj visokoj brojnosti. Vrsta *D. suzukii* je za razliku od ostalih invazivnih muha porodice Drosophilidae primarni štetnik koji može učiti velike štete na različitim plodovima i time dovesti do ekonomskog gubitka u poljoprivrednoj proizvodnji. Kako bi se smanjila brojnost populacije vrste te štete u nasadima, od izuzetne je važnosti planirano provoditi zaštitu od ovog štetnika.

Među ulovljenim octenim muhamama pronađena je i jedna jedinka vrste *Gitona distigma*. U Hrvatskoj je *G. distigma* zabilježena u nekoliko navrata na lokacijama u Zagrebu, Osijeku i Rijeci a zadnji put je utvrđena 2009. godine u Vrsaru (Bächli 2019.). Nalaz vrste *G. distigma* u voćnjaku Mursko Središće prvi je pronalazak vrste na području Međimurja.

6. Zaključak

Dinamika leta strane vrste *Chymomyza amoena* istraživana je u 2017. godini u voćnjaku na području Murskog Središća. Postavljanjem lovke na bazi jabučnog octa utvrđena je prisutnost vrste *C. amoena* u istraživanom voćnjaku. Tijekom istraživanja je prikupljeno ukupno 635 jedinki iz porodice Drosophilidae. Udio vrste *C. amoena* unutar cjelokupne populacije prikupljenih vrsta iz porodice Drosophilidae na području istraživanja je bio vrlo mali i iznosio je svega 0,49%. Iako ovoj vrsti na području Međimurja vjerojatno odgovaraju klimatske prilike i dostupni su joj kvalitetni izvori hrane (polifagna vrsta) pripada u skupinu subrecentnih vrsta i sporadično se javlja na području istraživanja. Na malu brojnost populacije ove vrste na istraživanom području vjerojatno utječu ostale autohtone vrste octenih muha ali i strana vrsta *D. sukii* koja je u voćnjaku Mursko Središće klasificirana u kategoriju eudominantnih vrsta, a koje su u direktnoj kompeticiji za izvore hrane i životnog prostora s vrstom *C. amoena*. Sve prikupljene jedinke *C. amoena* su bile ženke, što ukazuje na mogući porast broja jedinki na prostoru istraživanja. Potvrdu te pretpostavke mogli bismo ispitati kroz dodatno višegodišnje istraživanje i kontinuirano praćenje ove vrste pomoću hranidbenih lovki na istraživanom području. Velika brojnost prikupljenih jedinki vrste *D. sukii* (104 primjerka) dokaz je stabilnosti populacije na istraživanom prostoru, te upućuje na ugrožavanje domaćih autohtonih vrsta octenih muha na ovom području. Veća brojnost ženki vrste *D. sukii* također upućuje na budući rast postojeće populacije, te bi kroz određeni period vremena ona mogla dodatno povećati svoju brojnost i širiti se na okolna područja što bi predstavljalo potencijalnu opasnost za poljoprivrednu proizvodnju na području Međimurja. Rezultati ovog istraživanja prilog su istraživanju rasprostranjenosti vrste *Chymomyza amoena* na području Međimurja.

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. (1988a). Behavior and Taxonomy of a Chymomyzid Fly (*Chymomyzia Amoena*). *International Journal of Comparative Psychology*, 2(1).
3. Band H. T. (1988b). *Chymomyza amoena*(Diptera: Drosophilidae), an unusual urban drosophilid. *Virginia Journal of Science*, 39(3), 242-249.
4. Band H. T. (1988c). Host shifts of *Chymomyza amoena* (Diptera: Drosophilidae). *American Midland Naturalist*, 163-182.
5. Band H.T. (1991). Acorns as breeding sites for *Chymomyza amoena* (Loew) (Diptera: Drosophilidae) in Virginia and Michigan. *Gt. Lakes Entomol.* 24: 45-50.
6. 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.
7. Bächli G. (2019). TaxoDros: The Database on Taxonomy of Drosophilidae, v. 1.04, Database 2011/1. <http://www.taxodros.uzh.ch/>. Pristupljeno: 25.09.2019.
8. Bächli G., Vilela C. R., Escher S. A., Saura A. (2004). The Drosophilidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark. Brill Academic Publishers.
9. Bolda M. P., Goodhue R. E., Zalom F. G. (2010). Spotted wing drosophila: potential economic impact of a newly established pest. *Agricultural and Resource Economics Update*, 13(3), 5-8.
10. Burla H., Bächli G. (1991). Beitrag zur Kenntnis von Substraten, in denen sich Drosophiliden-Arten entwickeln. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 64, 45-53.
11. Burla H., Bächli G. (1992). *Chymomyza amoena* (Diptera: Drosophilidae) reared from chestnuts, acorns and fruits collected in the Canton Ticino, Switzerland. *Mitteilungen der schweizerischen entomologischen Gesellschaft*, 65(1-2), 25-32.
12. Briggs, J. C. (1966). Zoogeography and evolution. *Evolution*, 282-289.
13. de Jong, H., van Zuijlen J. W. (2003). *Chymomyza amoena* (Diptera: Drosophilidae) new for the Netherlands. *Entomologische Berichten-Nederlandsche Entomologische Vereniging*, 63(4), 103-104.

14. Ehrenfeld J. G. (2010). Ecosystem consequences of biological invasions. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 41, 59-80.
15. Escher S. A., Ekenstedt J., Karpa A., Saura A. (2002). The Drosophilidae (Diptera) of Latvia. *Latvijas Entomologs*, 39, 62-69.
16. Gilbert P., Hill M., Pascual M., Plantamp C., Terblanche J.S., Yassin A., Sgrò C. M. (2016). *Drosophila* as models to understand the adaptive process during invasion. *Biological invasions*, 18(4), 1089-1103.
17. Hales K. G., Korey C. A., Larracuente A. M., Roberts D. M. (2015). Genetics on the fly: a primer on the *Drosophila* model system. *Genetics*, 201(3), 815-842.
18. Kekić V., Marinković D., Anđelković M., Milošević N. (1995). Studies of Drosophilidae (Diptera) in Yugoslavia. X. Collection from Vinci at Danube coast. *Glasnik prirodnjačkog muzeja, Beograd*, B, 49-50.
19. Kekić V. Stanić S., Pavković-Lučić S. (2005). Studies of Drosophilidae (Diptera) in Serbia and Montenegro. XIX Collection from Herceg Novi. *Natura Montenegrina* 4, 41-46.
20. 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
21. 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
22. 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.
23. 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.
24. 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
25. OEPP/EPPO (2013). PM 7/115 (1) *Drosophila suzukii*. *Bulletin OEPP/EPPO*. 43(3): 417424
26. Pajač I., Barić B. (2010). *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) – potencijalni štetnik koštičavog voća u Hrvatskoj. *Pomologia Croatica*. 16(1-2): 43-50
27. Pajač Živković, I., Barić, B., Lemić, D., Blažević, I., Šubić, M., Seljak, G., & Mešić, A. (2017). The Drosophilid Fauna (Diptera, Drosophilidae) of IPM Vineyards in Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 81(4), 231-234.

28. Pajač Živković I., Barić B., Šubić M., Seljak G., Mešić A. (2017). First record of alien species *Chymomyza amoena* [Diptera, Drosophilidae] in Croatia. *Šumarski list: znanstveno-stručno i staleško glasilo Hrvatskoga šumarskog društva*, 9, 489.
29. Pajač Živković I., Čuljak M., Seljak G., Barić B., Lemić D., Mešić A. (2018). Alien drosophilid species of the experimental field „Jazbina“. In 3. *Hrvatski simpozij o invanzivnim vrstama s međunarodnim sudjelovanjem*.
30. 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.
31. Remsen J., O'Grady P. (2002). Phylogeny of Drosophilinae (Diptera: Drosophilidae), with comments on combined analysis and character support. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 24(2), 249-264.
32. Sampson B. J., Mallette T., Adesso 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
33. Schumann H. (1987). *Chymomyza amoena* (Loew, 1862)-eine für die Fauna der DDR neue amerikanische Drosophilidenart (Diptera). *Entomologische Nachrichten und Berichte, Berlin*, 31, 125-128.
34. Skuhřavá M., Martínez M., Roques A. (2010). Diptera. Chapter 10. *BioRisk*, 4, 553.
35. Tee S. Y. (2011). *Optimization of fruity fly (Drosophila melanogaster) culture media for higher yield of offspring* (Doctoral dissertation, UTAR)
36. Tischler, W. (1949) Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig, 219 pp.
37. Tsacas L., Desmier D. C. R. (1976). Taxinomie et Biogéographie des «Genres» *Cacoxenus-Paracacoxenus-Gitonides-Gitona* (Dipt., Drosophilidae) et biologie d'une nouvelle espèce africaine commensale d'Apoidea (Hymenoptera). In *Annales de la Société entomologique de France* (Vol. 12, pp. 491-507).
38. Yassin A. (2013). Phylogenetic classification of the Drosophilidae Rondani (Diptera): The role of morphology in the postgenomic era. *Systematic Entomology*. 38 (2): 349–364.

Životopis

Josip Tarandek je rođen 29. prosinca 1994. godine u Čakovcu. Pohađao je i završio je osnovnu školu istoimenog naziva u Murskom Središću od 2001. do 2009. godine, nakon čega upisuje opći smjer gimnazije Josip Slavenskog u Čakovcu. Gimnaziju pohađa u razdoblju od 2009. godine do 2013. godine. Ak. god 2013./14. upisuje preddiplomski smjer Ekološka poljoprivreda na Agronomskog fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. U rujnu, 2016. godine stječe naziv sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) inženjer ekološke poljoprivrede. Ak. god. 2016./17. upisuje diplomski studij fitomedicine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Josip Tarandek je tijekom svog srednjoškolskog obrazovanja stekao njemačku jezičnu diplomu razine C1 (razumijevanje, govor, pisanje). Osim njemačkog jezika govori i engleski jezik na razini C1 (razumijevanje, govor, pisanje).