

Zdravka SEVER, Luka POPOVIĆ, Maja BABIĆ, Pero ARNAUT

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja, Zagreb
zdravka.sever@hapih.hr

SIT – TEHNIKA STERILNIH KUKACA ZA SUZBIJANJE SREDOZEMNE VOĆNE MUHE U DOLINI NERETVE

SAŽETAK

Jedan je od ciljeva Europskog zelenog plana i strategije „Od polja do stola“ smanjenje primjene kemijskih sredstava za zaštitu bilja. Suzbijanje sredozemne voćne muhe, značajnog štetnika mandarine, naše važne izvozne kulture, u integriranom pristupu suzbijanja provodi se i tehnikom sterilnih kukaca (engl. *Sterile Insect Technique* – SIT) po „area-wide“ principu pokrivanjem površine od oko 5000 ha u dolini Neretve. Španjolska i Hrvatska jedine su države članice EU-a koje su implementirale tu tehniku, što upućuje na kompleksnost provedbe takvoga načina suzbijanja s gledišta organizacije procesa, osjetljivosti proizvodnje ili dobave biološkog materijala – steriliziranih kukuljica mužjaka sredozemne voćne muhe, potrebnih stručnih znanja, ljudskih, tehničkih, a i financijskih resursa. Uz navedeno, osjetljivost ekosustava doline Neretve ogleda se u činjenici da je gotovo cijela dolina Neretve pod ekološkom mrežom Natura 2000 u kojoj su uspostavljeni ornitološki te ornitološko-ihtiološki rezervati. Također, važno je istaknuti da provođenje SIT metode suzbijanja sredozemne voćne muhe nije dostatno samo po sebi, već je za uspješnu borbu protiv nje potrebno poduzeti niz drugih mjera i aktivnosti. Iz navedenih razloga Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva donosilo je više verzija Naredbe o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanje sredozemne voćne muhe – *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), kao i Akcijskih planova. Trenutačno je na snazi Akcijski plan o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanje sredozemne voćne muhe (*Ceratitis capitata*) u dolini rijeke Neretve za razdoblje od 2025. do 2027. Aktivnosti HAPIH-a uključivale su: monitoring populacije odraslih i ličinki, uz ranu detekciju žarišta, zatim masovni lov na specifičnim područjima i domaćinima te SIT – kroz zaprimanje 56 pošiljaka steriliziranih kukuljica te ispuštanje 448 milijuna sterilnih jedinki na definirano području.

Ključne riječi: *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), mandarina, suzbijanje, tehnika sterilnih kukaca, dolina rijeke Neretve

UVOD

Sredozemna voćna muha (*Ceratitis capitata*, Wiedemann 1824) polifagni je invazivni štetnik koji napada preko 360 biljnih vrsta iz 69 različitih botaničkih

.....

porodica (Liquido i sur., 1998.). Rasprostranjena je diljem Afrike, Južne i Srednje Amerike, Bliskog istoka, južne Europe i Sredozemlja te Australije. Poznata je kao najveći štetnik voćnih kultura diljem svijeta. U Hrvatskoj je taj štetnik prvi put zabilježen u okolici Splita 1947. godine (Tominić, 1951.), a danas je prisutan duž cijele jadranske obale, ali i u dijelovima dalmatinskog zaleđa (Bjeliš, 2007.). U dolini Neretve najčešći su i najpoznatiji biljni domaćini različite sorte breskve i nektarine, kasne sorte smokve, kaki, grejp, jabuka, kruška, klementina, ali najveće štete pričinjava u nasadima mandarina. U uvjetima doline Neretve potvrđeni su u proizvodnji i neki manje zastupljeni domaćini kao fejoa (*Acca sellowiana*) i limun sorte 'Meyer' (Popović, 2020., 2024.). Prinos agruma može smanjiti od 30 % do 100 %, ovisno o klimatskim uvjetima pojedine vegetacijske godine (Umeh i sur., 2004.). Koliko je to ekonomski značajan štetnik na našem području, najbolje govori činjenica da Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva potpomaže proces suzbijanja sredozemne voćne muhe s višemilijunskim iznosima na godišnjoj razini, a nad njom fitosanitarne inspekcije provode posebne nadzore i kontrole (Ministarstvo poljoprivrede, 2021.). Zbog visokog biološkog potencijala i sposobnosti prilagođavanja, muha je prisutna u različitim geografskim područjima, a za razliku od ostalih voćnih muha, dobro podnosi i hladniju klimu (Thomas i sur., 2001., Lemić i sur., 2021.). Presudan utjecaj na veliku geografsku rasprostranjenost sredozemne muhe imao je čovjek, odnosno trgovinska razmjena (De Meyer, 2000.), a smatra se da je podrijetlom iz toplih južnoafričkih krajeva. To najbolje objašnjava prethodnu činjenicu. Gotovo ni jedna zemlja na svijetu nije potpuno riješila problem te invazivne vrste, već se ovisno o financijskim mogućnostima provode manje ili više učinkovite mjere suzbijanja kako bi se potencijalni gubici sveli na minimum (Radonjić, 2011.). Klimatske promjene i vremenski poremećaji mijenjaju cjelokupan agroekosustav, pa se tako događaju velike promjene i u životnom ciklusu poljoprivrednih štetnika (Prakash i sur., 2014.). Porast temperature zraka neminovno utječe na reprodukciju, preživljavanje, širenje i dinamiku populacije štetnika, kao i na odnos između štetnika, okoliša i prirodnih neprijatelja (Prakash i sur., 2014., Skendžić i sur., 2021.). Tako je posljednjih godina, počevši od 2019., za razliku od razdoblja implementiranja SIT metode u dolini Neretve 2010. godine, primjetna pojava i detekcija odraslih jedinki i tijekom zimskoga razdoblja te su se let i detekcija odraslih jedinki produljili na kraj studenoga i prosinac, a ulovi se bilježe i tijekom siječnja pa sve do ožujka kada se detektiraju malobrojne odrasle jedinke. Razlog treba tražiti u blagim i toplim zimama s visokim dnevnim temperaturama zraka. Može se zaključiti da te detekcije znače da populacija muhe olakšano i brojnije prezimljuje u svim stadijima: kao imaga, ličinke i kukuljice (Popović, 2024.). Takva situacija na terenu dovodi do manjeg prirodnog reduciranja i mortaliteta populacije zbog prije uobičajeno nižih zimskih temperatura (Popović, 2024.). Istraživanje

prezimljavanja sredozemne voćne muhe dokazuje da u uvjetima središnje Dalmacije odrasla sredozemna voćna muha, koja se razvila iz kukuljica početkom zime, u zaklonjenim uvjetima može prezimiti kao odrasla tijekom ostatka zime. Prezimjela odrasla jedinka tijekom proljeća, ovisno o klimatskim uvjetima, može zaraziti dostupne plodove biljaka domaćina te ženke štetnika mogu preživjeti do početka kolovoza (Bjeliš i sur., 2020.).

TEHNIKA STERILNIH KUKACA

Tehnika sterilnih kukaca, poznata i kao SIT tehnika (engl. *Sterile Insect Technique* – SIT), biološka je metoda suzbijanja štetnih kukaca. Tehnika uključuje masovan uzgoj i sterilizaciju ciljane vrste štetnika, uz korištenje zračenja, nakon čega slijedi sustavno puštanje mnogobrojnih sterilnih mužjaka na ciljano područje. Kako mužjaci dostižu spolnu zrelost i zadržavaju spolnu sposobnost, tako kopuliraju s divljim ženkama. U konačnici, ženke odlažu neoplođena jaja iz kojih se ne razvijaju sljedeći razvojni stadiji, pa se smanjuje populacija štetnika u prirodi. Korištenje sterilnih mužjaka prvi je opisao ruski genetičar A. S. Serebrovsky 1940. (Klassen, 2021.). Prvi organizirani SIT program za suzbijanje sredozemne voćne muhe započet je u Gvatemali i u južnom dijelu Meksika 1977. godine (Klassen, 2021.). Primjena tehnike sterilnih kukaca u poljoprivredi sastavnica je integrirane zaštite bilja. Osobito je značajna jer pridonosi postizanju ciljeva Europskog zelenog plana i strategije „Od polja do stola“ smanjenjem primjene kemijskih sredstava za zaštitu bilja. Nadalje, SIT je jedna od ekološki najprihvatljivijih metoda suzbijanja štetnih organizama ikada razvijenih jer se razlikuje od klasičnih bioloških mjera zaštite bilja. Autocidno suzbijanje specifično je za tu vrstu, a pod njim se podrazumijeva prekid reproduktivnog ciklusa štetnika. Sterilni kukci ne mogu se razmnožavati i stoga ni udomačiti u okolišu. SIT-om se ne uvode alohtone vrste u ekosustav. Iz navedenih razloga Međunarodna konvencija o zaštiti bilja kategorizira sterilne kukce kao korisne organizme. Važno je istaknuti da je sredozemna voćna muha karantenski štetnik u nekim državama značajnim uvoznicama neretvanske mandarine. Osim toga, primjena sredstava za zaštitu bilja u vrijeme zrenja plodova domaćina kada štetnik napada plodove ograničena je, s uvijek prisutnom realnom opasnosti od ostataka pesticida. Provedba tehnike temelji se na „area-wide“ načelu, što podrazumijeva primjenu na određenu širem geografskom području na kojemu se uzgaja kultura ili kulture koje želimo zaštititi, neovisno o vlasničkoj strukturi poljoprivrednih i drugih površina, drugim uzgajanim kulturama, prisutnosti ostalih biljaka domaćina štetnog organizma. Ovakav je pristup organizacijski vrlo zahtjevan, pa je nužno višegodišnje planiranje, predanost i uključenost svih zainteresiranih strana sukladno dodijeljenim obvezama i međusobnoj nadležnosti. Važno je istaknuti da SIT nije tehnika čijom se samostalnom

primjenom mogu očekivati zadovoljavajući rezultati u suzbijanju sredozemne voćne muhe, već se za postizanje rezultata moraju integrirati i svi drugi dostupni alati i mjere suzbijanja.

SPRJEČAVANJE ŠIRENJA I SUZBIJANJE SREDOZEMNE VOĆNE MUHE U DOLINI RIJEKE NERETVE

U području doline rijeke Neretve poljoprivreda je najvažnija gospodarska djelatnosti, pretežito proizvodnja agruma. Najznačajnija je voćna vrsta upravo mandarina, koja se uzgaja plantažno u dolini Neretve od 60-tih godina prošlog stoljeća. U posljednje je četiri godine prosječna proizvodnja mandarine iznosila oko 40 000,00 t, uz izvoz 60 % godišnje proizvodnje, što mandarinu čini jednom od najznačajnijih hrvatskih izvoznih proizvoda. Sredozemna voćna muha gospodarski je važan štetnik agruma, što potvrđuju i moguće štete na mandarinu čak do 100 %. Kako bi se osigurao nastavak uzgoja mandarine u dolini Neretve, području u sastavu ekološke mreže Natura 2000, suzbijanje štetnika provodi se sustavno, donošenjem propisa od nadležnog Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i ribarstva:

- **Naredba o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanje sredozemne voćne muhe – *Ceratitis capitata* (Wiedemann), NN 79/2025 (MPŠR, 2025. a.)**
- **Akcijski plan o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanje sredozemne voćne muhe (*Ceratitis capitata*) u dolini rijeke Neretve za razdoblje 2025. – 2027. (MPŠR, 2025. b.)**

Naredbom (MPŠR, 2025a.) propisane su mjere, obveze i načini zbrinjavanja svih otpalih, trulih, zaraženih i nakon berbe zaostalih plodova domaćina u roku od 72 sata nakon obavljene berbe s ciljem sprječavanja širenja i suzbijanje sredozemne voćne muhe na ugroženim područjima i područjima od posebnog gospodarskog značaja, popisane su biljke domaćini, kao i obveze specijaliziranih subjekata, jedinica lokalne samouprave te inspekcijski nadzor i troškovi provedbe mjera. Na temelju Naredbe donosi se i Akcijski plan (MPŠR, 2025b.) za učinkovito suzbijanje sredozemne voćne muhe u dolini rijeke Neretve. Suzbijanje ima cilj smanjiti gospodarsku štetu u voćarskoj proizvodnji, ponajprije u proizvodnji mandarine, stvoriti preduvjete za uspješan izvoz mandarine u pojedine treće zemlje i zemlje EU-a, potaknuti razvoj lokalne ekonomije i lokalne zajednice, pridonijeti očuvanju okoliša u prirodno vrijednu području delte Neretve, gdje se paralelno provodi i izvozno orijentirana intenzivna poljoprivreda, te pridonijeti razvoju i napretku poljoprivrede u Republici Hrvatskoj.

Akcijskim planom definirani su i posebni ciljevi:

- Osiguravanje jedinstvenog i centraliziranog upravljanja i koordiniranja svih aktivnosti izravno povezanih sa suzbijanjem sredozemne voćne

- muhe među svim provoditeljima
- Osiguravanje kontinuiranog praćenja indikatora, napretka i rezultata postignutih propisanim aktivnostima
- Osiguravanje jasne raspodjele zadataka, rokova za ostvarenje rezultata i vremenskog okvira provedbe propisanih aktivnosti
- Osiguravanje nesmetanog i učinkovitijeg obavljanja svih propisanih aktivnosti, uz pravovremenu mogućnost intervencije u slučaju pojave bilo kakvih poteškoća u postizanju rezultata (MPŠR, 2025. b.)

Kako bi se navedeni ciljevi postigli, Akcijski plan u organizaciji i upravljanju predviđa koordinatore upravljanja provedbe suzbijanja, međuinstitucionalnog koordinatore, Upravljački tim i operativne timove imenovanih dionika. Akcijskim planom definirane su i potvrđene od nadležnog Ministarstva dopuštene visine populacije sredozemne voćne muhe te su iskazane parametrom koji se koristi za određivanje visine populacije u skladu s Međunarodnim normama za fitosanitarne mjere. U svjetskim programima koristi se parametar FTD (eng. *flies/trap/day*) vrijednost za cijelo područje na kojemu se provode sve aktivnosti suzbijanja, zatim za područje koje je u početnoj fazi implementacije suzbijanja, kao i za područje na kojemu se ne provodi suzbijanje. FTD vrijednost je indeks koji se koristi za procjenu visine i jačine populacije u danom vremenu i prostoru te pruža osnovne informacije za usporedbu populacija među različitim područjima.

Formula kojom se izračunava FTD glasi: $FTD = F/T \times D$, gdje je F: ukupan broj odraslih jedinki sredozemne voćne muhe, T: broj pregledanih lovki i D: broj dana od dana kada su kontrolne lovke postavljene u monitoring ili posljednji put pregledane. FTD parametar najveće dopuštene visine populacije u važećem Akcijskom planu u dolini rijeke Neretve zadan je kao maksimalno $FTD = 0,5$ za cijelo područje doline Neretve.

AKTIVNOSTI OPERATIVNOG TIMA HRVATSKE AGENCIJE ZA POLJOPRIVREDU I HRANU

Geografska izoliranost doline Neretve i klimatski uvjeti preduvjet su za učinkovitu provedbu mjera suzbijanja i sprječavanja širenja. Operativni tim HAPIH-a zadužen je za provedbu mjera monitoringa, rane detekcije žarišta i suzbijanja masovnim lovom na određenom i ograničenom području doline Neretve.

Monitoring populacije odraslih jedinki

Svrha je ove mjere praćenje brojnosti i omjera prirodnih i sterilnih jedinki u populaciji, prikupljanje podataka za donošenje odluke o provedbi mjera suzbijanja, analiza učinkovitosti akcijskog plana i kontrola distribucije sterilnih

An aerial satellite view of Dubrovnik, Croatia, densely populated with blue location pins. The pins are scattered throughout the urban landscape, particularly concentrated in the central and coastal areas. Some pins are red, possibly indicating specific points of interest or higher density. The map shows the city's proximity to the sea, its historic walls, and surrounding green spaces. Labels for various districts and landmarks are visible, such as Straišni, Desne, Podružnica, Momići, Matijevići, Kulovinska, Korući, Prizno, Blace, Trn, Ot, Mihajli, Tustevac, Dolina, Kovačice, Vidugorje, Mislina, Vidurje, Dubravica, Predolac, Sibenica, Glusci, and Gata Polje. A legend in the bottom right corner identifies the pin colors: blue for 'Lokacija' (Location), red for 'Pozicija' (Position), orange for 'Zemljopisna oznaka' (Geographical marker), and purple for 'Specijalna lokacija' (Special location).

Figure 1. Map of the distribution of traps for monitoring the Mediterranean fruit fly adults in the Neretva Valley. Blue marks represent traps that do not record catches of wild flies individuals, while red marks record catches of wild flies individuals

Pod monitoringom preimaginalnih stadija podrazumijeva se specifično prikupljanje uzoraka s tla, sumnjivih plodova s cijelog područja, svih potvrđenih i nepotvrđenih domaćina, razvoj plodova u laboratorijskim uvjetima i pregled s ciljem zaustavljanja početne zaraze. Tu ulazi i ocjena intenziteta napada za svakog domaćina te analiza učinkovitosti Akcijskog plana. Tijekom 2024. godine

nastavljeno je provođenje aktivnosti sakupljanja uzoraka plodova poznatih i potencijalnih domaćina sredozemne voćne muhe. Uzorkovanje je provedeno sistematski, počevši od plodova agruma zaostalih nakon berbe do proljeća, zatim kumkvata i marelice (najranijih voćnih vrsta koje su poznati domaćini štetnika u dolini Neretve) pa do vremena zrenja agruma. U 2024. ukupno je uzorkovano 7006,1 kg plodova domaćina u 99 velikih uzoraka s područja doline Neretve, s ciljem utvrđivanja intenziteta zaraze. Broj uzoraka, ovisno o vrsti biljke domaćina i masi plodova, prikazan je u tablici 1. Skupljeni uzorci plodova stavljaju se na razvoj u laboratorijske uvjete, što uključuje polaganje plodova na stol sa žičanom mrežom, kroz koju ličinke koje su završile razvoj padaju u posudu – kolektor (slika 2). U tu svrhu ukupno je pregledano 101 089 plodova.

Tablica 1. Veliki uzorci plodova koji su skupljeni u dolini Neretve s ciljem praćenja populacije preimaginalnih stadija i ocjenu zaraze od sredozemne voćne muhe u 2024. godini.

Table 1. Large fruit samples collected in the Neretva Valley with the aim of monitoring the population of preimaginal stages and assessing the infestation of the Mediterranean fruit fly in 2024.

DOMAĆIN	UKUPNO UZORAKA	UKUPNO (Kg)
MANDARINA - ZIMA	15	1109
NARANČA	5	347
GORKA NARANČA	1	9
GREJP	14	1053
KUMKVAT	6	212,1
MARELICA	3	228
BRESKVA/ NEKTARINA	13	1021
NEŠPOLA	3	57
SMOKVA	7	411
JABUKA	3	247
MANDARINA - SEZONA	12	1040
ŽIŽULA	1	9
NASHI	2	169
LIMUN	2	94
KAKI	1	46

KLEMENTINA	4	328
MANDARINA - IND. OTPAD	5	461
KRUŠKA	1	86
FEIJOA	1	79
UKUPNO	99 uzoraka	7006,1 Kg
		101 089 plodova



Slika 2. Veliki uzorci plodova na razvoju u laboratorijskim uvjetima (snimio: L. Popović, 2018.)

Figure 2. Large samples of fruits developing in laboratory conditions (photo: L. Popović, 2018)

RANA DETEKCIJA ŽARIŠTA

Cilj je rane detekcije žarišta suzbijanje početnih žarišta te time i sprječavanje povećanja populacije i daljnjeg širenja sredozemne voćne muhe. Aktivnost se provodi vizualnim pregledima plodova biljaka domaćina, prikupljanjem manjih

simptomatičnih uzoraka plodova te njihovom inkubacijom u laboratoriju ili pregledom plodova odmah na terenu. Ako se pronađe žarište, obavještavaju se drugi dionici akcijskog plana. U svrhu provedbe te mjere primarno se nadziru voćnjaci breskve i nektarine, kultura koje među prvim postaju domaćinima štetnika u značajnijoj mjeri. Ukupno je obavljeno više od 1000 vizualnih pregleda te su prikupljena 882 mala uzorka plodova domaćina, primjer uzoraka prikazan je na slici 3.

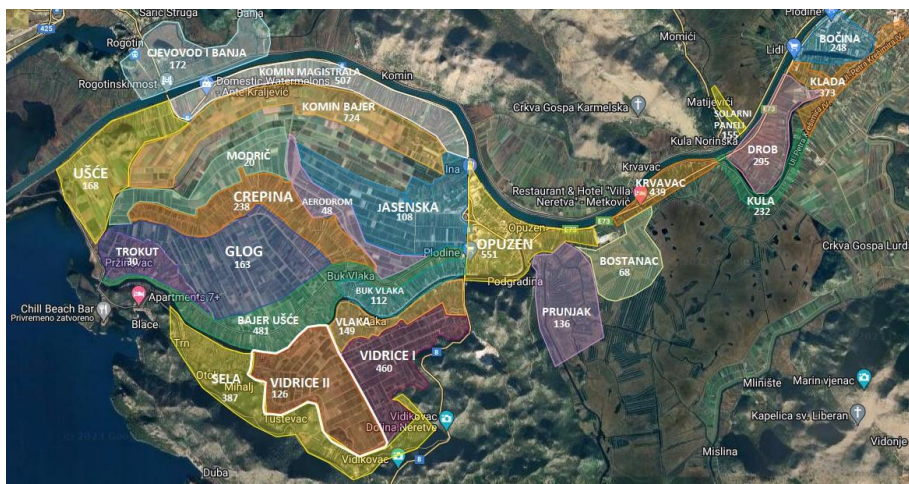


Slika 3. Mali uzorci plodova na razvoju u laboratorijskim uvjetima (snimio: L. Popović, 2018.)

Figure 3. Small samples of fruits developing in laboratory conditions (photo: L. Popović, 2018)

MASOVNI LOV

Svrha je te mjere smanjenje populacije sredozemne voćne muhe, jer se radi o mjeri suzbijanja. Mjera se provodi prije svega u svim nasadima breskve i nektarine na području doline rijeke Neretve te na odabranim smokvicima, pojedinačnim stablima smokve, u urbanim zonama, žarištima i drugim specifičnim lokalitetima, počevši od 1. travnja. U prošloj godini operativni tim HAPIH-a postavio je ukupno 4821 lovku tipa CeraTrap® (Sorygar, Španjolska). Te lovke ne sadrže insekticid, što ih čini pogodnijima za postavljanje i u urbanim sredinama. Detaljan prikaz broja lovki po području prikazan je na slici 4.



Slika 4. Prikaz postavljenih lovki za masovni lov po mikrolokacijama u dolini Neretve na pojedinačna stabla smokve u 2024. godini

Figure 4. Traps set up for mass trapping at micro-locations in the Neretva Valley on individual fig trees installed in 2024

Primjena SIT metode

Područje od ušća rijeke Neretve do Opuzena je geografski poluizolirano, s mandarinom kao dominantnom biljkom domaćinom, klimatski je pogodnije za razvoj muhe, što uvjetuje raniju pojavu štetnika, pa ujedno područje čini pogodnim za primjenu tehnike sterilnih kukaca po „area-wide“ načelu, odnosno na bruto površini od oko 5000 ha, za čiju je provedbu zadužen operativni tim HAPIH-a.

Sterilne kukuljice sredozemne voćne muhe (soj *Vienna 8*), biološki su materijal nužan za provedbu SIT-a. Proizvodnja takvog materijala iznimno je zahtjevan proces, pa ga provodi svega nekoliko država u svijetu. Zbog toga se sterilne kukuljice nabavljaju od inozemnih proizvođača, s naglaskom na kvalitetu i kontinuitet dostave. Kukuljice se dopremaju u prostore HAPIH-a na lokaciji Opuzen od travnja do studenoga, dinamikom dostave dva puta tjedno i u količini od osam milijuna steriliziranih kukuljica po pošiljci, odnosno 16 milijuna tjedno. Razvoj od kukuljice do spolne zrelosti traje šest do sedam dana, uz odgovarajuću ishranu, optimalne uvjete razvoja, tretmane poput aromaterapije i odgovarajućeg pakiranja. Koriste se dva načina pakiranja, u papirnate vrećice i kaveze (tornjeve). Papirnate vrećice koriste se za ispuštanje i distribuciju jedinki na teže dostupnim područjima hodom kroz voćnjake ili upotrebom čamaca. Strojna distribucija jedinki obavlja se specifičnim namjenskim strojevima koji se postavljaju na *pick-up* vozila i distribuiraju na područjima gdje je razgranata dobra mreža cesta i poljskih putova. Za potrebe strojnog ispuštanja nužan je *chilling* proces. Taj proces provodi se kod kaveznog

uzgoja sterilnih jedinki, odnosno tornjeva. Da bi se sterilne jedinke mogle kolektirati, manipulirati i transferirati u stroj za ispuštanje, nužno je da jedinke prođu *chilling*, odnosno proces hlađenja na 3 °C, koji usporava aktivnost odraslih jedinki i olakšava manipulaciju pri pripremi i provođenju strojnog ispuštanja. Tijekom razvoja provode se standardni testovi kontrole kvalitete biološkog materijala. Ispuštanje jedinki provodi se ručno i strojno, vozilima, plovilima te hodajući na teže dostupnim lokacijama. Tijekom 2024. godine prva pošiljka sterilnih kukuljica bila je zaprimljena 23. travnja. Ukupno je zaprimljeno svih planiranih 56 pošiljki, dinamikom dostave dva puta tjedno. Svaka pošiljka sadržavala je osam milijuna sterilnih kukuljica, tako da je ukupno zaprimljeno i ispušteno 448 milijuna sterilnih jedinki. Godišnje vrste i količine materijala potrebnih za pakiranje i razvoj sterilnih mužjaka u 2024. godini prikazane su u tablici 2, koja uključuje prehrambene komponente (npr. suha gotova hrana na osnovi šećera i proteina, agar i konzumni šećer), potrošni laboratorijski materijal (npr. papirnate vrećice, posudice za agar hranu, pomoćni papir i konac za šivanje), te dodatne kemijske tvari i sredstva za održavanje kvalitete (npr. konzervans, dezinficijens i deterdžent).

Tablica 2. Vrsta i količina materijala koji je za potrebe pakiranja i razvoja sterilnih jedinki potrošen tijekom 2024. godine

Table 2. Type and quantity of material consumed for the packaging and development of sterile males during 2024

Red. br.	Vrsta materijala	Ukupno godišnje
1.	Suha gotova hrana na osnovi šećera i proteina	1008 kg
2.	Hrana na osnovi agara i šećera	6.160 kg
3.	Šećer, konzumni	1.120 kg
4.	Agar industrijski (ROKOAGAR RGM 750)	56 kg
5.	Papirnate vrećice (Kraft, 2 g/cm ²)	34.552 kom
6.	Pomoćni papir za hranu	34.552 kom
7.	Konac za šivanje	80 kom
8.	Konzervans (natrijev benzoat)	1,68 kg
9.	Dezinficijens na osnovi HCl	10 litara
10.	Deterdžent za pranje jastučića	25 litara
11.	Posudice za agar hranu (kalupi)	11.200 kom

Cilj je na površini od oko 5000 ha svaki tjedan iznova osigurati što bolju pokrivenost površine distribucijom sterilnih jedinki. U tu svrhu tjedno se provodi 14 ruta ispuštanja: osam ruta hodajući kroz voćnjake i ispuštajući iz 1230 papirnatih vrećica, četiri rute strojnog ispuštanja (slika 5) i dvije rute ispuštanja upotrebom čamaca. Taj zadatak operativni tim HAPIH-a ponavlja iznova svaki tjedan od travnja do studenoga.



Valley

minimalna težina kukuljice zadana kao 7,8mg

težina kukuljice

Figure 1. Average weight of sterilized Mediterranean fruit fly pupae in 2024 compared to the minimum set criterion (7.8 mg)

FTD VRIJEDNOST kao indikator rezultata provedbe mjera sprječavanja širenja i suzbijanja sredozemne voćne muhe

Ako se pojavi sredozemna voćna muha, FTD vrijednost je definirana Akcijskim planom i potvrđena od MPŠR-a te je to najveća vrijednost za cijelu dolinu Neretve $FTD = 0,5$. Drugim riječima, održavanjem divlje populacije sredozemne voćne muhe ispod najveće definirane vrijednosti od $FTD=0,5$, ovaj štetnik ne bi pričinjavao značajnije ekonomske štete. Tome ide u prilog činjenica da štetnik u vrijednostima ispod $FTD=0,5$ nije pričinjavao značajne štete direktno u voćnjacima i prilikom izvoza mandarina sve godine nakon uvođenja Akcijskih planova od 2017. godine, kada je FTD bio ispod zadane vrijednosti na cijelom području doline Neretve. Nažalost, tijekom 2024. godine zadana FTD vrijednost od 0,5 bila je premašena od 42. do 49. tjedna. Ipak, FTD vrijednost na području primjene SIT-a bila je značajno manja u odnosu na kontrolno područje u Dubrovačko neretvanskoj županiji, gdje je $FTD = 52,2$ u 36. tjednu. Razlozi za to mnogobrojni su, a valja istaknuti izostanak provedbe mjera propisanih Naredbom i Akcijskim planom, izostanak provedbe SIT-a u 2023. godini, klimatske promjene, na što ukazuju ulovi odraslih stadija muha u zimskim mjesecima, kao i prisutnost ličinki u plodovima u siječnju pa do ožujka 2025. godine.

ZAKLJUČAK

SIT metoda je kotačić u „*area-wide*“ načelu suzbijanja sredozemne voćne muhe. Po svojoj definiciji SIT metoda ne donosi rezultate sama po sebi, kao samostalna mjera suzbijanja nije dovoljna za postizanje rezultata, niti na taj način funkcionira u bilo kojoj državi koja ju je implementirala. Kada se SIT metoda provodi, a izostaje cjelovito, pravodobno i pravilno provođenje svih ostalih mjera suzbijanja i sprječavanja širenja štetnika – sanitacija i zbrinjavanje plodova domaćina, održavanje higijene voćnjaka, kontrola nad provođenjem Naredbe, izostanak ciljanih tretiranja sredstvima za zaštitu bilja kao korektivnog alata, eliminacija žarišta u početnoj fazi detekcije ličinki, uspostava masovnog lova na definiranim širim područjima gdje se ukaže potreba, uklanjanje samoniklih biljaka domaćina, privođenje kulturi ili krčenje zapuštenih biljaka i voćnjaka domaćina, uz evidentne klimatske promjene koje se reflektiraju na biologiju štetnika – nije moguće postići zadovoljavajuće rezultate suzbijanja. Primjerice, sanitacijom plodova i njihovim pravilnim zbrinjavanjem fizički se uklanja izvor zaraze štetnika i dodatno se smanjuje pojavnost skladišnih bolesti. Stoga, osiguravanje provedbe ove mjere predstavlja početnu točku za razmatranje uvođenja svih drugih metoda suzbijanja, uz razmatranje mogućnosti proširenja površine pod SIT tehnikom i daljnjih ulaganja u tom smjeru. Sanitacija plodova, odnosno održavanje

.....

higijene voćnjaka domaćina, proizvođačima je uistinu dodatan trošak i angažman tijekom berbe plodova, kada su primarni poslovi organizacija berbe i prodaja plodova na tržištu. Zbog toga se mjere propisane Naredbom ne provode ili se vrlo ograničeno provode, no i kontrola nad provedbom mjera vrlo je ograničena. Nadalje, u berbi mandarina populacija štetnika je na vrhuncu, što mandarinu čini posljednjim važnim domaćinom prije prezimljavanja štetnika u obliku ličinke u plodu. Kako je mandarina najzastupljenija voćna kultura raspoređena po cijeloj dolini Neretve, tako su sveprisutni plodovi izvor zaraze u sljedećoj sezoni. Zanimljivo je da značajnu proizvodnju mandarina koja je izvozno orijentirana ne prati ozbiljniji prerađivački sektor, već se plodovi koji se odbacuju prilikom otkupa, kalibriranja, sortiranja i čuvanja uz plodove koji su nakon berbe ostali voćnjacima, jer se nisu uspjeli tržići ili nisu u sukladnosti sa tržišnim standardima, tretira isključivo kao otpad koji nosi dodatan trošak za zbrinjavanje. Uspostavljanjem dostatnih kapaciteta za prerađu plodova mandarine mogla bi se osigurati dodatna vrijednost sirovina, poluproizvoda i proizvoda, ali bi se moglo utjecati i na postizanje održavanja higijene voćnjaka, od čega bi financijsku korist imali svi, od proizvođača do prerađivačke industrije i turizma. U 2024. godini količina zaostalih plodova nakon berbe mandarina na stablima i na tlu procjenjuje se na dvije do 3000 t plodova, uz oko 6000 t industrijskog otpada plodova. Plodovi u voćnjacima, detektirane ličinke u plodovima, ali i malobrojna imaga muhe, zabilježeni u prosincu i siječnju 2025., svjedoče o blagoj zimi i upućuju na uspješno prezimljavanje i pojavnost štetnika u ovoj godini, ravnomjerno raspoređenih na cijelom području doline. Uvođenje masovnog ulova kao aktivnosti zbog neobavljene sanitacije eliminirat će dio populacije, ali ponovno neće postići željeni cilj, a ni stručno nije opravdan kao samostalan alat. Značajno poticanje sanitacije, zatim dostupnost Mjera proizvođačima za korištenje masovnog ulova, proširenje sredstava i ciljane tretiranja sredstvima za zaštitu bilja na ugroženim područjima i žarištima te zanimanje proizvođača za samouključenjem u rješavanje problema u svojoj proizvodnji, uz organizaciju popratnog prerađivačkog sektora, stvorili bi funkcionalan preduvjet konkretnog uključivanja i rješavanja velikog dijela problema u suzbijanju štetnog organizma.

Jedino zajedničkom, koordiniranom, cjelovitom i pravodobnom provedbom svih propisanih mjera i aktivnosti možemo očekivati zadovoljavajuće rezultate u sprječavanju širenja i suzbijanja sredozemne voćne muhe na području doline rijeke Neretve da bismo tako održali proizvodnju „neretvanske mandarine“, proizvoda zaštićene oznake izvornosti i oznake zemljopisnog podrijetla na razini EU-a.

SIT - STERILE INSECT TECHNIQUE FOR CONTROL OF MEDITERRANEAN FRUIT FLIES IN THE NERETVA VALLEY

SUMMARY

One of the goals of the European Green Deal and the Farm to Fork Strategy is to reduce the use of chemical plant protection products. The control of the Mediterranean fruit fly, a significant pest of mandarin, our important export crop, in an integrated control approach is also carried out using the sterile insect technique (SIT) on an area-wide basis, covering an area of about 5,000 ha in the Neretva Valley. Spain and Croatia are the only EU Member States that have implemented this technique, which indicates the complexity of implementing this method of control from the point of view of the organization of the process, the sensitivity of the production or supply of biological material - sterilized pupae of male Mediterranean fruit flies, the necessary professional knowledge, human, technical, and financial resources. In addition to the above, the sensitivity of the Neretva Valley ecosystem is reflected in the fact that almost the entire Neretva Valley is under the Natura 2000 ecological network, in which ornithological and ornithological-ichthyological reserves have been established. It is also important to point out that implementing the SIT control method is not sufficient in itself, but a number of other measures and activities need to be undertaken to successfully combat the Mediterranean fruit fly. For the above reasons, the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries has issued several versions of the Order on Taking Measures to Prevent the Spread and Control of the Mediterranean Fruit Fly - *Ceratitis capitata* (Wiedemann), as well as Action Plans. The Action Plan on Taking Measures to Prevent the Spread and Control of the Mediterranean Fruit Fly (*Ceratitis capitata*) in the Neretva River Valley for the period 2025-2027 is currently in force. HAPIH activities included: monitoring the population of adults and larvae, with early detection of hotspots, then mass trapping in specific areas and hosts, and SIT - through the receipt of 56 shipments of sterilized pupae and the release of 448 million sterile males in a defined area.

Keywords: *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), mandarin, suppression, sterile insect technique, Neretva river Valley

LITERATURA

Bjeliš, M., Popović, L., Cleopatra, Moraiti, C.A., Papadopoulos, N.T. (2020.). Overwintering dynamics of the mediterranean fruit fly in Central Dalmatia of Croatia. Proceedings of the 4th International TEAM meeting, Book of Abstracts, La Grande-Motte, France, 5-9.

Bjeliš, M. (2007.). Nazočnost sredozemne voćne muhe (*Ceratitis capitata* Wiedemann) u odabranim maslinicima srednje Dalmacije. Poljoprivreda, 13, 29-34.

De Meyer, M. (2000.). Systematic revision of the subgenus *Ceratitis* Mac Leays.s. (Diptera, Tephritidae). Zoological Journal of the Linnean Society, 128, 439–467.

FAO/IAEA/USDA (2019.). Product Quality Control for Sterile Mass-Reared and Released Tephritid Fruit Flies. Version 7.0, IAEA, Vienna, Austria, 20-32.

IAEA/FAO (2007.) Edited by Walther Enkerlin. Guidance for packing, shipping, holding and release of sterile flies in area-wide fruit fly control programmes. Joint FAO/IAEA Programme of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. Food and agriculture organization of United Nations, Rome, 2007.

Klassen, W. (2021.). Area-Wide Integrated Pest Management and the Sterile Insect Technique. U: Sterile Insect Technique. Dyck, A., Hendrichs, J., Robinson, A. S. (ur.), IAEA, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 39 – 68.

Lemić, D., Bjeliš, M., Ninčević, P., Živković, I.P., Popović, L., Gašparić, H.V., Benitez, H.A. (2021.) Medfly Phenotypic Plasticity as A Prerequisite for Invasiveness and Adaptation. Sustainability, 13 (22), dostupno na: <https://doi.org/10.3390/su132212510> (pristupljeno 29.09.2025.).

Liquido, N.J., Barr, P.G., Cunningham, R.T. (1998). MEDHOST: An Encyclopedic bibliography of the Host Plants of the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (electronic database/program). USDA, Agriculture Research Service. ARS – 144 U: Fruit Fly Expert Identification System and Biosystematic Information Database. Thompson F.C. (ur.), Diptera Data Dissemination Disk (CD Rom)

MPŠR - Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva Republike Hrvatske (2025. a.). Naredba o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanje sredozemne voćne muhe – *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Narodne novine, NN 79/2025, dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2025_05_79_1037.html (pristupljeno 10.09.2025.).

MPŠR - Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva Republike Hrvatske (2025. b.). Akcijski plan o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanje sredozemne voćne muhe (*Ceratitis capitata*) u dolini rijeke Neretve za razdoblje 2025.–2027. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva Republike Hrvatske, Zagreb, 1-33, dostupno na: chrome-extension://efaidnbmnnnnbpccajpcgiclfefindmkaj/https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/poljoprivreda/vo%C4%87arstvo/Akcijski%20plan_Ceratitis%202025._2027._scen.pdf (pristupljeno 10. 09. 2025.).

Prakash, A., Rao, J., Mukherjee, A.K., Berliner, J., Pokhare, S.S., Adak, T., Munda, S., Shashank, P.R. (2014). Climate Change: Impact on Crop Pests. Applied Zoologists Research Association (AZRA), Central Rice Research Institute, Odisha, India 81-900947-2-7.

Popović, L. (2024). Izvješće o provođenju akcijskog plana o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanje sredozemne voćne muhe *Ceratitis capitata* (Wiedemann) u dolini rijeke Neretve rijekom 2024. godine.

Popović, L. (2020). Izvješće o provođenju akcijskog plana o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanje sredozemne voćne muhe *Ceratitis capitata* (Wiedemann) u dolini rijeke Neretve rijekom 2020. godine.

Radonjić, S. (2011). Intenzitet napada mediteranske voćne muve *Ceratitis capitata* Wiedem. (Diptera, Tephritidae) na mandarinu na području Crnogorskog primorja. Pestic. Phytomed, 26(4), 355-361.

Skendžić, S., Zovko, M., Pajač Živković, I., Lešić, V., Lemić, D. (2021). The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. Insects, 12 (5), 440, dostupno na Vol. 25 / Br. 5 581

<https://doi.org/10.3390/insects12050440> (pristupljeno 29.09.2025.).

Thomas, M.C., Heppner, J.B., Woodruff, R.E., Weems, H.V., Steck, G.J., Fasulo, T.R. (2001). Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Insecta: Diptera, Tephritidae). University of Florida, IFAS Extension, EENY – 214.

Tominić, A. (1951). Muha voćnih plodova (*Ceratitis capitata* Wied.) na primorju. Biljna Proizvodnja, 3, 132-136.

Umeh, V.C., Olaniyan, A.A., Ker, J., Andir, J. (2004). Development of citrus fruit fly control strategies for small-holders in Nigeria. Fruits, 59(4), 265-274.

stručni rad