

Kemotaksični učinak eteričnih ulja na ponašanje božje ovčice *Adalia bipunctata* L.

Šimetić, Eni

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zadar / Sveučilište u Zadru**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:162:635773>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-08**



Sveučilište u Zadru
Universitas Studiorum
Jadertina | 1396 | 2002 |

Repository / Repozitorij:

[University of Zadar Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zadru

Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu
Primijenjena ekologija u poljoprivredi

Eni Šimetić

**Kemotaksični učinak eteričnih ulja na ponašanje
božje ovčice *Adalia bipunctata* L.**

Završni rad

Zadar, 2021.

Sveučilište u Zadru

Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu
Primijenjena ekologija u poljoprivredi

Kemotaksični učinak eteričnih ulja na ponašanje božje ovčice *Adalia bipunctata* L.

Završni rad

Student/ica:

Eni Šimetić

Mentor/ica:

Doc. Dr. sc. Kristijan Franin

Zadar, 2021.



Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, **Eni Šimetić**, ovime izjavljujem da je moj **završni** rad pod naslovom **Kemotaksični učinak eteričnih ulja na ponašanje božje ovčice *Adalia bipunctata* L.** rezultat mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio mojega rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova i ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem da ni jedan dio ovoga rada nije iskorišten u kojem drugom radu pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj, obrazovnoj ili inoj ustanovi.

Sadržaj mojega rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Zadar, 2021.

SAŽETAK

Kemotaksični učinak eteričnih ulja na ponašanje božje ovčice *Adalia bipunctata* L.

Privlačenje korisnih kukaca na uzgojne površine od neizmjerne je važnosti u poljoprivrednoj proizvodnji ne samo zbog toga kako bi se povećala njihova brojnost nego kako bi doprinijeli biološkom suzbijanju nametnika. Osim peludi, nektara i brojnih drugih kemijskih tvari eterična ulja također mogu biti razlog zbog kojeg biljka privlači oprašivače, prirodne neprijatelje ili odbija nametnike. Prirodno stvoreni od strane biljaka lako se razgrađuju i u većini slučajeva nisu smrtonosni za životinje. Brojna istraživanja navode utjecaj samoniklih biljaka u privlačenju korisnih kukaca, a među njima i božjih ovčica (Coccinellidae). Osim kao izvor plijena i dopunske hrane čini se da i hlapive tvari koje izlučuju biljke imaju izvjesnu ulogu u privlačenju prirodnih neprijatelja. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati kemotaksično ponašanje ličinki božje ovčice, *Adalia bipunctata* L., prema eteričnom ulju samonikle biljke koromača (*Foenicululum vulgare* Mill.) u laboratorijskim uvjetima. Nakon dezinfekcije i pripreme Petrijeveih zdjelica, aplicirane su božje ovčice, eterično ulje te destilirana voda. Petrijeve zdjelice sa ličinkama stavljene su na mjesto sobne temperature bez svjetla te su podaci očitani nakon 15, 30, 45 i 60 minuta. Rezultati istraživanja su pokazali da eterično ulje koromača ima pozitivni kemotaksični učinak na dvotočkastu božju ovčicu, odnosno da djeluje kao atraktant.

Ključne riječi: biološka zaštita, božja ovčica (*Adalia bipunctata*), eterično ulje, korisni kukci, koromač

ABSTRACT

Chemotaxis effect of essential oils on the behavior of *Adalia bipunctata* L.

Attracting beneficial insects is of immense importance in agricultural production on arable land not only in order to increase their numbers but also to contribute to the biological control of pests. In addition to pollen, nectar, and a number of other chemicals, essential oils can also be a reason why a plant attracts pollinators, natural enemies, or repels pests. Naturally created by plants, they are easily decomposed and in most cases are not deadly to animals. Numerous studies showed the influence of wild plants in attracting beneficial insects, and among them the ladybugs (Coccinellidae). Apart from being a source of prey and supplementary food, the volatile substances secreted by plants also seem to play a role in attracting natural enemies. The aim of this study was to examine the chemotaxis behavior of the larvae of the Two-spotted ladybug *Adalia bipunctata* L., towards the essential oil of the wild fennel plant (*Foenicululum vulgare* Mill.). After disinfection and preparation of Petri dishes, ladybugs, essential oil and distilled water were applied. Bowls with larvae were placed at room temperature without light and data were read after 15, 30, 45 and 60 minutes. The results of the research showed that fennel essential oil has a positive chemotaxis effect on the two-spotted ladybug, ie it acts as an attractant

Keywords: *Adalia bipunctata*, beneficial insects, biological protection, essential oil, fennel (*Foenicululum vulgare*)

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	3
2.1. Koromač – <i>Foeniculum vulgare</i> Mill.....	3
2.1.1. Eterično ulje i pesticidno djelovanje	4
2.2. Božja ovčica - <i>Adalia bipunctata</i> L.....	5
2.3. Hlapivi spojevi u privlačenju korisnih kukaca	6
3. CILJ I SVRHA RADA.....	8
4. MATERIJALI I METODE	9
4.1. Analiza podataka	10
5. REZULTATI.....	12
5.1. Izračun indeksa kemotaksije (IK).....	13
6. RASPRAVA.....	15
7. ZAKLJUČAK	17
8. POPIS LITERATURE	18
8.1. Popis izvora slika	20

1. UVOD

Brzorastući broj stanovništva na Zemlji potražuje proporcionalni rast količine raspoložive hrane. Gotovo se sva hrana dobiva poljoprivrednim djelatnostima ili je usko povezana njima. Suvremene agrotehničke metode narušavaju stanište mnogim korisnim organizmima, kukcima u prvom redu. Kukci u ekosustavu biljkama stvaraju hranu na način da razgrađuju mrtvu organsku tvar, međusobnom kompeticijom pospješuju biološku zaštitu i omogućuju oprašivanje. Priroda se oduvijek usko povezuje sa poljoprivredom, no moderna je poljoprivreda „uzela maha“ te slobodna priroda u poljoprivrednom okruženju sve više gubi svoje prvobitne značajke (Noriega i sur., 2018.).

Prevelikom upotrebom pesticida uvelike se narušava biološka ravnoteža korisnih organizama (Potts i sur., 2010.) što dovodi do povećane potrebe za različitim načinima zaštite bilja u prvom redu okolišno prihvatljivim. Sve se više proizvođača okreće ekološkoj proizvodnji. U tom smislu posebno je raširena praksa korištenja tzv. „magnetskih biljaka“, odnosno najčešće samoniklih biljnih vrsta koje privlače korisne kukce, u prvom redu prirodne neprijatelje te im time stvaraju prikladno stanište (Campbell i sur., 2012.).

Sintetičke kemikalije (pesticidi) imale su u prošlom stoljeću glavnu ulogu u zaštiti kulturnih biljaka, a njihova uporaba i dalje prevladava. Stoga se javlja sve veća zabrinutost o mogućim negativnim posljedicama korištenja tih sredstava koja se zadržavaju u velikim količinama u zraku, tlu, vodi i hrani. Sve djelatnosti povezane sa zaštitom poljoprivrednih površina okrenule su se ka smanjenju korištenja kemijskih pesticida i otkrivanju potencijalnih alternativa.

Prema podacima United States Environmental Protection Agency (EPA) posljednjih godina najviše napreduje upotreba biopesticida. U biopesticide se osim prirodnih neprijatelja i mikrobioloških agenasa svrstavaju djelatne tvari na prirodnoj bazi (prirodni spojevi biljaka), odnosno pesticidi pripremljeni od biljaka. U tu se svrhu često koriste i brojne aromatične biljke koje privlače antagoniste štetočina (Seiber i sur., 2014.).

Eterična ulja, kao nusprodukti metabolizma biljaka, služe za odbijanje odnosno samozaštitu biljaka od patogena (Batish i sur., 2008.). Osim na patogene eterična ulja mogu privlačiti korisne kukce ali i odbijati štetne (Fusková i Cagaň, 2021.). Poznato je oko 17.500 vrsta biljaka iz kojih se mogu dobiti eterična ulja (Regnault – Roger i sur., 2012.). U ovu skupinu biljaka spada i koromač (*Foeniculum vulgare* Mill.) sa svojim aromatičnim mirisom te dijelovima biljke punim eteričnih ulja. Kukci pozitivno ili negativno reagiraju na kemijske tvari koje

izlučuje biljka, pa tako Li i sur. (2015.) navode kako neke vrste predatorskih kukaca pozitivno kemotaksično odgovaraju na mirise koje ispuštaju različiti dijelovi biljaka, u prvom redu pelud.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Koromač – *Foeniculum vulgare* Mill.

Obični gorki koromač (*F. vulgare*) iz porodice štitarki (Apiaceae) u pravilu je dvogodišnja zeljasta biljka, a ovisno o podneblju može biti jednogodišnja ili višegodišnja. Biljka naraste do dva metra sa uspravnom i od dna razgranatom stabljikom (slika 1). Biljka koromač se uzgaja, zapravo uspijeva i raste gotovo svugdje po Sredozemlju. Ima raširen areal, a prirodno raste u zemljama južne Europe na zapuštenim površinama. Kultivira se zbog eksploatiranja kao začinska biljka, kao povrće ili ljekovita biljka.



Slika 1. Razgranata stabljika koromača (*Foeniculum vulgare*)

Izvor: Narodna apoteka – Tradicionalna biljna medicina

Višestruko perasti listovi nose igličaste, tanke listiće koji nalikuju na konac (slika 2). Korijen te plod, kao i svi ostali dijelovi biljke, su aromatičnog mirisa, a dozrijevaju krajem ljeta. U prvom redu koromač se uzgaja zbog plodova koji se prerađuju za dobivanje eteričnog ulja. Ulje se može dobiti i iz svježih nadzemnih dijelova biljke, ali se sastav i udio razlikuje od ulja dobivenog plodovima. Ulje se razlikuje prvenstveno zbog različitih razvojnih stadija biljke, ali i meteoroloških uvjeta (Žutić, 2014.).



Slika 2. Tanki listovi koromača

Izvor: Mediteranka, Koromač

Koromač je medonosna biljka te na površini od jednog hektra prinos meda može dostići 200 kg (Umeljić, 2004.). Svojom aromom privlači veliki broj, taksonomski različitih, kukaca. Broj i vrsta kukaca koji se skupljaju ovise o području, vremenskim uvjetima, razvojnom stadiju biljke, ali i o stadiju cvijeta (muški ili ženski). Većina kukaca nema preferencije no neki su u znatno većoj brojnosti privrženi muškoj funkcionalnoj fazi cvijeta. Trenutni podaci koji su poznati otvaraju mnoga pitanja o tome može li se koromač, sa pripadajućom entomofaunom, koristiti kao biljka za privlačenje korisnih kukaca (Skaldina, 2020.). Biljka koromač se pokazala kao dobro stanište za kukce iz reda mrežokrilaca (*Neuroptera*) (Cruz i sur., 2009.).

2.1.1. Eterično ulje i pesticidno djelovanje

Antimikrobno djelovanje jedna je od široko proučavanih značajki eteričnih ulja. Prerada i upotreba ovih prirodnih tvari poboljšava kvalitetu skladištenja hrane, te pomaže pri suzbijanju biljnih bolesti. Eterična ulja sastoje se od terpena, aromatičnih i alifatskih komponenata, dakle eterična ulja su smijese jače ili slabije hlapivih tvari, od 20 do 200 kemijskih različitih sastavnica (Cruz i sur., 2009.). Poznato je čak 3.000 različitih eteričnih ulja od čega se na tržištu dobro iskorištava njih 300.

Koromač (*F. vulgare*) najviše ulja daje preradom zrelih plodova, a najmanje ulja se dobije iz lišća. Eterično ulje izolirano iz koromača sadrži različite komponente, ali najzastupljeniji je spoj fenil-propanoid-trans-anetol. Ulje je biorazgradivo i nije opasno za

sisavce, stoga se različitom mješavinom može koristiti za suzbijanje štetnika različitim mehanizmima djelovanja kao što su akutna toksičnost, odbojnost, inhibitorni učinak ili utjecaj na živčane i biokemijske procese (Cruz i sur., 2009.).

2.2. Božja ovčica - *Adalia bipunctata* L.

Adalia bipunctata L. ili crvena dvotočkasta božja ovčica ima, kako ime govori, na crvenim krilima dvije crne točke (slika 3).



Slika 3. Dvotočkasta božja ovčica (*A. bipunctata*)

Izvor: Monaco Nature Encyclopedia, Discover the biodiversity

Hrani se biljnim ušima, dakle afidofagni je kukac te u odraslom stadiju dnevno može pojesti do 60 jedinki ušiju. Godišnje ima jednu generaciju u, a prezimljuje kao odrasli oblik u hibernaciji. Ličinka ovog kukca je tamnosive boje sa sitnim narančastim pjegama, a tijelo je prekriveno dlačicama (slika 4).



Slika 4. Ličinka dvotočkaste božje ovčice

Izvor: Internetska stranica BugGuide

Dvotočkasta božja ovčica zauzima vrlo rašireno područje. Nastanjuje voćnjake, travnjake, listopadne i crnogorične šume, usjeve žitaricama, a postoje čak zapisi da u velikim populacijama žive na močvarnim područjima. Može se ih pronaći u svim zemljama svijeta, ali najraširenije su u zemljama umjerenog pojasa (Majerus, 2009.). Komercijalno se koriste najviše u suzbijanju lisnih ušiju po cijelom svijetu (Igrc Barčić i Maceljski., 2001.). Najčešće se koriste za biokontrolu lisnih ušiju graška (*Acyrtosiphon pisum* Harris), lisnih ušiju jabuka (*Aphis pomi* de Gee), te zelene breskove uši (*Myzus persicae* Sulzer). Ovisno kojim se plijenom božja ovčica hrani, trajanje razvojnog procesa se mijenja. Neke vrste lisnih ušiju utječu na božje ovčice tako da usporavaju njihov rast i razvoj dok neke lisne uši pospješuju rast i razvoj dvotočkastih božjih ovčica (Drugmand, 2003.). Mnogo češće se božje ovčice koriste u biološkoj kontroli na zatvorenim površinama, nego na otvorenim usjevima zbog lakše manipulacije njima i manjeg utjecaja predatora (Igrc Barčić i Maceljski., 2001.).

2.3. Hlapivi spojevi u privlačenju korisnih kukaca

Hlapivi spojevi su organski spojevi koji imaju tendenciju isparavanja, a izlučuju ih biljke te u mnogo manjoj količini životinje i mikrobi. Ti su spojevi odgovorni za miris koji biljka otpušta te time djeluju na ostale organizme u blizini. Biljka se otpuštanjem ovih organskih, otrovnih, odbijajućih i odvraćajućih spojeva može izravno zaštititi na način da utječu na fiziološke promjene i ponašanje nametnika (Wolkoff, 1995.).

Biljni hlapivi spojevi mogu djelovati inhibitorno na sjemenke drugih biljaka, pomažu kod prilagodbe biljaka na abiotičke stresove. Biljke ih koriste za unutar biljnu i među biljnu signalizaciju ili komunikaciju. Hlapivi spojevi neizravno brane biljku na način da privlače korisne organizme koji smanjuju pritisak nametnika na biljke (Sharifi – Rad i sur., 2017.). Svaka biljna vrsta proizvodi kvalitativno i kvantitativno različitu mješavinu hlapivih organskih spojeva. S obzirom na vrstu biljke svojstva i funkcije hlapljivih tvari se mijenjaju ovisno o napadu biljojeda, fazi rasta biljke i dijelu dana. Primjerice, danju biljka otpušta hlapljive organske spojeve koji privlače prirodne neprijatelje biljojeda, a noću ista biljka svojim otpuštanjem hlapivih tvari odbija direktnog nametnika. Funkcije hlapljivih tvari razlikuju se po tome na kojem je dijelu biljka oštećena, ali i kojom se hranom biljojed koristi (list, korijen ili cvijet). Ovakva neizravna obrana biljke otpuštanjem hlapivih tvari poprilično je kompleksna i do danas još uvijek nedovoljno istražena (Tumlinson, 2014.).

Ovisno o svojim komponentama i vezama hlapivi spojevi se mogu raspršiti u kratkom vremenu sa jačim intenzitetom ili se mogu zadržavati više vremena u zraku sa manjim intenzitetom. Da bi strategija zaštite biljaka bila što učinkovitija i djelotvornija potrebno je iskoristiti hlapive tvari sa jačim intenzitetom, ali u kombinaciji sa slabijim i dužim intenzitetom. Komercijalna upotreba ovakve biološke zaštite još se uvijek istražuje. Biokontrola na osnovi primjene afidofagnih predatora biljojeda privučenih hlapivim tvarima biljke nije zastupljena u masovnoj proizvodnji, ali istraživanjima se potencijalno kreće u tom smjeru (Riddick, 2020.).

3. CILJ I SVRHA RADA

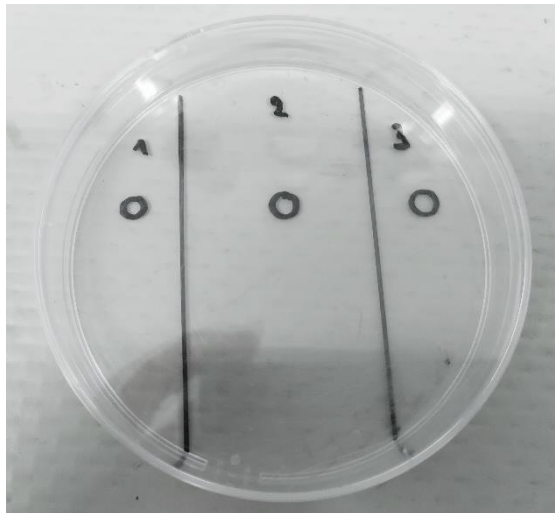
Cilj rada je ispitati kretanje dvotočkaste božje ovčice (*Adalia bipunctata* L.), uvjetovano kemijskim podražajem eteričnog ulja samonikle biljke koromača (*F. vulgare*).

Svrha rada je prikazati djelovanje eteričnih ulja na privlačenje korisnih kukaca i njihov doprinos okolišu prihvatljivoj zaštiti biljaka.

4. MATERIJALI I METODE

Za provođenje istraživanja u laboratoriju, korištene su ličinke dvotočkaste božje ovčice, *A. bipunctata* L. (Aphidalia), dobavljene od strane nizozemske tvrtke Koppert Biological systems.

Za istraživanje su korištene Petrijeve zdjelice (Ø 9 cm) koje su prethodno dezinficirane (slika 5).



Slika 5. Pripremljena Petrijeva zdjelica (E. Šimetić)

Svaka zdjelica podijeljena je na tri jednake zone označene brojevima 1, 2 i 3. U svakom od označenih područja nacrtane su kružne oznake (Ø ≈ 1 cm). Na kružne oznake sa lijeve i desne strane, odnosno u zone 1 i 3, stavljen je, pincetom, komadić filter papira tako da prekrije oznaku. Središnja kružna oznaka ostavljena je prazna (slika 6). Pripremljeno je sveukupno 30 Petrijevih zdjelica.



Slika 6. Petrijeva zdjelica sa filter papirom (E. Šimetić)

U zonu označenu brojem 1 na filter papir dodano je 10 µL destilirane vode te je ta zona nazvana kontrolna zona. Na filter papir u zoni pod brojem tri aplicirana je jednaka količina (10 µL) eteričnog ulja koromača (Aromara d.o.o.®). U središnji dio Petrijeve zdjelice, odnosno u kružnu oznaku zone 2 stavljena je jedna ličinka božje ovčice, pažljivo malim kistom. Nakon što je ličinka stavljena u zdjelicu, iste su odložene na tamno mjesto, na sobnoj temperaturi. Ličinkama je omogućeno slobodno kretanje Petrijevim zdjelicama kroz zone, a njihov pomak je provjeravan nakon 15, 30, 45 i 60 minuta. Nakon određenih vremenskih intervala pregledava se u kojoj zoni je pronađena ličinka i pridodaje joj se za to određeni indeks na način opisan u Tablici 1. Brojevi koji se koriste za indeksiranje događaja korišteni su za kvantificiranje analize.

Tablica 1. Opis događaja prilikom pregleda ličinki nakon svakog intervala

Indeks	Događaj
1	Ličinke su ostale u središnjoj zoni Petrijeve zdjelice
0	Ličinke su pronađene u kontrolnoj zoni Petrijeve zdjelice
3	Ličinke su pronađene u tretiranoj zoni Petrijeve zdjelice

Prilagođeno prema Laznik i Trdan (2016.)

4.1. Analiza podataka

Vrijednosti indeksa koji opisuju ponašanje kukaca zasebno su zbrojeni te je izračunat postotni udio pojedinih ličinki u određenim zonama. Indeks kemotaksije je izračunat prema sljedećoj formuli:

$$\left(\frac{\text{Zbroj ličinki u tretiranoj zoni}}{30} [\%] - \frac{\text{Zbroj ličinki u kontrolnoj zoni}}{30} [\%] \right) \div 100\% = IK$$

Indeks kemotaksije (IK) izračunat je za svaki interval posebno po formuli Bargmann i Horvitz (1991.), a koju su modificirali Laznik i Trdan (2016.).

Dobiveni broj za svaki vremenski interval je indeks kemotaksije (IK) i prema Tablici 2. određuje se kemotaksičnost ispitivanog uzorka te se datira kako ta kemotaksičnost djeluje na ličinke bubamare kroz vrijeme promatranja njihova ponašanja, odnosno djeluje li kao atraktant ili repelent.

Tablica 2. Učinak eteričnog ulja ovisno o indeksu kemotaksije (IK)

Indeks kemotaksije - IK	Učinak
$\geq 0,2$	*Atraktant
od 0,2 do 0,1	Slab atraktant
od 0,1 do $-0,1$	Bez učinka
od $-0,1$ do $-0,2$	Slab repelent
$\leq -0,2$	**Repelent

Prilagođeno prema Laznik i Trdan (2016.) (*atraktanti - kemijski spojevi koji privlače kukce, **repelenti - kemijski spojevi koji odbijaju kukce)

5. REZULTATI

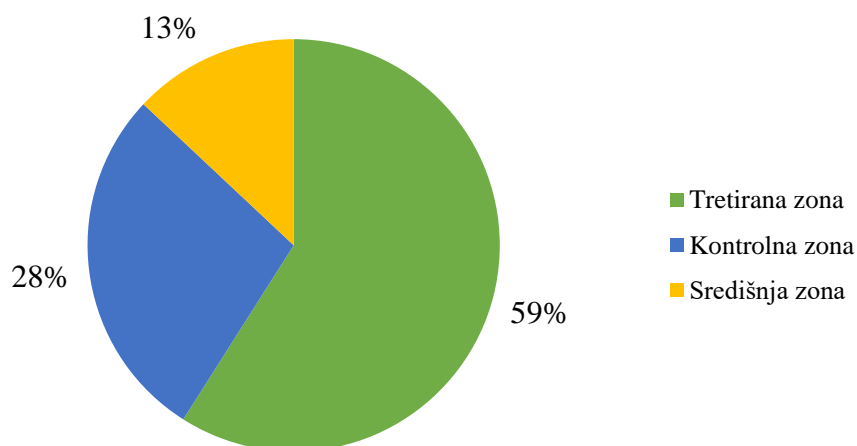
Provedenim istraživanjem indeksiralo se ponašanje božjih ovčica što je prikazano u Tablici 3., odnosno brojevima je označeno u kojoj se zoni ličinke božje ovčice nalaze nakon svakog intervala od 15, 30, 45 i 60 minuta.

Tablica 3. Prikaz ponašanja ličinki nakon određenog vremenskog perioda

Redni broj	Ponašanje			
	15 min	30 min	45 min	60 min
1.	3	3	3	3
2.	1	0	0	3
3.	3	3	3	1
4.	3	3	3	3
5.	0	0	0	0
6.	1	0	0	1
7.	1	1	0	3
8.	3	3	0	3
9.	3	3	3	1
10.	3	3	3	3
11.	3	3	3	3
12.	3	3	0	3
13.	1	1	3	3
14.	0	3	3	0
15.	0	0	0	0
16.	3	3	0	3
17.	0	3	3	3
18.	3	3	3	3
19.	0	0	0	0
20.	3	3	3	3
21.	0	3	3	1
22.	3	3	3	3
23.	1	1	3	3
24.	0	0	0	0
25.	0	0	3	3
26.	1	1	1	3
27.	3	3	3	0
28.	0	0	0	3
29.	3	3	3	3
30.	3	3	3	3

1 – centar, 0 – kontrola, 3 – tretman

Dobiveni rezultati nakon svakog intervala pokazuju da je najviše ličinki pronađeno u zoni tri, a najmanje se ličinki nalazilo u zoni dva. Nadalje, afinitet ličinki prema pojedinim zonama, izražen u postotku, prikazan je u grafikonu 1. Najveći broj ličinki pronađen je u tretiranoj zoni i iznosi 59%. Zona kontrole sa 28% te središnja zona sa 13% ličinki božje ovčice zajedno su privukle manje ličinki nego zona sa eteričnim uljem koromača.



Grafikon 1. Postotni udio ličinki bubamara prema pojedinim zonama (%)

5.1. Izračun indeksa kemotaksije (IK)

Nakon intervala od 15 minuta i pregleda svih Petrijevih zdjelica, 15 je ličinki pronađeno u tretiranoj zoni, 9 ličinki se nalazi u zoni kontrole, a 6 ih je ostalo u središnjoj zoni. Po prethodno navedenoj formuli dobiven je indeks kemotaksije (IK) koji iznosi 0,2.

Nakon 30 minuta 18 ličinki nalazi se u tretiranoj zoni, 8 ličinki nalazi u kontrolnoj zoni, a 4 ličinke nisu previše mijenjale svoj položaj te su i dalje u zoni gdje su i postavljene. Izračunom je dobiven indeks kemotaksije (IK) koji iznosi 0,33.

Pregledom Petrijevih zdjelica nakon 45 minuta u tretiranoj zoni nalazi se 18 ličinki božje ovčice, u kontrolnoj zoni je 11 ličinki, a u središnjoj je zoni 1 ličinka. Dobiveni indeks kemotaksije (IK) nakon 45 minuta iznosi 0,23.

Zadnjim pregledom Petrijevih zdjelica nakon 60 minuta 20 ličinki je prešlo u zonu tretmana, 6 ličinki je u bilo zoni kontrole, a u središnjoj zoni ostale su 4 ličinke. Indeks kemotaksije (IK) iznosi 0,47.

Dobiveni indeksi kemotaksije prikazani u Tablici 4. veći su do 0,2 u svim vremenskim intervalima te prema dobivenim rezultatima možemo zaključiti da eterično ulje koromača djeluje kao atraktant za ličinke dvotočkaste božje ovčice.

Tablica 4. Indeks kemotaksije nakon određenih vremenskih intervala

Vrijeme	15 minuta	30 minuta	45 minuta	60 minuta
IK	0,2	0,33	0,23	0,47

Iako je nakon 60 minuta indeks kemotaksije bio najviši, ne možemo govoriti o trendu povećanja kroz vrijeme jer s podacima nije provedena statistička analiza. Podaci svakako upućuju na to da postoji povezanost i da je moguće odrediti korelaciju i kasnije neki model regresije.

6. RASPRAVA

Korisni kukci kod traženje svog plijena pronalaze idealno stanište na osnovu kemijskih spojeva koje otpušta napadnuta biljka (Tumlison i sur., 2014.). Francis i sur. (2004.) navode kako prirodne neprijatelje posebno privlače hlapljive tvari biljaka koje napadaju lisne uši, ali i semiokemikalije koje izlučuje plijen. Neke biljke, poput npr. kupusa, su potpuni repelenti za božju ovčicu *A. bipunctata* (Ebadollahi i sur., 2020.), dok rezultati ovog istraživanja pokazuju kako eterično ulje izolirano iz biljke koromača većinom privlači božje ovčice. U svim vremenskim intervalima ovog istraživanja indeks kemotaksije je jednak ili veći od 0,2, dok je najviši zapažen indeks iznosio 0,47 nakon 60 minuta trajanja pokusa. Tim se rezultatom može utvrditi kako je eterično ulje koromača atraktant za vrstu *A. bipunctata*. Štoviše, kroz vrijeme istraživanja to svojstvo privlačenja dolazi sve više do izražaja. Božja ovčica (*A. bipunctata* L.) važan je grabežljivac lisnih ušiju.

Skladina (2020.) svojim je istraživanjem provedenim na Krimu pokazala da koromač privlači raznoliku faunu insekata (preko 60 različitih vrsta kukaca). Ključna svojstva kojima koromač privlači kukce su hlapljive tvari, boja cvijeta, ali i same biljke te dostupnost nektara i/ili peluda. Tako je npr. zeleno - žuta boja jedna od najatraktivnijih boja za oprašivače (Faegri i Van Der Pijl, 2016.). Od raznolike faune koja je bila privučena na biljku koromač, tijekom dvogodišnjeg istraživanja društvene ose (Vespidae) su dominirale, ali u velikom broju privučene djelovanjem koromača bile su i medonosne pčele, bumbari kornjaši, te više vrsta božjih ovčica (Skladina 2020.).

Kopta i sur. (2012.) provedenim istraživanjem na više biljaka korištenih za cvjetnu traku su u Češkoj, dokazali kako je koromač obećavajući izvor nektara i peludi za kukce, a u prvom redu božje ovčice i ose. Time neizravno djeluje na populaciju ostalih organizama u blizini. U tom je istraživanju najviše bilo primijećenih dvotočkastih i desettočkastih božjih ovčica (*Adalia decempunctata* Linnaeus). Rezultati laboratorijskog istraživanja kemotaksičnog djelovanja eteričnog ulja prikazani u ovom radu mogu sugerirati da osim peludi i nektara izvjesnu ulogu u privlačenju korisnih kukaca može imati i eterično ulje, odnosno hlapivi spojevi u njemu.

Svako područje sa drugačijim vremenskim uvjetima rezultira otpuštanjem različitih hlapivih tvari i u različitim količinama što dovodi do privlačenja različitih vrsta kukaca u različitim omjerima. Teorijski postoji mogućnost korištenja koromača kao biljke koja privlači korisne kukce, pa tako i božje ovčice, ali ovisi o području na kojem se koristi, veličini nasada, populaciji biljojeda, ali i o mnogo ostalih različitih faktora (Francis i sur., 2000.).

Zasigurno, biološka zaštita temeljena na korištenju hlapivih tvari biljaka ima veliki potencijal za primjenu i daljnji razvoj. Pri tome se postavljaju mnoga pitanja o načinu same aplikacije, o mogućem štetnom djelovanju hlapivih tvari na atmosferu, te o eventualno narušenoj biološkoj ravnoteži, posebno mikroflore tla. Osim toga upitno je i mogu li eterična ulja djelovati na poremećaj interakcija između biljaka i kukaca. Međutim, unatoč raznim zaprekama ovakav način biološke zaštite može biti prosperitetan i imati važnu ulogu u budućnosti zaštite bilja (Riddick, 2020.).

7. ZAKLJUČAK

Provođenjem istraživanja ispitalo se, u laboratorijskim uvjetima, kretanje dvotočkaste božje ovčice pod utjecajem eteričnog ulja biljke koromača te je prikazano djelovanje ulja na ličinke.

Ovim laboratorijskim istraživanjem utvrđeno je da eterično ulje koromača ima određenu ulogu u privlačenju dvotočkaste božje ovčice (*A. bipunctata*). Dobiveni indeks kemotaksije tijekom istraživanja je bio veći od 0,2 pa dolazimo do zaključka da koromač na ličinke dvotočkaste božje ovčice djeluje kao atraktant. Međutim, laboratorijski se uvjeti uvelike razlikuju od onih vanjskih koji su pod utjecajem različitih vremenskih prilika, geografskog položaja i slično. Da bismo dobili pravi uvid u kemotaksični utjecaj eteričnog ulja koromača na privlačenje božjih ovčica istraživanje bi trebalo nastaviti u poljskim uvjetima. Koromač predstavlja mogući potencijal u privlačenju korisnih kukaca kao agenasa biološke zaštite.

8. POPIS LITERATURE

1. Bargmann C.I., Horvitz H.R. (1991.) Chemosensory neurons with overlapping functions direct chemotaxis to multiple chemicals in *C. elegans*. *Neuron*, 7(5), 729 - 42
2. Batish, D.R., Singh, H.P., Kohli, R.K., Kaur, S., (2008.) Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management*. 256(12), 2166 - 2174
3. Campbell AJ, Biesmeijer JC, Verma V, Wäckers FL (2012.) Realizing multiple ecosystem services based on the response of three beneficial insect groups to floral traits and trait diversity. *Basic and Applied Ecology*. 13(4), 363 - 370
4. Cruz, C., Miguel M.G., Falerio L., Simões T.F., Figueiredo A.C., Barroso J.G., Pedro L.G., (2009) *Foeniculum vulgare* Essential Oils: Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activities, *Natural Product Communications*. 5(2), 319 - 328
5. Drugmand, D. (2003.) *Adalia bipunctata*. Monaco Nature Encyclopedia, Discover the biodiversity, Principality of Monaco
6. Ebadollahi, M. Ziaee i F. Palla (2020.) Essential Oils Extracted from Different Species of the Lamiaceae Plant Family as Prospective Bioagents against Several Detrimental Pests; *Molecules*. 25(7), 1556
7. Faegri K, Van Der Pijl L (2016) Principles for pollination ecology. 3rd Edition Pergamon, Oxford
8. Francis, F., Lognay, G., Haubruge, E., (2004.) Olfactory responses to aphid and host plant volatile releases: (e)- ϕ -farnesene an effective kairomone for the predator *Adalia bipunctata*. *Journal of Chemical Ecology*. 30(4), 741 - 55
9. Francis, F., Haubruge, E., Gaspar, C., (2000.) Influence of host plants on specialist / generalist aphids and on the development of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology*. 97, 481 – 485
10. Fusková, M. i Cagáň, L. (2021.) Utilisation of repellents for the control of Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, 1868). *Journal of Central European Agriculture*. 22(2), 443 - 449
11. Igrc Barčić, J., Maceljki, M. (2001.) Ekološki prihvatljiva zaštita bilja od štetnika, Zrinski d.d. Čakovec
12. Kopta, T., Polkuda, R., Psota, V. (2012) Attractiveness of flowering plants for natural enemies. *Horticultural Science*. 39, 89 - 96
13. Laznik, Ž., Trdan, S. (2018.) Are synthetic volatiles, typically emitted by insect-damaged peach cultivars, navigation signals for two-spotted lady beetle (*Adalia bipunctata* L.) and

green lacewing (*Chrysoperla carnea* [Stephens]) larvae?. Journal of Plant Diseases and Protection. 125(6), 529 – 538

14. Li, S., Tan, X., Desneux, N., Benelli, G., Zhao, J., Li, X., Zhang, F., Gao, X., Wang, S. (2015) Innate positive chemotaxis to pollen from crops and banker plants in predaceous biological control agents: towards new field lures? Scientific Reports. DOI: 10.1038/srep12729
15. Majerus M.E.N., (2009.) Ladybugs: The Ladybugs Life Cycle, Encyclopedia of Insects (Second Edition). Copyright, Elsevier, Inc.
16. Noriega J.A., Hortal J, Azca'rate F.M., Berg M.P., Nuria B, Briognes M.J.I., Del Toro I, Goulson D., Ibanez S., Landis D.A., Moretti M., Potts S.G., Slade E.M., Stout J.C., Ulyshen M.D., Wackers F.L., Woodcock B.A., Santos A.M.C. (2018.) Research trends in ecosystem services provided by insects. Arthropod-Plant Interactions. 14, 399 - 407
17. Potts S.G., Biesmeijer J.C., Kremen C., Neumann P., Schweiger O., Kunin W.E. (2010) Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends in Ecology and Evolution. 25, 345 - 353
18. Regnault - Roger, C., Vincent, C., Thor, J., (2012.) Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. Annual Review of Entomology. 57, 405 - 424
19. Riddick, E. W. (2020.) Volatile and Non-Volatile Organic Compounds Stimulate Oviposition by Aphidophagous Predators. Insects, Agricultural Research Service, USDA. 11(10), 683
20. Seiber, J.N.; Coats, J.; Duke, S.O.; Gross, A.D. (2014.) Biopesticides: State of the art and future opportunities. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 62(48), 11613–11619
21. Sharifi-Rad, J., A. Sureda, G.C. Tenore, M. Daglia, M. Sharifi-Rad, M. Valussi, R. Tundis, M. Sharifi-Rad, M. R. Loizzo, A. O. Ademiluyi, R. Sharifi-Rad, S. A. Ayatollahi and M. Iriti (2017.) Biological Activities of Essential Oils: From Plant Chemoecology to Traditional Healing Systems, Molecules. 22, 70
22. Singh, R., Singh, G. (2016) Aphids and Their Biocontrol. Ecofriendly Pest Management for Food Security. 63-108
23. Skaldina, O. (2020.) Insects associated with sweet fennel: beneficial visitors attracted by a generalist plant, Arthropod-Plant Interactions. 14, 399 - 407
24. Tumlinson, J. H., Turlings, T. C. J., Lewis, W. J. (1992.) The semiochemical complexes that mediate insect parasitoid foraging. Agricultural zoology reviews 5, 221 - 252
25. Tumlinson, J. H. (2014.) The Importance of Volatile Organic Compounds in Ecosystem Functioning. Journal of Chemical Ecology 40, 212 - 213

26. Umeljčić, V., (2004.) U svijetu cvijeća i pčela: atlas medonosnog bilja, Split
27. Vukov Z., Ševar, M., (2006.) Upoznajmo korisne kukce! Očuvajmo biološku ravnotežu! Božje ovčice (bubamare), Hrvatski zavod za poljoprivrednu i savjetodavnu službu, Zagreb
28. Wolkoff, P. (1995) Volatile Organic Compounds – Sources, Measurements, Emissions and The Impact on Indoor Air Quality. Official Journal of the International Society of Indoor Quality and Climate. National Institute of Occupational Health, Denmark
29. Žutić, I., (2007.) Lavandin, kadulja i komorač u kontinentalnom području. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet 2014.

8.1. Popis izvora slika

Slika 1 - Razgranata stabljika koromača (*Foeniculum vulgare*). Internetska stranica: Narodna apoteka – Tradicionalna biljna medicina (2020.) - <http://biljnamedicina.com/komorac/> - pristupljeno 12.7.2021.

Slika 2 - Tanki listovi koromača. Internetska stranica: Mediteranka, Koromač (2018.) - <https://www.mediteranka.com/index.php/hr/katalog/ljekovite-biljke/item/194-komorac> - pristupljeno 15.7.2021.

Slika 3 - Dvotočkasta božja ovčica (*Adalia bipunctata*). Internetska stranica: Monaco Nature Encyclopedia, Discover the biodiversity – <https://www.monaconatureencyclopedia.com/adalia-bipunctata/?lang=en> - pristupljeno 1.8.2021.

Slika 4 - Ličinka *Adalia bipunctata*. Internetska stranica BugGuide (2018.) – pristupljeno 1.8.2021. - <https://bugguide.net/node/view/1537936>

Slika 5 - Pripremljena Petrijeva zdjelica (Eni Šimetić)

Slika 6 – Petrijeva zdjelica sa filter papirom (Eni Šimetić)