Suzbijanje mrežaste stjenice platane (Corythucha ciliata (Say, 1832)) primjenom prirodnih polifenola

Čirjak, Dana

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:964883

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

SUZBIJANJE MREŽASTE STJENICE PLATANE (*Corythucha ciliata* (Say, 1832)) PRIMJENOM PRIRODNIH POLIFENOLA

DIPLOMSKI RAD

Dana Čirjak

Zagreb, srpanj, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Fitomedicina

SUZBIJANJE MREŽASTE STJENICE PLATANE (*Corythucha ciliata* (Say, 1832)) PRIMJENOM PRIRODNIH POLIFENOLA

DIPLOMSKI RAD

Dana Čirjak

Mentor:

Doc.dr.sc. Ivana Pajač Živković

Zagreb, srpanj, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Dana Čirjak**, JMBAG 0178109016, rođena 06.09.1997. u Zadru, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

SUZBIJANJE MREŽASTE STJENICE PLATANE (*Corythucha ciliata* (Say, 1832))

PRIMJENOM PRIRODNIH POLIFENOLA

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Dane Čirjak**, JMBAG 0178109016, naslova

SUZBIJANJE MREŽASTE STJENICE PLATANE (*Corythucha ciliata* (Say, 1832))

PRIMJENOM PRIRODNIH POLIFENOLA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo: potpisi:

1. Doc. dr. sc. Ivana Pajač Živković mentor _____
2. Prof. dr. sc. Aleksandar Mešić član _____
3. Doc. dr. sc. Darija Lemić član _____

Zahvala

Ovime zahvaljujem mentorici doc. dr. sc. Ivani Pajač Živković na pomoći te uloženom trudu i vremenu prilikom pisanja ovog diplomskog rada. Također, zahvalnost dugujem prof. dr. sc. Marku Vincekoviću sa Zavoda za kemiju na ustupljenim pripravcima na bazi prirodnih polifenola za provedbu ovog istraživanja.

Sadržaj

1. Uvod 1

1.1. Cilj istraživanja 2

2. Pregled literature 3

2.1. Mrežasta stjenica platane (*Corythucha ciliata* (Say, 1832)) 3

2.1.1. Sistematska pripadnost vrste 3
2.1.2. Područje rasprostranjenosti vrste 3
2.1.3. Morfološka obilježja vrste 4
2.1.4. Biologija i ekologija vrste 6
2.1.5. Biljke domaćini 8
2.1.6. Štetnost vrste 9
2.1.7. Mjere suzbijanja 10

2.2. Učinak prirodnih polifenola na štetnike 12

3. Materijali i metode rada 13

3.1. Prikupljanje uzoraka 13

3.2. Pripravci korišteni za tretiranje 13

3.3. Postavljanje pokusa 14

3.4. Očitavanje rezultata 15

3.5. Obrada rezultata 16

4. Rezultati 17

5. Rasprava 20

6. Zaključak 23

7. Popis literature 24

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Dane Čirjak,** naslova

SUZBIJANJE MREŽASTE STJENICE PLATANE (*Corythucha ciliata* (Say, 1832)) PRIMJENOM PRIRODNIH POLIFENOLA

Mrežasta stjenica platane najvažniji je štetnik američke platane. Suzbijanje štetnika u urbanim područjima otežano je zbog habitusa biljke, a primjena insekticida ugrožava zdravlje ljudi i životinja. Učinkovitost prirodnih polifenola dokazana je u suzbijanju mnogih štetnika, a njihova bi primjena u suzbijanju mrežaste stjenice platane doprinijela očuvanju okoliša i zdravlja ljudi. Cilj rada bio je utvrditi učinkovitost pripravaka na bazi ekstrakta kave (koncentracije 45 g/L), standarda kofeina (koncentracije 45g/L), ekstrakata lišća stevije (koncentracije 6 g/L i 75 g/L), te mješavine ekstrakata kave (koncentracije 45 g/L) i stevije (koncentracije 6 g/L) u suzbijanju stjenice. Najbolji učinak iskazao je pripravak na bazi kofeina (do 80 %), a potencijalni insekticidni učinak utvrđen je kod primjene mješavine ekstrakata kave i stevije (do 75 %). Insekticidnu učinkovitost istraživanih polifenola u suzbijanju ovog štetnika potrebno je dodatno istražiti i na drugim vrstama kukaca.

Ključne riječi: platana, mrežasta stjenica platane, prirodni polifenoli, suzbijanje štetnika

Summary

Of the master's thesis – student **Dana Čirjak,** entitled

CONTROLLING SYCAMORE LACE BUG (*Corythucha ciliata* (Say, 1832)) WITH NATURAL POLYPHENOLS

The sycamore lace bug is the most important pest of the American sycamore. Pest control in urban areas is difficult due to the habit of the plant, and the use of insecticides endangers human and animal health. The efficacy of natural polyphenols has been demonstrated in the control of many pests, and their application in the control of the sycamore lace bug would help protect the environment and human health. The aim of this study was to determine the efficacy of preparations based on coffee extract (concentration 45 g/L), standard caffeine (concentration 45 g/L), stevia leaf extract (concentration 6 g/L and 75 g/L) and a mixture of coffee (concentration 45 g/L) and stevia extract (concentration 6 g/L) in pest control. The preparation based on caffeine showed the best efficacy (up to 80%), and the potential insecticidal activity was found when using mixtures of coffee and stevia extracts (up to 75%). The insecticidal efficacy of the studied polyphenols needs further investigation in other insect species.

Keywords: sycamore, sycamore lace bug, natural polyphenols, pest control

1. Uvod

Mrežasta stjenica platane (*Corythucha ciliata* (Say, 1832)), fitofagna je vrsta iz porodice Tingidae, porijeklom iz istočnog dijela SAD-a i Kanade (Maceljski i Balarin 1972 a.), koja je 60-tih godina prošlog stoljeća otkrivena u Europi. Prvo je zabilježena u Italiji, 1964. (Servadei 1966. cit. Maceljski i Balarin 1972 a.), a razmjenom roba unesena je 1970. u Hrvatsku, a zatim se proširila i na ostatak Europe (Maceljski i Balarin 1972 a., Maceljski i Balarin 1972 b.), kasnije je mrežasta stjenica platane postala najrasprostranjenija strana vrsta stjenice u Europi (Rabitsch 2008.).

Na našem području razvija dvije generacije godišnje. Prezimljuju odrasli oblici ispod kore, a kad platana počinje s listanjem, najčešće u travnju, dolazi do pojave prvih stjenica. Nova generacija štetnika javlja se u srpnju, a u nekim godinama dolazi i do pojave treće generacije (Maceljski 1986., Maceljski 2002.).

U svojoj postojbini nije dobro proučen niti važan štetnik (Maceljski 2002.), dok se u Europi smatra najznačajnijim štetnikom platana u urbanim sredinama (Rabitisch 2008.). Primarni domaćin ove vrste je američka platana (*Platanus occidentalis* L.), ali razvija se i na ostalim vrstama iz roda *Platanus* (Öszi i sur. 2005.). Štete uzrokuju odrasli oblici i ličinke sisanjem na naličju lišća, a mogu se uočiti u vidu bjeličastih točkica na licu lista, odnosno deklorofilacije, koja se širi uzduž glavne i postranih žila te kasnije obuhvaća cijeli list i prelazi u klorotične i nekrotične mrlje (Maceljski i Balarin 1972 b., Öszi i sur. 2005.). Već u kolovozu stabla gube zelenu boju, a time i funkciju gradskog zelenila, dok kod mladih stabala napad ove stjenice uzrokuju sporiji rast platane (Maceljski 2002.). Ishrana ovog štetnika dovodi i do slabljenja stabala, što otvara put mnogim sekundarnim patogenim organizmima (Malumphy i sur. 2007.). Osim što uzrokuje direktne štete na biljnim vrstama, razvija se u visokim populacijama koje ometaju ljude u urbanim sredinama (Maceljski 1986.).

Suzbijanje mrežaste stjenice platane i dalje prvenstveno ovisi o korištenju kemijskih mjera, što postaje značajan problem. Naime, zbog habitusa platane primjena insekticida vrlo je otežana, a ujedno i opasna za zdravlje ljudi i životinja. Javljaju se i problemi zbog primjene velikih količina insekticida u urbanim područjima. Upravo iz tog razloga dolazi do ozbiljnih onečišćenja okoliša, ali i narušavanja ljudskog zdravlja. Stoga se ispituju ekološki prihvatljivije mogućnosti suzbijanja ovog štetnika (Li i sur. 2018., Pajač Živković i sur. 2020 a.)

Učinak prirodnih polifenola na interakciju biljaka i kukaca, prvi su istražili Fraenkel i sur. (1959., cit. Singh i sur. 2021.), a kasnije je ovo istraživanje postavilo temelje mnogim drugim istraživanjima slične tematike. Polifenoli su sekundarni metaboliti u biljkama, koji razvijaju insekticidnu učinkovitost te štite većinu biljnih vrsta od velikog broja štetnih kukaca (Singh i sur. 2021.). U raznim biljnim vrstama otkriveno je više od 8000 takvih spojeva, koji se uglavnom nalaze u voću, povrću i žitaricama (Pandey i Rizvi 2009.) a insekticidno djelovanje polifenolnih spojeva iz ekstrakata kave, kofeina i lišća stevije dokazano je na brojnim štetnim kukcima (Nathanson 1984., Aditama i sur. 2019., Pajač Živković i sur. 2020 b.).

1.1. Cilj istraživanja

S obzirom da je insekticidna učinkovitost prirodnih polifenola dokazana u suzbijanju mnogih vrsta štetnih kukaca, pretpostavlja se da bi pripravci na bazi prirodnih polifenola poput kofeina, kave i stevije trebali biti učinkoviti i u suzbijanju mrežaste stjenice platane. Stoga je cilj ovog istraživanja bio ispitati učinkovitost navedenih pripravaka u suzbijanju mrežaste stjenice platane u laboratorijskim uvjetima.

2. Pregled literature

2.1. Mrežasta stjenica platane (*Corythucha ciliata* (Say, 1832))

2.1.1. Sistematska pripadnost vrste

RED: Hemiptera

PODRED: Heteroptera

PORODICA: Tingidae

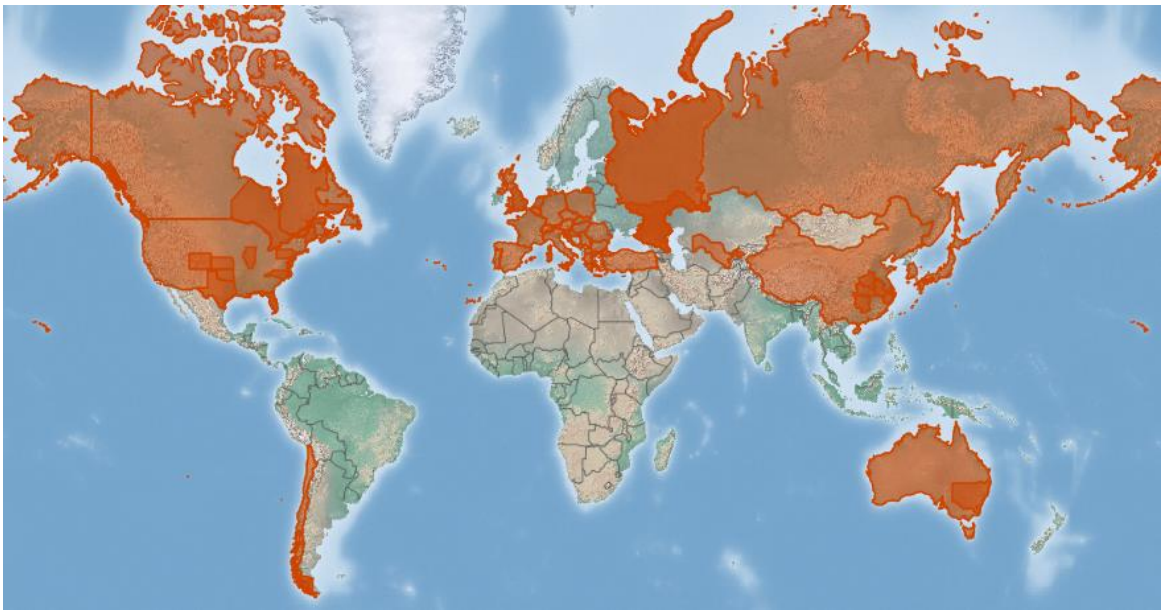
ROD: *Corythucha*

VRSTA: *Corythucha ciliata* (Say, 1832) (CABI 2021.)

2.1.2. Područje rasprostranjenosti vrste

Mrežasta stjenica platane jedna je od najrasprostranjenijih vrsta stjenica u svijetu (Slika 2.1.2.1). Najčešće se prenosi trgovinom hortikulturnog bilja, ali u njezinom širenju vrlo važnu ulogu ima i vjetar (Rabitsch 2008., Lu i sur. 2019.). Porijeklom je iz Sjeverne Amerike (Halbert i Meeker 2004.), a u Europi je zabilježena 1964. u Italiji (Servadei, 1966. cit., Arzone 1986.). U Hrvatskoj je otkrivena 1970. u parku Zrinjevac u Zagrebu (Maceljski i Balarin 1972 a., Maceljski i Balarin, 1972 b.), a unesena je trgovinom (Maceljski 1986.). Nedugo nakon toga, ustanovljen je jak napad platane na području cijelog Zagreba, a slabiji napadi zabilježeni su u okolici Zagreba i Rijeke. U narednim godinama stjenica se proširila i na ostatak Hrvatske; Varaždin, Istru i Kvarnerske otoke (Krk, Cres i Lošinj) te na druga područja na kojima raste platana (Balarin i sur. 1979.). Nakon pronalaska u Italiji i Hrvatskoj, vrlo brzo je pronađena i u ostalim državama Europe. U Sloveniji je otkrivena 1972. (Maceljski i Balarin 1972 b.), Francuskoj 1975. (d'Aguilar i sur. 1977.), Španjolskoj 1978. (Ribes 1980.), Grčkoj 1988. (Tzanakakis 1988.), a u Ujedinjenom Kraljevstvu tek 2006. godine (Malumphy i sur. 2007.).

Osim u Sjevernoj Americi i Europi, 1990. zabilježena je u Južnoj Americi u Čileu (Prado 1990.). Zatim je nekoliko godina kasnije pronađena u Aziji; u Koreji 1996. (Chung i sur. 1996.) i Kini 2002. (Streito 2006. cit., Ju i Li 2010.). Danas je proširena u većini gradova istočne, centralne i jugozapadne Kine (Ju i sur. 2009.), a u Australiji je otkrivena 2006. godine (Gilespie 2007. cit CABI 2021.). U novije vrijeme, 2014. zabilježena je u južnoj Africi (Picker i Griffiths 2015.), a 2017. u Uzbekistanu (Grebennikov i Mukhanov 2019.). Mrežasta stjenica platane postala je najrasprostranjenija strana vrsta stjenice u Europi (Rabitsch 2008.).



Slika 2.1.2.1. Rasprostranjenost mrežaste stjenice platane u svijetu
Izvor: CABI, 2021. https://www.cabi.org/isc/datasheet/16264#toDistributionMaps - pristup 15.03.2021.

2.1.3. Morfološka obilježja vrste

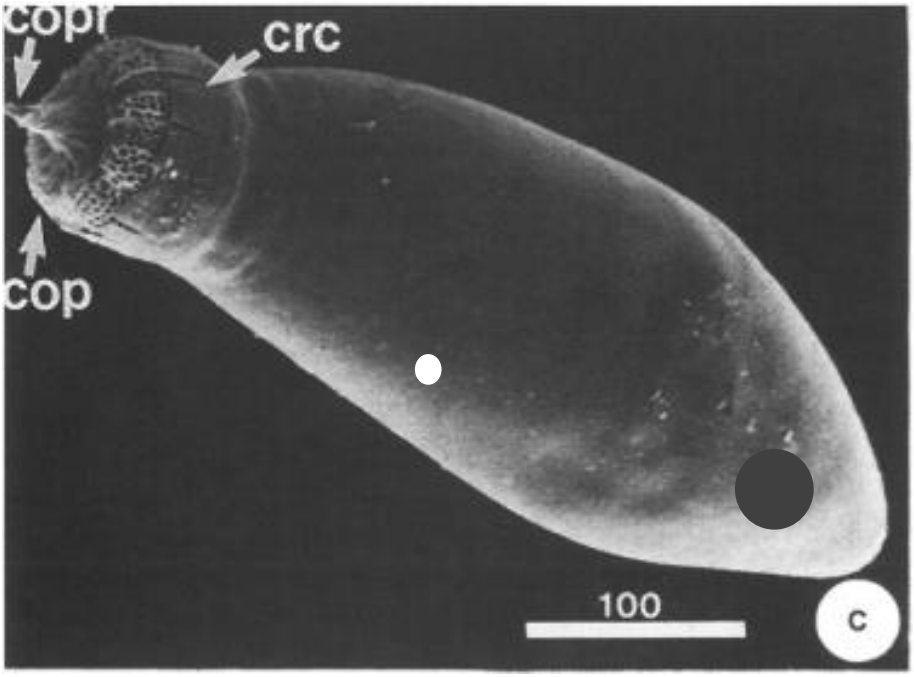
Duljina tijela mrežaste stjenice platane iznosi između 3,5 i 4 mm, a širina između 2,7 i 2,9 mm (Mutun 2009.). Ima dorzoventralno spljošteno tijelo crne boje. Polupokrilje je bjelkaste boje, mrežaste ili rešetkaste strukture s izraženom nervaturom i dvije nepravilne smeđe mrlje na obje strane pokrilja, a na rubovima se nalaze sitne bodlje (Servadei i sur. 1972. cit., Tzanakakis 1988., Halbert i Meeker 2004., Golub i Soboleva 2018.). Zajedno s pronotumom, koji je također mrežast i uvelike proširen s obje strane, daje karakterističan izgled nalik na čipku (Wade 1917. cit. Dominiak i Gillespie 2009.) (Slika 2.1.3.1.). Krila su izrazito osjetljiva, pa kukci rijetko aktivno lete na veće udaljenosti, iako zbog svoje morfologije, mogu na velike udaljenosti biti nošeni vjetrom (Maceljski 2002.). Glava je trokutastog oblika, na kojoj se nalaze sastavljene oči, a usni organ specijaliziran je za bodenje i sisanje (Gotlin Čuljak i Juran, 2016.). Noge su žuto smeđe boje, s dobro razvijenim kandžicama (Maceljski i Balarin 1972 a.).



Slika 2.1.3.1. Odrasli oblik vrste *C.ciliata*
a) dorzalna strana b) bočna strana
Izvor: Grebennikov i Mukhanov 2019.

Ličinke su tamno smeđe boje, a na mjestima začetaka krila, nalaze se dvije svijetlije mrlje. Veličine su oko 2 mm, a karakteristične su po bodljama na rubovima zatka, koje postaju vidljive kod trećeg razvojnog stadija (Maceljski i Balarin 1972 a.). Njihov razvoj odvija se kroz pet stadija. Ličinke prvog razvojnog stadija uže su i imaju manje spljošteno tijelo, dok kroz daljnji razvoj, tijelo postaje šire i tamnije. Ličinka petog razvojnog stadija ima razvijena krila, koja su izdužena su do petog segmenta zatka, a pronotum je pomalo uzdignut i ispružen prema naprijed, dok bodlje sa segmenata zatka nestaju (Wade 1917., cit. Dominiak i Gillespie 2009.)

Jaja (Slika 2.1.3.2.) odlažu u skupinama od tri do sedam primjeraka, ali ponekad je moguće zapaziti i veća jajna legla od čak 20 jajašaca isprepletenih s bodljikavim dlačicama (Wade 1917., cit. Dominiak i Gillespie 2009.). Nalaze se na naličju lista, najčešće u kutu između glavne i postranih žila (Maceljski 2002.). Smeđe su boje, sa svjetlijom „kapom“. Izdužena su, ali i bačvastog oblika te su na donjem dijelu blago sužena. Čvrsto su pričvršćena za list te su na toj strani jače zašiljena i svjetlija. Dužina jaja iznosi 0,546 mm, a širina 0,170 mm (Maceljski i Balarin 1972 a., Thiery i sur. 1999.).



Slika 2.1.3.2. Jaje mrežaste stjenice platane
Izvor: Thiery i sur. 1999.

2.1.4. Biologija i ekologija vrste

Mrežasta stjenica platane u našem podneblju najčešće razvija dvije generacije godišnje. Prezimljuje kao odrasli oblik, a stjenice odlaze na prezimljenje najčešće sredinom rujna. Prezimljuju ispod kore (Slika 2.1.4.1.) na donjem dijelu debla platane, u busenu trava ili na drugim skrovitim mjestima u blizini. Za prezimljenje ne biraju premlada, niti prestara stabla. Jer na kori mladih stabala nema pukotina u koje se mogu zavući, a pod korom starih stabala prezimljuju mnogi drugi kukci (Tzanakakis 1988., Maceljski 2002., Öszi i sur. 2005.).

Za vrijeme listanja platane (najčešće u travnju), kada srednja dnevna temperatura dosegne 8 °C, dolazi do pojave prvih stjenica. Nova generacija štetnika javlja se u srpnju, a u nekim godinama dolazi i do pojave treće generacije (Maceljski 1986., Maceljski 2002.), kao npr. u Italiji i SAD-u. U Wuhanu u Kini štetnik razvija čak pet generacija godišnje (Tzanakakis 1988., Xia i sur. 2007. cit., Ju i sur. 2011.). Životni ciklus ove vrste može trajati od 29 do 56 dana, što prvenstveno ovisi o klimatskim uvjetima pojedinog područja (Wade 1917. cit. Halbert i Meeker 2004., Malumphy i sur. 2007.).



Slika 2.1.4.1. Odrasli oblici mrežaste stjenice platane ispod kore platane
Snimila: D. Čirjak (2019.)

U proljeće, nakon kopulacije, ženke odlažu jaja na naličje lišća, uzduž žila, ali najčešće na mjestima grananja glavne žile (Maceljski 2002.). Za vrijeme životnog vijeka jedna ženka može odložiti najmanje 284 jaja (Halbert i Meeker 2004.), a prema d'Aguilar i sur. (1977.) odlaže do 350 jaja. Ovipozicija se odvija najčešće u svibnju, a razvoj jaja traje oko tri tjedna. Drugo razdoblje ovipozicije počinje sredinom srpnja. U optimalnim uvjetima, potrebno je 14 do 15 dana da bi se iz jaja izlegle ličinke, što uvelike ovisi o temperaturi. Prilikom izlaska ličinke iz jaja, ona glavom gura „kapu“ jajašca, a u izlasku se potpomaže sitnim bodljama na tijelu. Vrijeme potrebno za izlazak ličinke iz jaja približno iznosi 20 minuta (Öszi i sur. 2005.).

Nakon što se izlegnu, ličinke nastavljaju svoj razvoj na naličju lista, gdje izlučuju crni sekret vidljiv u obliku točkastih nakupina. Mlada ličinka odmah počinje s ishranom i vrlo brzo raste. U početku se drže na okupu, a kad dosegnu četvrti razvojni stadij, razdvajaju se i prelaze na nove listove. Cijeli životni ciklus ove vrste odvija se na biljci domaćinu (Tzanakakis 1988., Maceljski 2002., Öszi i sur. 2005., Malumphy i sur. 2007.).

Mrežasta stjenica platane može preživjeti, ali i razmnožavati i razvijati se u različitim temperaturnim uvjetima. Primjerice, izlaganje visokim temperaturama od 35 do 41 °C na 2h, ne smanjuje preživljavanje, dugovječnost ni plodnost ove vrste, što ukazuje na iznimnu otpornost na visoke temperature. Ipak, zabilježena je najveća plodnost ove vrste u rasponu temperatura od 26 do 30 °C. Nadalje, stjenice mogu podnijeti i ekstremno niske temperature prilikom prezimljenja, čak i do – 24 °C. Ipak, u slučaju prehladnog vremena, nakon njihove pojave u proljeće, može doći do ponovnog vraćanja na prezimljenje, ali i tijekom zime za toplih dana mogu izaći iz skrovišta (Öszi

i sur. 2005., Malumphy i sur. 2007., Ju i sur. 2011., Ju i sur. 2013., Ju i sur. 2014., Kezik i Ergolu 2014.). Nadalje, Ju i sur. (2011.). navode kako se pri temperaturi od 16 °C iz jaja ne razvijaju ličinke, a na temperaturi od 36 °C se ne razvijaju jaja, niti ličinke. Zaključili su da je raspon temperatura od 19 do 33 °C u laboratorijskim uvjetima bio pogodan za razvoj ove vrste, a da je optimalna temperatura 30 °C.

2.1.5. Biljke domaćini

Primarni domaćin mrežaste stjenice platane je američka platana (*Platanus occidentalis* L.) (Slika 2.1.5.1), ali razvija se i na ostalim vrstama iz roda *Platanus*; npr. arizonskoj platani (*Platanus wrighti* S.Watson*)* i kalifornijskoj platani (*Platanus racemosa* Nutt.) posebno na sjeveroistoku i sjeverozapadu SAD-a (Öszi i sur. 2005.). Iako preferira platane, napada i druge svojte, poput jasena (*Fraxinus* sp.), breze (*Betula* sp.), obične karije (*Carya ovata* (Mill.) K.Koch) i duda (*Morus* sp.) (Tzanakakis 1988., Ju i Li 2010., Grozea i sur. 2020.). U Europi, primarni domaćin mrežaste stjenice platane je javorolisna platana (*Platanus* x *acerifolia* (Aiton) Willd.), a javlja se i na vrsti *Platanus hybrida* Brot. Od ostalih svojti zabilježena je na dudovcu *(Broussonetia papyrifera* (L.) Vent.*)*, svojtama roda *Fraxinus*, likvidambaru (*Liquidambar sytraciflua* L.) i lovorastom hrastu *Quercus laurifolia* Michx. (Maceljski i Balarin 1972 a., Halbert i Meeker 2004.).



Slika 2.1.5.1. Američka platana (*Platanus occidentalis* L.)
Izvor: http://texastreeid.tamu.edu/content/TreeDetails/?id=80 – pristup 15.04.2021.

2.1.6. Štetnost vrste

Štete čine odrasli i ličinke, a vrlo su slične štetama koje pričinjavaju ostale vrste iz porodice Tingidae (Tzanakakis 1988.). Mrežasta stjenica platane hrani se sisanjem citoplazme, uglavnom kloroplasta, na naličju lišća (Malumphy i sur. 2007.). Sisanjem dolazi do pojave deklorofilacije u vidu bjeličastih točkica na licu lista (Slika 2.1.6.1.), koje se šire od bazalnog dijela i obuhvaćaju cijeli list, a kasnije prelaze u klorotične ili bronČane mrlje (Öszi i sur. 2005.). Kod jako napadnutih stabala, osim deklorofilacije dolazi i do smanjenja fotosinteze i respiracije, preuranjenog sušenja lišća i defolijacije već na ljeto, što utječe i na estetsku vrijednost stabla (Maceljski 2002., Halbert i Meeker 2004., Kezik i Ergolu 2014.). U kolovozu većina listova platana gubi zelenu boju, a time i svoju funkciju ukrasnog drveća, ali i ulogu pročišćavanja zraka (Maceljski 2002.). Utvrđeno je da štete na mladim stablima platane na sunčanoj strani iznose 60-70 %, dok je na sjenovitim mjestima šteta približno 40 %. Štete na starijim i srednje starim stablima na sunčanoj strani nešto su manje i iznose 40-50 %, dok u sjenovitim dijelovima iznose svega 10-20 % (Kezik i Ergolu 2014.).



Slika 2.1.6.1. Štete na licu lista uzrokovane sisanjem vrste *C.ciliata*
Izvor:https://bladmineerders.nl/parasites/animalia/arthropoda/insecta/hemiptera/heteroptera/cimicomorpha/tingoidea/tingidae/tinginae/corythucha/corythucha-ciliata/ - pristup 22.04.2021.

Ishrana ovog štetnika dovodi do slabljenja stabala platane te one postaju podložne napadu različitih sekundarnih patogenih organizama, a prema nekim istraživanjima stjenica je vektor dviju opasnih vrsta gljiva: *Apiognomonia veneta* (Sacc. & Speg.) Höhn. (1920) i *Ceratocystis fimbriata f. platani* Ellis & Halst. (1890), koje mogu uzrokovati sušenje stabala platane (Malumphy i sur. 2007.). Ukoliko je drveće platane više uzastopnih godina izloženo jakom napadu stjenice, u kombinaciji s drugim čimbenicima stresa, stablo se suši i propada (Maceljski 2002., Neal i Schaefer 2000. cit., Rabitsch 2008., Ju i sur. 2009.). Također, Malumphy i sur. (2007.) navode kako su jaki napadi češće zabilježeni na platanama zasađenim u ukrasne svrhe u parkovima i vrtovima, a napadu pogoduju i vremenski uvjeti posebice suho vrijeme. Gonçalves i

sur. (2010.), navode da štetnik znatno više napada orezana stabla od neorezanih. U urbanim dijelovima Italije, ovaj štetnik uzrokuje velike probleme, upravo zbog slabljenja stabala platane i povećanja mogućnosti napada drugih štetnih organizama (Tzanakakis 1988.).

Osim što uzrokuje direktne štete na biljnim vrstama, mrežasta stjenica platane razvija se u visokim populacijama koje ometaju ljude u urbanim sredinama. Masovna pojava stjenica redovito se bilježi u parkovima i drvoredima, a njihov let sredinom ljeta ometa prolaznike u šetnji, a štetnik masovno ulazi i u stambene prostore (Maceljski 1986., Maceljski 2002.). U tom razdoblju za vrijeme visokih temperatura, zabilježeno je agresivno ponašanje ovih kukaca. Naime, odrasli oblici mrežaste stjenice platane, mogu ubosti čovjeka, a osjetljivi ljudi razvijaju i alergijske reakcije na ubode (Grozea i sur. 2020.). Izri i sur. (2015.) zabilježili su u Francuskoj pojavu dermatoze na koži mlađe osobe, kao alergijske reakcije na ubod i sisanje mrežaste stjenice platane, a slični slučajevi zabilježena su i u Italiji (Dutto i Bertero 2013.). Prema Dutto i Bertero (2013.) ubod mrežaste stjenice platane je bezbolan i rezultira malim (1-2 mm) otokom koji blago ili uopće ne svrbi. Reakcije se razvijaju u roku od 2-3 sata od uboda, ali često ostaju neprimijećeni zbog manjka simptoma, te spontano nestaju u roku od 12 sati bez daljnjih komplikacija.

2.1.7. Mjere suzbijanja

Mrežasta stjenica platane suzbija se folijarnom primjenom insekticida ili korištenjem endoterapeutskih metoda aplikacije. Primjena folijarnih insekticida prskanjem štetna je za okoliš i otrovna za životinje i ljude, posebno u urbanim sredinama. Injektiranje insekticida ravno u provodno tkivo pokazalo se neprikladnim za drveće iz više razloga. Otvori na deblu koji ostaju nakon injektiranja mogu uzrokovati slabljenje stabala, pa tako i olakšati ulazak i zarazu sekundarnim štetnicima i bolestima. Osim toga, teško je odrediti optimalnu dozu insekticida po stablu, kao i broj i veličinu rupa po deblu, brzinu zacjeljivanja rana te procijeniti otpornost drveća na tretmane koji se obavljaju svake godine (Maceljski 1986., Halbert i Meeker 2004., Öszi i sur. 2005., Tremblay 1985. cit. Kezik i Ergolu 2014.). Ipak, Pavela i sur. (2013.) su utvrdili da je ovim postupkom najbolje primijeniti botanički insekticid na bazi azadirahtina, jer samo jedna primjena injektiranjem, na početku vegetacijske sezone, može zaštiti platanu tijekom cijele godine. No, prema nekim autorima injektiranje insekticida nije ekonomski isplativo rješenje za primjenu na platanama (Anselmi i sur. 1994., Halbert i Meeker 2004.). Osim navedenog, postoji jedna manje uspješna, ali sigurnija metoda u kojoj se tretira donji dio debla u jesen i rano proljeće, u svrhu suzbijanja odraslih oblika koji se nalaze sakriveni ispod kore tijekom prezimljenja (Maceljski i Balarin 1980., cit. Maceljski 1986.).

Za učinkovito suzbijanje svakog štetnika, vrlo je važno rano otkrivanje napada, što je kod mrežaste stjenice platane prilično zahtjevno. S obzirom na to da štetnik odlaže jaja uz žile na naličju lista, vrlo je teško odrediti vrijeme njihove pojave i brojnost populacije.

U tom slučaju, jedino je učinkovita primjena insekticida za suzbijanje odraslih oblika, kako bi se spriječilo odlaganje jaja (Ju i sur. 2009.).

Aktivne tvari dozvoljene za suzbijanje mrežaste stjenice platane u Hrvatskoj su abamektin i deltametrin. Insekticid na bazi abamektina primjenjuje se injektiranjem u stablo, odmah nakon pupanja, odnosno kod prve pojave ličinki. Injekciju mora primijeniti stručno osoblje pomoću odgovarajuće opreme i uz pridržavanje svih propisanih mjera sigurnosti. Dok se insekticid na bazi deltametrina primjenjuje folijarno, najviše dva puta godišnje u razmaku od 14 dana (FIS baza 2021.).

Suzbijanje mrežaste stjenice platane i dalje prvenstveno ovisi o korištenju kemijskih mjera, što postaje značajan problem. Zbog visine stabla platane i veličine njezine krošnje primjena insekticida vrlo je otežana, a ujedno i opasna za zdravlje ljudi i životinja. Javljaju se i problemi zbog primjene velikih količina insekticida u urbanim područjima. Većinom su takva tretiranja neovlaštena i neučinkovita. Upravo iz tog razloga dolazi do ozbiljnih onečišćenja okoliša, ali i narušavanja ljudskog zdravlja. Stoga se ispituju ekološki prihvatljivije mogućnosti suzbijanja šetnika (Halbert i Meeker 2004., Li i sur. 2018., Pajač Živković i sur. 2020 a.). Tako Li i sur. (2019), napominju kako bi uz ostalo trebalo poraditi i na razumijevanju interakcije između štetnika i njezinog domaćina što bi uvelike omogućilo razvoj učinkovitijih i ekološki prihvatljivijih mjera suzbijanja.

Prema Öszi i sur. (2005), jedna od prikladnijih mjera zaštite može biti upotreba piretroida, koji su se pokazali učinkovitima, ali bezopasnima za biljku i okoliš. Primjenjuju se također i petrolejska ulja te kalijevi fosfati (Malumphy i sur. 2007.). Pajač Živković i sur. (2020a), istraživali su učinkovitost smanjenih doza piretrina u suzbijanju štetnika, te utvrdili izvrsnu kontaktnu učinkovitost višestruko smanjenih doza ovog prirodnog insekticida. Malumphy i sur. (2007.), navode korištenje jakog mlaza vode kao uspješne mjere koji uklanja mlade ličinke s lista u rano proljeće, odmah nakon izlaska iz jaja, a još jedna od alternativnih mjera zaštite je i postavljanje ljepljivih materijala na koru drveća rano u proljeće, prije pupanja (Özsi i sur. 2005.).

Biološke mjere suzbijanja ovog štetnika su od velike važnosti. Mrežasta stjenica platane ima nekoliko poznatih prirodnih neprijatelja. Neki predatorski kukci, kao *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) napadaju ovog štetnika tijekom vegetacije, dok gljive kao *Bauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. (1912), *Lecanicillium lecanii* R. Zare & W. Gams, 2001*, Paecilomyces farinosus* (Holm ex S.F. Gray) Brown & Smith i gljive iz porodice Cordycipitaciaceae, Clavicipitaceae i Trichocomaceae napadaju odrasle oblike na prezimljenju. Međutim, prema dosadašnjim istraživanjima, njihova učinkovitost zadovoljavajuća je za sada samo u laboratorijskim uvjetima (Maceljski 1986., Öszi i sur. 2005.). Od svih navedenih entomopatogenih gljiva, vrsta *B. bassiana* pokazala je najveću učinkovitost u suzbijanju mrežaste stjenice platane te se smatra potencijalnim ekološki povoljnijim sredstvom za suzbijanje ovog štetnika (Sevim i sur. 2013.). Maceljski (1986.), naglašava kako u biološkoj zaštiti, nije važno samo koristiti prirodne neprijatelje, već i osigurati povoljne uvjete za njihov razvoj. Također, potrebno

je u uzgoju koristiti različite hibride platana i slično, kako bi se uspješno smanjila populacija ovog štetnika.

Korištenje entomopatogenih nematoda također je važan segment biološkog suzbijanja ovog kukca. Vrste nematoda iz porodica Steinernematidae i Heterorhabditidae obligatni su paraziti na velikom broju kukaca te su vrlo uspješni u biološkom suzbijanju mnogih štetnika (Grewal i sur. 2005.). Julia i sur. (2020.) utvrdili su kako je od tri ispitivane vrste entomopatogenih nematoda, vrsta *Steinenema carpocapse* (Weiser, 1955) bila najučinkovitija u suzbijanju ličinki i odraslih oblika mrežaste stjenice platane te da bi se u budućnosti folijarna primjena ovih nematoda mogla koristiti za biološko suzbijanje mrežaste stjenice platane. Ipak, s obzirom da se radi o primjeni živih organizama, njihov učinak u biološkom suzbijanju uvelike ovisi o mikroklimatskim uvjetima (Shapiro-Ilan i sur. 2006.).

2.2. Učinak prirodnih polifenola na štetnike

Sekundarni biljni metaboliti obično se dijele na tri velike skupine: terpeni, fenoli i alkaloidi, s tim da su fenoli u koje pripadaju i polifenoli najveća i najrasprostranjenija skupina među njima (Cheynier i sur. 2013.). U raznim biljnim vrstama otkriveno je preko 8000 polifenolnih spojeva, koji se uglavnom nalaze u voću, povrću, žitaricama i slično. Na primjer, čaša crnog vina ili šalica kave sadrži oko 100 mg polifenola (Pandey i Rizvi 2009.) Primarna funkcija polifenola je zaštita biljaka od UV-zračenja te od patogenih organizama (Pandey i Rizvi 2009.). Dijele se na flavonoide i neflavonoide. Flavonoidi imaju različite funkcije, kao što je pigmentacija, mehanička potpora, a sudjeluju i u obrani od predatora i patogena (Del Rio i sur. 2013).

Ideju o utjecaju polifenola na interakciju biljaka i kukaca, prvi su predložili Fraenkel i sur. 1959. (cit. Singh i sur. 2021.) što je otvorilo put mnogim drugim istraživanjima o utjecaju polifenola na štetnike. Chrzanowski i Leszczy (2008.) dokazali su kako napad presadnica ozimog tritikalea (x *Triticosecale* Wittm. ex A. Camus.) zobenom lisnom uši (*Sitobion avenae* F.) inducira razvoj spojeva poput fenolnih kiselina, koji zatim pružaju otpor lisnim ušima. Pavela (2009.) je dokazao da su fenoli i fenolna kiselina značajno smanjili razvoj ličinki i spriječili ishranu krumpirove zlatice (*Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824). Također, zabilježeno je povećanje fenolnih kiselina i flavonoida u bijelom kupusu (*Brassica oleraceae* L.) nakon zaraze kupusnim bijelcem (*Pieris brassicae* L.) i buhačem (*Phyllotreta nemorum* L.) (Kovalikova i sur. 2019.), kao i otpornost krizantema (*Dendranthema x grandiflorum* - (Ramat.) Kitam.) na tripse razvojem klorogenične kiseline (prevladavajuća skupina fenolnih kiselina, koja je pronađena i u zrnima kave) (Leiss i sur. 2009.).

Iz navedenog se jasno zaključuje, da različite skupine polifenola štite većinu biljnih vrsta od širokog spektra štetnih vrsta (Singh i sur. 2021.). Također, poznato je da se polifenoli koriste i kao repelenti za štetne kukce, zbog njihovih odbijajućih svojstava te ''anti-feeding'' učinka (Simmonds i sur. 1990.).

3. Materijali i metode rada

3.1. Prikupljanje uzoraka

Uzorci odraslih oblika mrežaste stjenice platane (*C. ciliata*) prikupljeni su u studenome 2019., na lokalitetu Dugave u Zagrebu. Manji dijelovi kore platane, zajedno sa odraslim stjenicama smještenim na unutarnjoj strani kore (Slika 3.1.1), skidani su sa stabala i spremani u entomološke kaveze. Kavezi su isti dan dopremljeni u entomološki laboratorij Zavoda za poljoprivrednu zoologiju na Agronomskom fakultetu u Zagrebu gdje su stjenice izbrojane i pripremljene za provođenje pokusa.



Slika 3.1.1 Uzorci mrežaste stjenice platane ispod kore platane
Snimila: D. Čirjak (2019.)

3.2. Pripravci korišteni za tretiranje

Istraživanje insekticidne učinkovitost pripravaka na bazi prirodnih polifenola u suzbijanju mrežaste stjenice platane kontaktnom primjenom provedeno je u laboratoriju Zavoda za poljoprivrednu zoologiju. U pokusu je ispitivana učinkovitost ekstrakta kave u koncentraciji od 45 g/L (varijanta kava), standarda kofeina u koncentraciji 45g/L (varijanta kofein), ekstrakta lišća stevije u koncentraciji od 6 g/L (varijanta stevija 1), ekstrakta lišća stevije jače koncentracije od 75 g/L (varijanta stevija 2) te mješavine ekstrakata kave (u koncentraciji od 45 g/L) i stevije (u koncentraciji od 6 g/L) (varijanta kava i stevija 1) (Slika 3.2.1). Priprema ekstrakata provedena je na Zavodu za kemiju, Agronomskog fakulteta u Zagrebu i za potrebe ovog istraživanja ustupljena na korištenje.

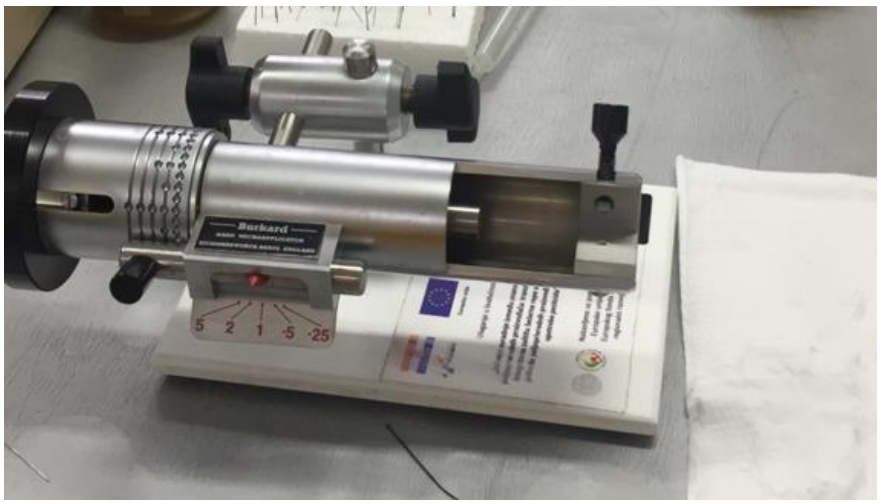


Slika 3.2.1. Prikaz ekstrakata kave, kofeina i stevije korištenih u pokusu
Snimila: D. Čirjak (2019.)

3.3. Postavljanje pokusa

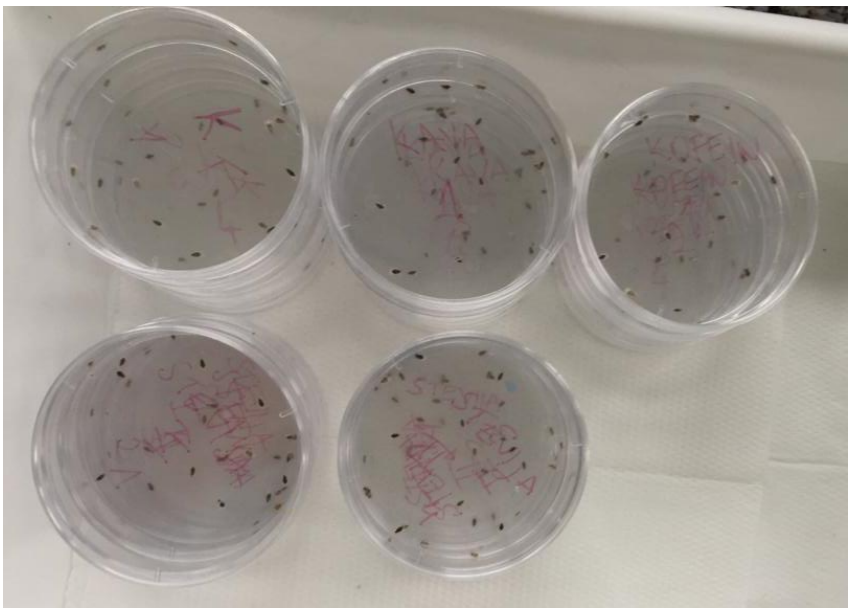
Za svaku od pet varijanti pripravaka na bazi polifenola (kofein, kava, kava i stevija 1, stevija 1 i stevija 2) postavljen je pokus u četiri repeticije. Svaka repeticija sadržavala je po 10 jedinki mrežaste stjenice platane. Netretirana kontrola sadržavala je također četiri repeticije štetnika, koji su tretirani destiliranom vodom.

Tretiranje jedinki mrežaste stjenice platane provedeno je kontaktno, uz pomoć mikroaplikatora (Slika 3.3.1). Odrasle jedinke su zbog nježne građe iz entomološkog kaveza pojedinačno prenošene mekanim kistom do mikroaplikatora te su tretirane primjenom jedne kapljice zapremine 2 µl istraživanih pripravaka na središnji dio tijela kukca.



Slika 3.3.1 Prikaz mikroaplikatora za primjenu pripravaka
Snimila: D. Čirjak (2019.)

Nakon tretiranja, jedinke iz svake varijante i repeticije smještene su u petrijeve posudice (10 odraslih jedinki po repeticiji), do očitavanja rezultata. Petrijeve posudice označene su vodootpornim flomasterom na poklopcu, navodeći provedenu varijantu pokusa (kofein, kava, kava i stevija 1, stevija 1, stevija 2 i kontrola) te oznaku repeticije (1-4) (slika 3.3.2).



Slika 3.3.2 Tretirane jedinke mrežaste stjenice platane u označenim petrijevim posudicama
Snimila: D. Čirjak (2019.)

3.4. Očitavanje rezultata

Očitavanje rezultata pokusa provedeno je u laboratoriju Zavoda za poljoprivrednu zoologiju na Agronomskom fakultetu u Zagrebu, pomoću binokularne lupe.

Kako bi se utvrdila učinkovitost ispitivanih varijanti pripravaka, očitavanje pokusa je provedeno 24, 48 i 72 sata nakon provedenog tretiranja.

Prilikom očitavanja, pregledana je svaka jedinka u petrijevim posudicama kako bi se odredio mortalitet, odnosno broj živih i uginulih jedinki po određenoj varijanti i repeticiji. Stjenice koje su se kretale samostalno ili nakon dodira kistom, zabilježene su kao žive, a one koje se nisu kretale niti samostalno, niti nakon dodira kistom, zabilježene su kao uginule.

3.5. Obrada rezultata

Temeljem broja živih i uginulih jedinki stjenica, izračunata je učinkovitost primjenjivanih pripravka, 24, 48 i 72 sata nakon provedenog tretiranja, korištenjem Schneider - Orelli formule (Schneider – Orelli, 1947.):

$$\%\ \text{učinkovitosti} = \frac{Mortalitet\ (\%)\ na\ tretmanu - mortalitet\ (\%)\ na\ kontroli}{100 - mortalitet\ (\%)\ na\ kontroli} \times 100$$

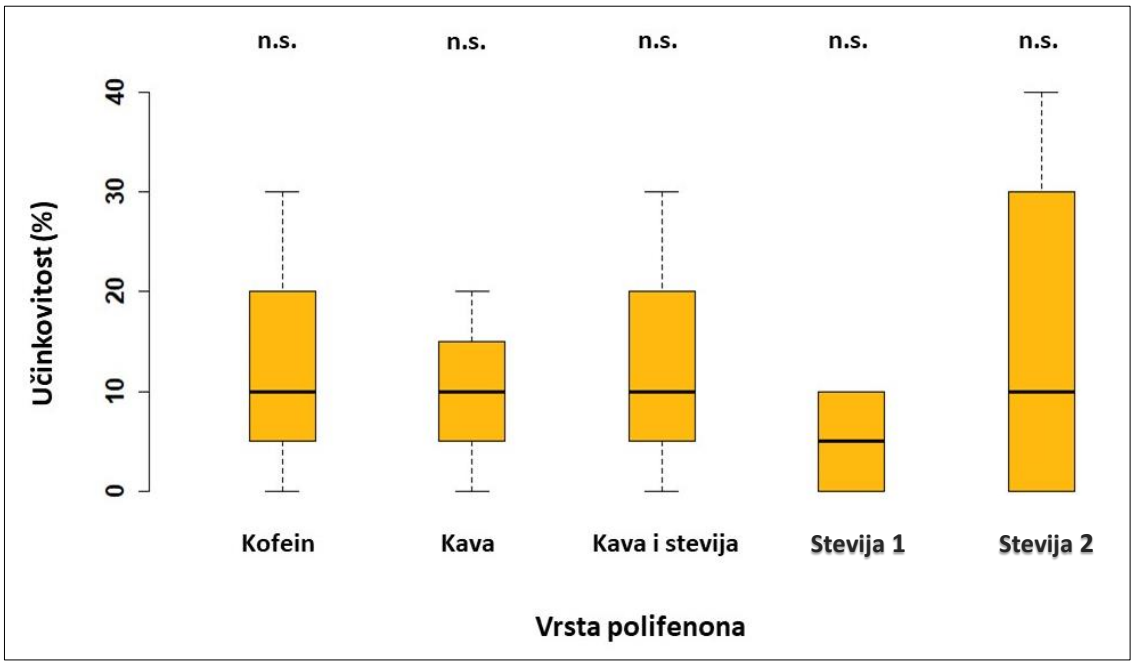
Učinkovitost pripravka (%) tj. mortalitet jedinki stjenice, po ovoj formuli izračunava se kao omjer utvrđenih uginulih jedinki i ukupnog broja postavljenih jedinki u petrijevu zdjelicu pomnožen sa 100.

Mortalitet kontrole izračunavao se kao omjer ukupnog zbroja ukupno utvrđenih uginulih jedinki u svim repeticijama na kontrolnoj varijanti i ukupnog broja jedinki postavljenih u sve četiri repeticije.

Dobiveni podatci o učinkovitosti statistički su obrađeni jednosmjernom analizom varijance (Kruskal Wallis Test) pomoću programa R Version 1.2.5033 (R Core Team 2020.), a kako bi se utvrdile razlike u učinkovitosti između varijanti u pokusu, podatci su rangirani primjenom Dunnovog testa multiplih rangova.

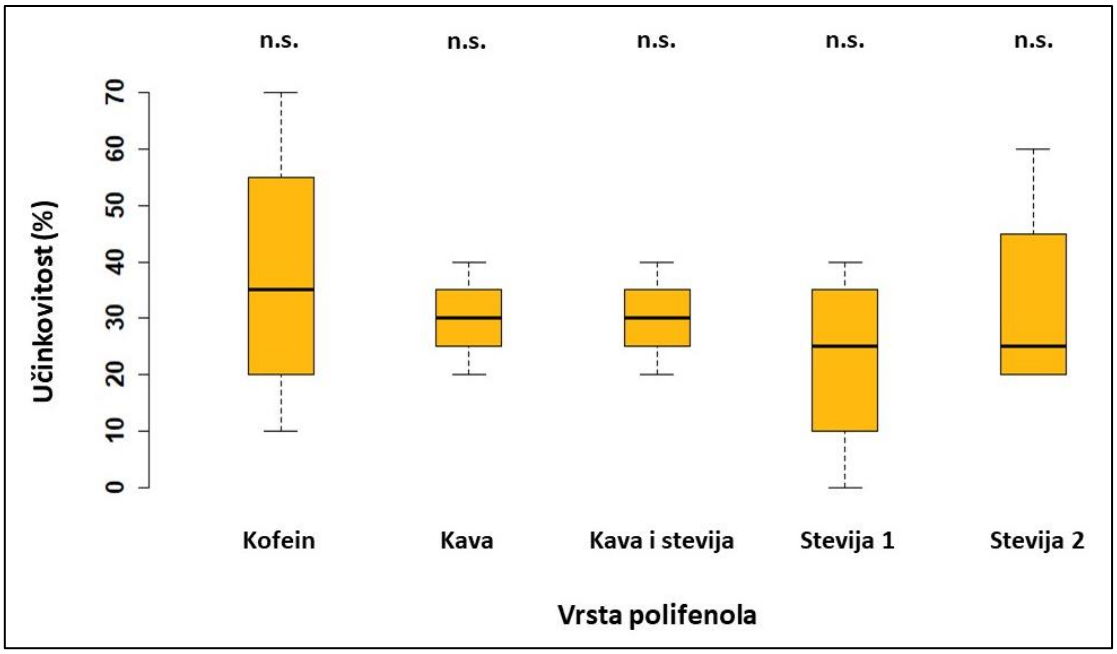
4. Rezultati

Grafikonom 4.1. prikazana je učinkovitost ispitivanih pripravaka na bazi prirodnih polifenola u suzbijanju mrežaste stjenice platane 24 sata nakon provedenog tretiranja.



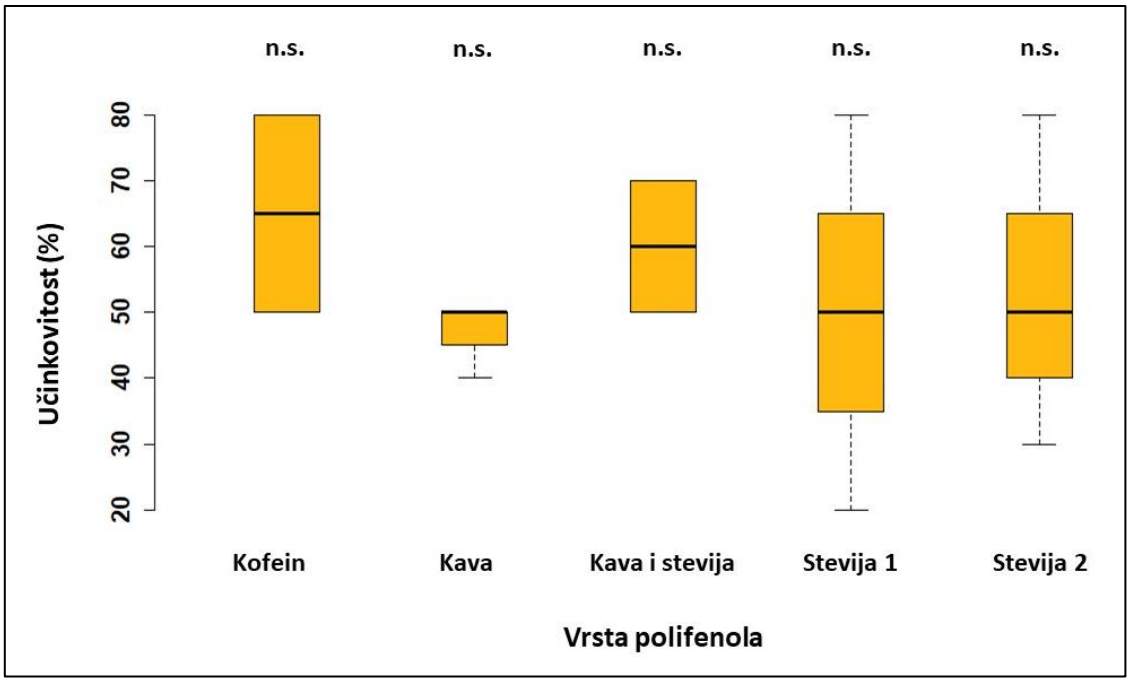
Grafikon 4.1. Prikaz učinkovitosti pripravaka na bazi prirodnih polifenola u suzbijanju vrste *C.ciliata* 24 sata nakon tretiranja

Iz navedenog grafikona vidljivo je da su svi pripravci u prvih 24 sata od provedenog tretiranja iskazali relativno nisku učinkovitost u suzbijanju odraslih oblika mrežaste stjenice platane. U navedenom razdoblju nije bilo statistički značajnih razlika između testiranih varijanti pokusa. Najveću inicijalnu učinkovitost (do 30 %) u suzbijanju stjenice pokazao je pripravak na bazi jače koncentracije stevije (stevija 2) dok je najniža učinkovitost (do 10 %) utvrđena kod pripravka na bazi slabije koncentracije stevije (stevija 1). Pripravci na bazi kofeina te kave i stevije iskazali su sličnu učinkovitost u suzbijanju štetnika (do 20 %) (grafikon 4.1).



Grafikon 4.2. Prikaz učinkovitosti pripravaka na bazi prirodnih polifenola u suzbijanju vrste *C.ciliata* 48 sati nakon tretiranja

Rezultati očitavanja učinkovitosti ispitivanih pripravka na bazi prirodnih polifenola 48 h od provedenog tretiranja pokazali su da nije bilo statistički značajnih razlika u učinkovitosti između testiranih varijanti pokusa (grafikon 4.2). Najveća učinkovitost utvrđena je kod pripravka na bazi kofeina (do 55 %), a zatim kod pripravaka stevija 2 (do 45 %). Ostala tri pripravka (kava, kava i stevija te stevija 1) iskazala su sličnu učinkovitost (do 35 %) (grafikon 4.2).



Grafikon 4.3. Prikaz učinkovitosti pripravaka na bazi prirodnih polifenola u suzbijanju vrste *C.ciliata* 72 sata nakon tretiranja

Rezultati očitavanja učinkovitosti ispitivanih pripravka 72 sata nakon provedenog tretiranja pokazali su da je učinkovitost svih pripravaka rasla, a najveća učinkovitost utvrđena je kod pripavka na bazi kofeina (do 80 %). Pripravak na bazi kave i stevije iskazao je učinkovitost do 70 %, dok su obje koncentracije stevije na kraju imale jednak učinak (od 65 %). Pripravak na bazi kave iskazao je najmanju učinkovitost u suzbijanju stjenice i uzrokovao mortalitet štetnika do 50 %.

5. Rasprava

Poznato je da biljke proizvode endogene supstance koje mogu spriječiti ishranu kukaca (Singh i sur. 2021.). Kofein (1,3,7-trimetilksantin) je alkaloid iz skupine metilksantina, a produkt je različitih tropskih i suptropskih biljaka kao što su kava (*Coffea arabica* L.), čaj (*Camellia sinensis* L.), mate (*Ilex paraguariensis* (A.St.-Hil, 1822)), guarana (*Paullinia cupana* (Kunth, 1821.)), kola (*Cola nitida* Schott & Endl.) i slično. Kofein u tim biljkama djeluje kao kemijska obrana, pokazujući repelentna ili toksična svojstva, a utvrđeno je da ima insekticidno djelovanje (Nathanson 1984., Ashihara i Cozier 2001.). Prvi izravni dokaz o insekticidnom djelovanju kofeina objavio je Nathanson (1984.). Istraživao je imaju li kava ili čaj insekticidno djelovanje na duhanovog moljca (*Manduca sexta* (Linnaeus, 1763)). Ličinke su uginule u roku od 24 sata, što je dokaz da je kofein koji se primjenjuje kontaktno, djelotvoran insekticid za suzbijanje ovog štetnika. Rezultati provedenog istraživanja također sugeriraju da metilksantini (skupina kojoj pripada i kofein) koji se pojavljuju u prirodi mogu djelovati i kao sistemični insekticidi, što bi bilo uputno ispitati u budućim istraživanjima i na vrsti *C*. *ciliata*.

Insekticidno djelovanje kofeina dokazano je na brojnim vrstama kukaca, pa su tako Araque i sur. (2007.) istraživali utjecaj kofeina, u ovom slučaju formuliranog kao uljnu emulziju i vodenu otopinu na dva biološka modela, vrstu *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 i *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867). Vodene otopine kofeina nisu pokazale insekticidnu aktivnost, dok su uljne emulzije imale visok utjecaj na oba štetnika. Bhuvaneswari i sur. (2007.) su iste godine dokazali utjecaj kofeina na rižinog žiška (*Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763)), primarnog štetnika različitih žitarica u skladištima. U novije su vrijeme Khoshraftar i sur. (2018.) dokazali da se ekstrakt lista čaja, čija je aktivna insekticidna komponenta kofein, može smatrati potencijalnim botaničkim insekticidom za suzbijanje lisnih uši, točnije breskvine zelene lisne uši (*Myzus persicae* (Sulzer, 1776)).

U ovom istraživanju insekticidne učinkovitosti prirodnih polifenola u suzbijanju mrežaste stjenice platane (*C.ciliata*), najveću učinkovitost pokazao je upravo pripravak na bazi kofeina. Nakon 72 sata od provedenog tretiranja, učinkovitost ekstrakta kofeina u suzbijanju vrste iznosila je do 80 %. Uz brojna prethodno navedena istraživanja, ovim istraživanjem još je jednom potvrđena učinkovitost ovog prirodnog polifenola kao alternativnog insekticida u suzbijanju važnih štetnika u poljoprivredi i šumarstvu.

Uz uporabu kofeina kao botaničkog insekticida, dokazana je i mogućnost njegovog korištenja u svrhu stvaranja transgenih biljaka, odnosno biljaka koje endogeno proizvode kofein (Uefuji i sur. 2005., Kim i sur. 2006., Kim i Sano 2008., Kim i sur. 2011.). U prvim istraživanjima kao pokusne biljke za proizvodnju kofeina korištene su biljke duhana (*Nicotiana tabacum* L.), koje su se pokazale vrlo stabilne u proizvodnji kofeina, što je rezultiralo smanjenjem biotičkog stresa pokusnih biljaka te smanjenim napadom bolesti i štetnika. U kasnijim se istraživanjima ista metoda primjenjivala i na biljke krizanteme (*Chrysantemum* sp.) koje su također pokazale otpornost na različite bolesti i štetnike. Navedenim istraživanjima utvrđena je otpornost transgenih biljaka duhana na gusjenice moljaca, te na vrste *Spodoptera litura* (Fabricius 1775) i *Pieris rapae* (Linnaeus 1758) (Uefuji i sur. 2005., Kim i sur. 2006.), zatim otpornost transgenih

biljaka krizantema na vrstu *Spodoptera exigua* (Hubner 1808), ali i na vrlo važnog štetnika u poljoprivredi, pamukovu lisnu uš (*Aphis gossypii* (Glover, 1877)) (Kim i sur. 2011.).

Osim navedenih učinaka na kukce, kofein uzrokuje i inhibiciju rasta grinja i stvaranja alergena (Russel i sur. 1991.), ali ima i utjecaj na patogene organizme kao što su gljive i bakterije (Chakraborty i sur. 2019.). Osim toga, iskazuje repelentni učinak na ptice (Avery i Cummings 2003.). Zabilježeno je i smanjenje ishrane puževa golaća na lišću kupusa prskanim 0,01 %-tnom otopinom kofeina, a lokalno tretiranje puževa 0,1 %-tnom otopinom kofeina se pokazalo smrtonosnim (Hollingsworth i sur. 2003).

Kofein kao botanički insekticid može biti koristan i u drugim aspektima čovjekovog života. Provedeno je istraživanje utjecaja kofeina i ibuprofena u krvi čovjeka na sisanje kućnih stjenica (*Cimex lectularius* (Linnaeus, 1758)). Dobiveni rezultati pokazali su da povećanje koncentracije ibuprofena ima pozitivne učinke na povećanje tjelesne mase štetnika, ali negativne učinke na ovipoziciju ovih stjenica. Dok su povećane koncentracije kofeina imale negativne učinke na ishranu ovih kukaca, plodnost i ovipoziciju (Narain i Kamble 2015.).

Osim kofeina i kava sa svojim kemijskim sastavom ima repelentne i „cidne“ učinke na različite kukce. Pa je tako provedeno ispitivanje učinka kave (*Coffea arabica* L.) koje se temelji na smrtnosti i smanjenu rasta ličinki egipatskog komarca (*Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762)). U tom istraživanju kao insekticid se koristio talog kave, a zaključeno je da njegovo korištenje povećava smrtnost i inhibira rast ličinki komaraca. Zabilježen je značajan utjecaj različitih doza filtrirane kave na smrtnost ličinki, što je dokaz da se talog kave *C*. *arabica* može koristiti za suzbijanje egipatskog komarca i na taj način umanjiti zagađenje okoliša i pojavu rezistentnosti ove vrste na insekticide (Aditama i sur. 2019.). Nadalje, Bedmutha i sur. (2011.) koristili su biološko ulje dobiveno sušenjem taloga kave, koje se pokazalo vrlo učinkovito u borbi protiv dvije vrste bakterija i krumpirove zlatice (*Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)).

Ipak, za razliku od prethodno navedenih primjera, u istraživanju učinkovitosti prirodnih polifenola u suzbijanju mrežaste stjenice platane, pripravak na bazi kave iskazao je nešto slabiji učinak od ostalih ispitivanih prirodnih polifenola (do 50 %). Takvi rezultati upućuju na to da ekstrakt kave ima potencijal u suzbijanju ove vrste, ali vjerojatno bi se trebao koristiti u nekoj drugoj formulaciji kave koja bi pospješila njegov učinak. Nadalje, kava u kombinaciji sa ekstraktom stevije iskazala je bolji učinak u suzbijanju mrežaste stjenice platane (do 70 %), stoga se preporuča dodatno istražiti učinak kombinacije navedenih ekstrakata u suzbijanju štetnika.

Stevija (*Stevia rebaudiana* (Bertoni)) je biljka s relativno visokim ukupnim sadržajem polifenolnih spojeva. Kao takva predstavlja prikladan i ekonomičan izvor polifenola koji se mogu koristiti u obliku ekstrakata za suzbijanje kukaca (Myint i sur. 2020.). Otkrivena je i učinkovitost eteričnog ulja iz lišća stevije u suzbijanju lisnih uši, točnije vrste *Metopolophium dirhodum* (Walker 1849). Uz to, utvrđeno je da ova eterična ulja nemaju utjecaja na neciljane organizme, stoga se mogu smatrati pogodnim kandidatima za proizvodnju botaničkih insekticida (Benelli i sur. 2020.). Pajač Živković i sur. (2020 b.), proučavali su učinkovitost inkapsuliranih ekstrakata stevije na vrstu

Halyomorpha halys (Stål, 1855). Navedeni pripravci pokazali su vrlo visoku insekticidnu učinkovitost, posebno na mlađe razvojne stadije ličinki.

Ipak, u ovom istraživanju učinkovitosti prirodnih polifenola u suzbijanju mrežaste stjenice platane, ekstrakt stevije iskazao je slabiju učinkovitost od kofeina (65 %). Takvi rezultati upućuju na potencijal primjene ekstrakta stevije u suzbijanju štetnika, a daljnja istraživanja njegove učinkovitosti trebala bi se usmjeriti na razvijanje učinkovitijih formulacija pripravka, ali i tretiranja mlađih razvojnih stadija, odnosno ličinki ove vrste.

Iako je ovim istraživanjem utvrđena najveća učinkovitost pripravaka na bazi kofeina te kombinacije kave i stevije, iz navedenih rezultata je vidljivo da se učinkovitost pripravaka na bazi prirodnih polifenola međusobno statistički značajno ne razlikuje te da su svi pripravci podjednako suzbijali mrežastu stjenicu platane, što implicira njihovu insekticidnu učinkovitost.

Prema Singh i sur. (2021.), polifenoli su sekundarni metaboliti u biljkama, koji iskazuju insekticidnu učinkovitost te štite većinu biljnih vrsta od velikog broja štetnih kukaca. Tretiranjem mrežaste stjenice platane navedenim polifenolinim spojevima, dokazan je njihov visoki insekticidni učinak i na ovog štetnika. Međutim, komercijalizacija takvih spojeva za zaštitu bilja, otežana je skupim, neučinkovitim i vremenski dugotrajnim protokolima ekstrakcije. Korištenjem nedavno razvijene jeftine i jednostavne metode ekstrakcije pomoću nusprodukata prerade pigmentiranog (ljubičastog) kukuruza, Tayal i sur. (2020.) dokazali su učinkovitost ekstrakta perikarpa bogatog polifenolima u suzbijanju i usporavanju rasta i razvoja duhanskog moljca (*Manduca sexta* L.), što uz varijante prirodnih polifenola iz ovog istraživanja ukazuje na mogućnost korištenja i drugih jednostavnijih i prirodnijih izvora polifenola za tretiranje štetnika. Pajač Živković i sur. (2020 a.) proveli su također i istraživanje učinkovitosti suzbijanja mrežaste stjenice platane, korištenjem biološkog insekticida na bazi prirodnog piretrina, izoliranog iz biljaka *Chrysantemum cinerariaefolium* L. i *Chrysantemum cocineum* L., i dokazali učinkovitost višestruko smanjenih doza piretrina od preporučenih u suzbijanju što je korak naprijed ekološki povoljnijem suzbijanju štetnika u urbanim sredinama. Na temelju dosadašnjih provedenih istraživanja i rezultata ovog rada, vidljivo je kako je mrežasta stjenica platane osjetljiva na prirodne insekticide te da postoje različite ekološki prihvatljivije alternative suzbijanja ovog štetnika u urbanim sredinama.

6. Zaključak

Ispitivani pripravci na bazi prirodnih polifenola pokazali su učinkovitost u suzbijanju mrežaste stjenice platane (*Corythucha ciliata* (Say, 1832)) u laboratorijskim uvjetima. Iako se učinkovitost pripravaka na bazi prirodnih polifenola međusobno nije statistički značajno razlikovala, pripravak na bazi kofeina pokazao je učinkovitost do 80 % u suzbijanju štetnika. Brojnim istraživanjima utvrđena je insekticidna učinkovitost kofeina koja je ovim istraživanjem ponovno potvrđena u suzbijanju mrežaste stjenice platane, važnog štetnika u poljoprivredi i šumarstvu. Pripravci na bazi kave i stevije, samostalno su iskazali nešto slabiju učinkovitost u suzbijanju štetnika, ali je u kombinaciji njihova učinkovitost rasla do 70 %. Stoga bi bilo uputno detaljnije istražiti učinkovitost kombinacije ovih pripravaka u suzbijanju mrežaste stjenice platane, te ispitati mogućnosti njihovog korištenja u drugim formulacijama koje bi mogle pojačati njihov cidni učinak. Rezultati ovog istraživanja potvrdili su insekticidni učinak pripravka na bazi kofeina ali i uputili na potencijalni učinak pripravaka na bazi kave i stevije u suzbijanju štetnika koji bi trebalo dodatno ispitati. Korištenje alternativnih, toksikološki povoljnijih mjera u suzbijanju štetnika imperativ je moderne zaštite bilja, stoga je ovaj rad prilog istraživanju ekološki povoljnijih mjera zaštite od štetnika u urbanim sredinama.

7. Popis literature

1. Aditama W., Zulfikar, Sitepu F.Y. (2019). The effectiveness of arabica coffee (*Coffea arabica* L.) grounds on mortality and growth of *Aedes aegypti* Larva. International Journal of Mosquito Research. 6 (1): 34-37.
2. Anselmi N., Cardin L., Nicolotti G. (1994). Plane decline in European and Mediterranean countries: associated pests and their interactions. Bulletin OEPP/EPPO Bultetin. 24: 159-171.
3. Araque P., Casanova H., Ortiz C., Henao B., Pela C. (2007). Insecticidal Activity of Caffeine Aqueous Solutions and Caffeine Oleate Emulsions against *Drosophila melanogaster* and *Hypothenemus hampei.* J. Agric. Food Chem. 55: 6918−6922.
4. Arzone A. (1986). Preliminary reports on natural enemies of *Corythucha ciliata* (Say) in Italy. Bulletin SROP. 9(1): 34-36.
5. Ashihara H., Crozier A. (2001). Caffeine: a well known but little mentioned compound in plant science. Trends Plant Sci. 6: 407-413.
6. Avery M.L., Cummings J.L. (2003). Chemical repellents for reducing crop damage by blackbirds. USDA National Wildlife Research Center - Staff Publications. 199: 41-48.
7. Balarin I., Britvec B., Maceljski M. (1979). Neki važniji štetnici zelenila u gradu Zagrebu. Zaštita bilja. 149(3): 289-298.
8. Bedmutha R., Booker C.J., Ferrante L., Briens C., Berruti F., Yeung K.K-C., Scott I., Conn K. (2011). Insecticidal and bactericidal characteristics of the bio-oil from the fast pyrolysis of coffee grounds. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 90 (2): 224-231.
9. Benelli G., Pavela R., Drenaggi E., Desneux N., Maggi, F. (2020). Phytol,(E)-nerolidol and spathulenol from *Stevia rebaudiana* leaf essential oil as effective and eco-friendly botanical insecticides against *Metopolophium dirhodum*. Industrial Crops and Products. 155: 112844.
10. Bhuvaneswari K., Raghavan G.S.V., Thangavel K. (2007). Use of caffeine for the management of rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.). Internat. J. Agric. Sci. 3(2): 269-272.
11. Chakraborty P., Dastidar D. G., Paul P., Dutta S., Basu D., Sharma S.R., Basu D., Sarker R.K., Sen A., Sarkar A., Tribedi P. (2019). Inhibition of biofilm formation of *Pseudomonas aeruginosa* by caffeine: a potential approach for sustainable management of biofilm. Archives of Microbiology.
12. Cheynier V., Comte G. Kevin M. D., Lattanzio V., Martens S. (2013). Plant phenolics: Recent advances on their biosynthesis, genetics, and ecophysiology. Plant Physiology and Biochemistry. 3: 1-20.
13. Chrzanowski G., Leszczynski B. (2008). Induced accumulation of phenolic acids in winter triticale (Triticosecale Wittm.) under insects feeding. Herba Polonica. 54: 33–40.

14. Chung Y., Kwon T., Yeo W., Byun B., Park C. (1996). Occurrence of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata* (Say) (Hemiptera: Tingidae) in Korea. Korean Journal of Applied Entomology. 35(2): 137-139.
15. d'Aguilar J., Pralavorio R., Rabasse J.-M., Mouton R. (1977). Introduction en France du Tigre du platane: *Corythucha ciliata* (Say) [Het. Tingidae]. Bulletin de la Société entomologique de France. 82(1-2): 2-6.
16. Del Rio D., Rodriguez-Mateos A., Spencer J. P. E., Tognolini M., Borges G., Crozier A. (2013). Dietary (Poly) phenolics in Human Health: Structures, Bioavailability, and Evidence of Protective Effects Against Chronic Diseases. Antioxidants & redox signaling. 18: 1818 – 1892.
17. Golub V.B., Soboleva V.A. (2018). Morphological differences between *Stephanitis pyri, Corythucha arcuata* and *C. ciliata* (Heteroptera: Tingidae) distributed in the south of the European part of Russia. Zoosystematica Rossica. 27(1): 142–145.
18. Gonçalves A.P.S., Santos S., Pinto M.A. (2010). Attack intensity of *Corythucha ciliata* (Hemiptera, Tingidae) on *Platanus* spp. in an urban area in Portugal: a comparison between pruned and unpruned trees. In IX European Congress of Entomology. Programme and book of abstracts. 219-220.
19. Gotlin Čuljak T., Juran I. (2016). Poljoprivredna entomologija - Sistematika kukaca.
20. Grebennikov K. A., Mukhanov S. Y. (2019). *Corythucha ciliata* (Say, 1932) (Hemiptera: Heteroptera: Tingidae): new alien species of true bugs in Uzbekistan fauna. Russian Journal of Biological Invasions. 10(2): 126-128.
21. Grozea I., Stef R., Virteiu A. M., Carabet A., Butnariu M., Molnar L. (2020). The aggressive behaviour of the *Corythucha ciliata* at the environmental changes of the last years. Research Journal of Agricultural Science. 52(1): 128-133.
22. Halbert S.E., Meeker J.R. (2004). Sycamore Lace Bug, *Corythucha ciliata* (Say) (Insecta: Hemiptera: Tingidae). EDIS. 4.
23. Hollingsworth R.G., Armstrong J.W., Campbell E. (2003). Caffeine as a novel toxicant for slugs and snails. Ann. appl. Biol.142: 91-97.
24. Izri A., Andriantsoanirina V., Chosidow O., Durand R. (2015). Dermatosis caused by blood-sucking *Corythucha ciliata*. JAMA dermatology. 151(8): 909-910.
25. Ju R., Li Y., Wang F., Du Y. (2009). Spread of and Damage by an Exotic Lacebug, *Corythuca ciliata* (Say, 1832) (Hemiptera: Tingidae), in China. Entomological News. 120(4): 409-414.
26. Ju R., Li B. (2010). Sycamore lace bug, *Corythucha ciliata*, an invasive alien pest rapidly spreading in urban China. Biodiversity Science. 18(6): 638.
27. Ju R.T., Wang F., Li B. (2011). Effects of temperature on the development and population growth of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata*. Journal of Insect Science. 11(16): 1-12.
28. Ju R.T., Gao L, Zhou XH, Li B. (2013). Tolerance to High Temperature Extremes in an Invasive Lace Bug, *Corythucha ciliata* (Hemiptera: Tingidae), in Subtropical China. PLoS ONE. 8(1): 1-8.

29. Ju R.T., Gao L., Zhou X.H., Li B. (2014). Physiological responses of *Corythucha ciliata* adults to high temperatures under laboratory and field conditions. Journal of Thermal Biology. 45: 15–21.
30. Julia I., Morton A., Roca M., Garcia-del-Pino F. (2020). Evaluation of three entomopathogenic nematode species against nymphs and adults of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata*. BioControl.
31. Kezik U., Eroglu M. (2014). The Damage of Turkey's new invasive species, *Corythucha ciliata* (Say, 1832) (Hemiptera: Tingidae) in the Eastern Black Sea Region. 238-242.
32. Khoshraftar Z., Shamel A., Safekordi A.A., Zaefizadeh M. (2018). Chemical composition of an insecticidal hydroalcoholic extract from tea leaves against green peach aphid. International Journal of Environmental Science and Technology.
33. Kim Y.-S., Uefuji H., Ogita S., Sano H. (2006). Transgenic tobacco plants producing caffeine: a potential new strategy for insect pest control. Transgenic Res. 15: 667-672.
34. Kim Y.-S., Sano H. (2008). Pathogen resistance of transgenic tobacco plants producing caffeine. Phytochemistry 69: 882–888.
35. Kim Y.-S., Lim S., Kang K.-K., Jung Y.-J., Lee Y.-H., Choi Y.-E., Sano H. (2011). Resistance against beet armyworms and cotton aphids in caffeine-producing transgenic chrysantemum. Plant Biotechnology. 1-3.
36. Kovalikova Z., Kubes J., Skalicky M., Kuchtickova N., Maskova L., Tuma J., Vachova P., Hejnak V.(2019). Changes in Content of Polyphenols and Ascorbic Acid in Leaves of White Cabbage after Pest Infestation. Molecules. 24: 2622.
37. Leiss K.A.., Maltese F., Choi Y.H., Verpoorte R., Klinkhamer P.G. (2009). Identification of Chlorogenic Acid as a Resistance Factor for Thrips in Chrysanthemum. Plant Physiol. 150: 1567–1575.
38. Li F., Fu N. , Li D., Chang H., Qu C., Wang R., Xu Y., Luo C. (2018). Identification of an alarm pheromone-binding chemosensory protein from the invasive sycamore lace bug *Corythucha ciliata* (Say). Frontiers in physiology. 9: 354.
39. Li F., Wu C., Dewer Y., Li D., Qu C., Luo C. (2019). Changes in Gene Expression and Metabolite Profiles in Platanus acerifolia Leaves in Response to Feeding Damage Caused by *Corythucha ciliata.* Int. J. Mol. Sci. 20(3465): 1-12.
40. Lu S., Wei M., Yuan G., Cui J., Gong D. (2019). Flight behavior of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata*, in relation to temperature, age, and seks. Journal of Integrative Agriculture. 18(10): 2330–2337.
41. Maceljski M., Balarin I. (1972 a). Prethodno saopćenje o pojavi jedne nove štetne vrste insekata u Jugoslaviji – stjenice *Corythuca ciliata* (Say) Tingidae, Heteroptera. Acta entomologica Jugoslavica. 8: 1-2.
42. Maceljski M., Balarin I. (1972 b). Novi član entomofaune u Jugoslaviji – *Corythuca ciliata* (Say) Tingidae, Heteroptera. Zaštita bilja. 119-120: 193-206.

43. Maceljski M. (1986). Current status of *Corythuca ciliata* in Europe. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 16: 621-624.
44. Maceljski M. (2002). Poljoprivredna entomologija. Zrinski d.d. Čakovec.
45. Malumphy C. P., Reid S., Eyre D. (2007). The platanus lace bug, *Corythucha ciliata* (Say) (Hemiptera: Tingidae), a Nearctic pest of plane trees, new to Britain. British Journal of Entomology and Natural History. 20(4): 233-240.
46. Mutun S. (2009). *Corythucha ciliata*, a new Platanus pest in Turkey. Phytoparasitica. 37: 65–66.
47. Myint K., Wu K., Xia Y., Fan Y., Shen J., Zhang P., Gu J. (2020). Polyphenols from *Stevia rebaudiana* (Bertoni) leaves and their functional properties. J. Food Sci. 85: 240–248.
48. Narain R.B., Kamble S.T., (2015). Effects of Ibuprofen and Caffeine Concentrations on the Common Bed Bug (*Cimex lectularius* L.) Feeding and Fecundity. Entomology, Ornithology & Herpetology. 4(2): 1-6.
49. Nathanson J. A. (1984). Caffeine and related methylxanthines: possible naturally occurring pesticides. Science. 226: 184-187.
50. Öszi B., Ladanyi M., Hufnagel L., (2005). Population dynamics of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata* (Say) (Heteroptera: Tingidae) in Hungary. Applied Ecology and Environmental Research. 4(1): 135-150.
51. Pajač Živković I., Barić B., Matošević D. (2013). Strane fitofagne vrste stjenica (Heteroptera) u Hrvatskoj. Entomol. Croat. 17(1–4): 79–88.
52. Pajač Živković I., Antolković V., Goldel B, Lemić D. (2020 a). Učinkovitost smanjenih doza piretrina u suzbijanju mrežaste stjenice platane. Stručni rad. Glasnik zaštite bilja. 4: 64 – 70.
53. Pajač Živković I., Jurić S., Vinceković M., Galešić M. A., Marijan M., Vlahovićek-Kahlina K., Mikac K.M., Lemic, D. (2020 b). Polyphenol-Based Microencapsulated Extracts as Novel Green Insecticides for Sustainable Management of Polyphagous Brown Marmorated Stink Bug (*Halyomorpha halys* Stål, 1855). Sustainability. 12(23): 10079.
54. Pandey K.B., Rizvi S.I. (2009). Plant Polyphenols as Dietary Antioxidants in Human Health and Disease. Oxidative Med. Cell. Longev. 2: 270–278.
55. Pavela L. (2009). The feeding effect of polyphenolic compunds on the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* (Say)). Pest Tehnology. 1(1): 81-84.
56. Pavela R., Žabka M., Kalinkin V., Kotenev E., Gerus A., Shchenikova A., Chermenskaya T. (2013). Systemic applications of azadirachtin in the control of *Corythucha ciliata* (Say, 1832) (Hemiptera, Tingidae), a pest of *Platanus* sp. Plant Protect. Sci. 49: 27–33.
57. Picker M. D., Griffiths, C. L. (2015). Sycamore Tree Lace Bug (Corythucha ciliata Say) (Hemiptera: Tingidae) Reaches Africa. African Entomology. *23*(1): 247-249.
58. Prado C.E. (1990). Presencia en Chile de *Corythucha ciliata* (Say) (Hemiptera: Heteroptera: Tingidae). Revista Chilena de Entomologia. 18: 53–55.
59. Rabitsch W. (2008). Alien True Bugs of Europe (Insecta: Hemiptera: Heteroptera). Zootaxa. 1827: 1 – 44.

60. Ribes J. (1980). Un insecte nord-americà que ataca els plàtans. Revista de Girona. 93: 299–301.
61. Russell D W., FernBndez-Caldas E., Swanson M.C., Seleznick M.J., Trudeau W.L., Lackey R.F. (1991). Caffeine, a naturally occurring acaricide. J.Allergy.Clin.Immunol. 87(1): 107-110.
62. Schneider – Orelli, O. (1947). Entomologisches Praktikum. Saurländer und Co., Aarau. 2.
63. Sevim A., Demir I., Sonmez E., Kocacevik S., Demirbag Z. (2013). Evaluation of entomopathogenic fungi against the sycamore lace bug, Corythucha ciliata (Say)(Hemiptera: Tingidae). Turkish Journal of Agriculture and Forestry. *37*(5): 595-603.
64. Shapiro-Ilan D. I., Gouge D. H., Piggott S. J., Fife, J. P. (2006). Application technology and environmental considerations for use of entomopathogenic nematodes in biological control. Biological control. *38*(1): 124-133.
65. Simmonds M.S.J., Blaney W.M., Delle Monache F., Marini Bettolo G.B. (1990). Insect antifeedant activity associated with compounds isolated from species ofLonchocarpus andTephrosia. J. Chem. Ecol. 16: 365–380.
66. Singh S., Kaur I., Kariyat R. (2021). The Multifunctional Roles of Polyphenols in Plant-Herbivore Interactions. Int. J. Mol. Sci. 22: 1442.
67. Tayal M., Somavat P., Rodriguez I., Thomas T., Christoffersen B., Kariyat R. (2020). Polyphenol-Rich Purple Corn Pericarp Extract Adversely Impacts Herbivore Growth and Development. Insects. 11 (98): 1-20.
68. Thiery A., Martin C., Malosse C., Thiery D. (1999). Morphology and chemical characterization of the egg chorion in tinginds: a case study of the plane tree *Corythucha ciliata* (Hemipter: Tingidae). Entomological Problems. 30(1): 73-82.
69. Tzanakakis M.E. (1988). First records of the Sycamore Lace Bug, *Corythucha ciliata* (Say) in Greece. Entomologica Hellenica. 6: 55–57.
70. Uefuji H., Tatsumi Y., Morimoto M., Kaothien-Nakayama P., Ogita S., Sano H. (2005). Caffeine production in tobacco plants by simultaneous expression of three coffee N-methyltrasferases and its potential as a pest repellant. Plant Molecular Biology. 59: 221–227.

Popis korištenih poveznica:

CABI (2021). Corythucha ciliata (sycamore lace bug). https://www.cabi.org/isc/datasheet/16264 - pristup 15.03.2021.

Dominiak B., Gillespie P. (2009). Corythucha ciliata (sycamore lace bug). https://www.cabi.org/isc/datasheet/16264#07393366-95DC-4632-A706-EA30DE6F6472 - pristup 18.3.2021.

Dutto M., Bertero M. (2013). Dermatosis caused by Corythuca ciliata (Say, 1932) (Heteroptera, Tingidae). Diagnostic and clinical aspects of an unrecognized pseudoparasitosis. J Prev Med Hyg. 54(1): 57–59. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4718364/ - pristup 26.3.2021.

FIS baza. (2021). https://fis.mps.hr/trazilicaszb/ - pristup 29.3.2021.

Grewal P.S., Ehlers R.U., Shapiro-Ilan D.I. (2005). Nematodes as biocontrol agents. CABI Publishing. https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=jfIeY2lEb7MC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Grewal+PS,+Ehlers+RU,+Shapiro-Ilan+DI+(2005)+Nematodes+as+biocontrol+agents&ots=clKVWVmbDm&sig=jLtBtDufrJ1AxpWYJcTc0yz4xYQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false - pristup: 1.4.2021.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. http://www.R-project.org/. pristup 23.5.2021.

Životopis

Dana Čirjak rođena je u Zadru 6. rujna 1997. godine. Nakon završene osnovne škole u Sukošanu, 2012. godine upisuje srednju školu, opću gimnaziju Jurja Barakovića u Zadru, a završava je 2016. godine. Po završetku srednje škole, 2016. godine upisuje Agronomski fakultet u Zagrebu, preddiplomski studij Zaštite bilja. Po završetku preddiplomskog studija, 2019. godine upisuje diplomski studij Fitomedicina. Tokom studija sudjeluje u izvannastavnim aktivnostima kao student tutor, a članica je i Entomološke grupe. Članica je i Hrvatskog društva biljne zaštite od 2019. godine. Od stručnih skupova, sudjelovala je na 64. Seminaru biljne zaštite te na 1. Znanstveno – stručnom simpoziju Zeleni dodir Medvednice. Sudjelovala je i u publikaciji rada ''Razvoj octene mušice ploda u plodovima dvije sorte maline'', u časopisu Pomologia Croatica: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva. Stručnu praksu odradila je 2021. godine u Ministarstvu poljoprivrede, Upravi za stručnu podršku razvoju poljoprivrede i ribarstva. Ima vještine rada na računalu te samostalno pretražuje znanstvene baze podataka. Od stranih jezika govori i piše engleski jezik (B2 razina), a koristi se i njemačkim jezikom (A1 razina).