

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Anja MEŠKO

**LABORATORIJSKO PREIZKUŠANJE
UČINKOVITOSTI IZBRANIH SNOVI ZA ZATIRANJE
PLATANOVE ČIPKARKE (*Corythucha ciliata* [Say],
Heteroptera, Tingidae)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Anja MEŠKO

**LABORATORIJSKO PREIZKUŠANJE UČINKOVITOSTI IZBRANIH
SNOVI ZA ZATIRANJE PLATANOVE ČIPKARKE (*Corythucha ciliata*
[Say], Heteroptera, Tingidae)**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**TESTING THE EFFICACY OF SELECTED SUBSTANCES AGAINST
SYCAMORE LACE BUG (*Corythucha ciliata* [Say], Heteroptera, Tingidae)
UNDER LABORATORY CONDITIONS**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2011

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija kmetijstva - agronomije. Opravljeno je bilo na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Poskus, v katerem smo uporabili osebke platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* [Say]), nabrane v Ljubljani, je bil izveden v entomološkem laboratoriju na omenjeni katedri.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Stanislava Trdana.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: akad. prof. dr. Ivan KREFT
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo

Član: prof. dr. Stanislav TRDAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo

Član: prof. dr. Gregor OSTERC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo

Datum zagovora:

Diploma je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Anja MEŠKO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn
DK UDK 632.951:632.754:595.754(043.2)
KG *Corythucha ciliata*/ platanova čipkarka/ rožmarin/ tujon/ imidakloprid/ deltametrin/
učinkovitost/smrtnost /ličinke/ odrasli osebki/ laboratorijsko preizkušanje
KK AGRIS H01/H10
AV MEŠKO, Anja
SA STANISLAV, Trdan (mentor)
KZ SI-1111 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2011
IN LABORATORIJSKO PREIZKUŠANJE UČINKOVITOSTI IZBRANIH SNOVI ZA
ZATIRANJE PLATANOVE ČIPKARKE (*Corythucha ciliata* [Say], Heteroptera,
Tingidae)
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP VIII, 33 str., 15 sl., 60 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Preučevali smo insekticidno delovanje dveh sintetičnih insekticidov (deltametrin in imidakloprid) in dveh rastlinskih snovi (eterično olje rožmarina in tujon) na ličinke in odrasle osebke platanove čipkarke (*Corythucha ciliata*). Uporabili smo naslednje pripravke: Decis 2,5 EC, Confidor SL 200, tehnični $\alpha+\beta$ -thujone in eterično olje rožmarina. Poskus je bil opravljen v laboratoriju, v sobnih razmerah. Delovanje vsakega od pripravkov smo preizkušali v treh različnih koncentracijah. Najboljše insekticidno delovanje je imel pripravek Decis 2,5 EC, ki je povzročil skoraj 100 % smrtnost obeh razvojnih stadijev škodljivca pri vseh treh koncentracijah. Sledi mu insekticid Confidor SL 200, ki je pri priporočeni koncentraciji povzročil 89,6 % smrtnost ličink in eterično olje rožmarina, ki je pri 1 % koncentraciji povzročilo 81,7 % smrtnost odraslih osebkov. Ličinke platanove čipkarke so bile značilno bolj občutljive na preizkušane pripravke kot odrasli osebki. Značilno najmanjšo smrtnost obeh razvojnih stadijev škodljivca smo ugotovili prvi dan po tretiranju (41,7 %), največjo pa tretji dan po tretiranju (71,3 %). Za prihodnje zmanjševanje škodljivosti preučevane žuželke na platanah pa priporočamo uporabo tujona in eteričnega olja rožmarina, ki sta okoljsko sprejemljivejši snovi.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 632.951:632.754:595.754(043.2)
CX *Corythucha ciliata*/ sycamore lace bug/ rosemary/ thujone/ imidacloprid/ deltamethrin/
efficacy/ mortality/ larvae/ adults/ laboratory testing
CC AGRIS H01/H10
AU MEŠKO, Anja
AA TRDAN, Stanislav (supervisor)
PP SI-1111 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2011
TI TESTING THE EFFICACY OF SELECTED SUBSTANCES AGAINST
SYCAMORE LACE BUG (*Corythucha ciliata* [Say], Heteroptera, Tingidae) UNDER
LABORATORY CONDITIONS
DT Graduation Thesis (University studies)
NO VIII, 33 p., 15 fig., 60 ref.
LA sl
AL sl/en
AB We studied insecticidal activity of two synthetic insecticides (deltamethrin and imidacloprid) and two plant substances (essential oil of rosemary and thujone) against the larvae and adults of sycamore lace bug (*Corythucha ciliata*). We used the following products: Decis 2.5 EC, Confidor SL 200, $\alpha+\beta$ -thujone technical and essential oil of rosemary. The experiment was conducted in a laboratory, under room conditions. We tested the activity of each product in three different concentrations. The most desirable insecticidal activity had Decis 2.5 EC, which caused almost 100 % mortality of both developmental stages of the pest at all three concentrations. Succeeding products were Confidor SL 200, which caused 89.6 % larval mortality at recommended concentration, and essential oil of rosemary, which caused 81.7 % adult mortality at 1 % concentration. Larvae of sycamore lace bug were significantly more susceptible to tested products than adults. Significantly the lowest mortality of both developmental stages of the pest was determined one day after treatment (41.7 %), while the highest mortality was stated three days after treatment (71.3 %). For future reduction of the damage caused by the studied pest on plane trees, we recommend the application of thujone and essential oil of rosemary, which appeared to be environmentally more acceptable substances.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VII
1 UVOD	1
1.1 POVOD ZA RAZISKAVO	1
1.2 NAMEN NALOGE	1
1.3 DELOVNA HIPOTEZA	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 PODRED HETEROPTERA - STENICE	3
2.1.1 Družina Tingidae - mrežaste stenice	4
2.2 PLATANOVA ČIPKARKA (<i>Corythucha ciliata</i> [Say])	5
2.2.1 Varstvo	6
2.2.2 Platana (<i>Platanus</i> spp.)	8
2.3 FITOFARMACEVSKA SREDSTVA	9
2.3.1 Insekticidi	10
2.3.1.1 Piretroidi	10
2.3.1.2 Deltametrin	11
2.3.1.3 Neonikotinoidi	12
2.3.1.4 Imidakloprid	13
2.3.1.5 Pripravki na rastlinski podlagi – rastlinski insekticidi	14
2.3.1.6 Tujon	15
2.3.1.7 Rožmarin	16
3 MATERIAL IN METODE	17
3.1 LOKACIJA POSKUSA	17
3.2 PRIPRAVKI, UPORABLJENI V RAZISKAVI	17
3.3 POTEK RAZISKAVE	18
3.4 ANALIZA PODATKOV	18
4 REZULTATI	20
4.1 ANALIZA REZULTATOV	20
4.1.1 Analiza rezultatov smrtnosti škodljivca glede na vrsto pripravka	20
4.1.2 Analiza rezultatov smrtnosti škodljivca glede na pripravek in njegovo koncentracijo	21
4.1.3 Analiza rezultatov smrtnosti škodljivca glede na dan po tretiranju pripravka	23

5	RAZPRAVA IN SKLEPI	24
6	POVZETEK	26
7	VIRI	28
	ZAHVALA	

KAZALO SLIK

str.

Slika 1: Jajčeca mrežastih stenic (Tingidae), pokončno v rastlinskem tkivu, na spodnji strani lista (Missouri Botanical Garden, 2006)	4
Slika 2: Odrasel osebek (levo) in ličinka (desno) platanove čipkarke (<i>Corythucha ciliata</i> [Say]) (foto: K. Kos, 2010)	5
Slika 3: Poškodbe na listu platane, nastale zaradi sesanja platanove čipkarke (<i>Corythucha ciliata</i>) (foto: S. Trdan)	6
Slika 4: Javorolistna platana (levo), deblo platane z nenavadno skorjo (na sredini) in plod platane (desno) (foto: Brus, 2006).....	8
Slika 5: Strukturna formula deltametrina: (S)-alfa-ciano-3-fenoksibenzil (1R, 3R)-3-(2,2-dibromvinil) 2,2-dimetilciklopropankarboksilat, C ₂₂ H ₁₉ Br ₂ NO ₃ (Deltamethrin, 2010)	11
Slika 6: Strukturna formula imidakloprida: (1-((6-kloro-3-piridinil)metil)-N-nitro-2-imidazolidinimin), C ₉ H ₁₀ ClN ₅ O ₂ (Fossen, 2006)	13
Slika 7: Strukturna formula tujona: 4-metil-1-(1-metil)cicliklo[3.1.0]heksan-3-on. (-)-α-tujon je 1S,4R,5R oblika (levo) in (+)-β-tujon je 1S,4S,5R oblika (desno) (Erowid.org, 2007)	15
Slika 8: Rožmarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>) (<i>Rosemarinus officinalis</i> , 2005)	16
Slika 9: Nanašanje osebkov platanove čipkarke na liste javorolistne platane, tretirane s preučevanimi insekticidnimi pripravki (foto: H. Rojht, 2008).....	17
Slika 10: Petrijevka z listom platane in odraslimi osebki platanove čipkarke po nanosu pripravka (foto: H. Rojht, 2008).....	19
Slika 11: Petrijevke z osebki platanove čipkarke (<i>Corythucha ciliata</i> [Say]) v različnih obravnavanjih (foto: H. Rojht, 2008).....	19
Slika 12: Odstotek smrtnosti platanove čipkarke (<i>Corythucha ciliata</i> [Say]) glede na pripravek tri dni po aplikaciji. Različne črke predstavljajo statistično značilne razlike med različnimi pripravki (Duncanov preizkus mnogoterih primerjav, P ≤ 0,05)	20

Slika 13: Odstotek smrtnosti ličink platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* [Say]) glede na pripravek in njegovo koncentracijo tri dni po aplikaciji. Različne črke predstavljajo statistično značilne razlike med različnimi koncentracijami posameznega pripravka (Duncanov preizkus mnogoterih primerjav, $P \leq 0,05$). Vrednosti 50, 100 in 200 pomenijo polovično, priporočeno in dvakratno priporočeno koncentracijo pripravkov, vrednosti 0,01, 0,1, 0,5 in 1 pa koncentracije pripravkov 21

Slika 14: Odstotek smrtnosti odraslih osebkov platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* [Say]) glede na pripravek in njegovo koncentracijo tri dni po aplikaciji. Različne črke predstavljajo statistično značilne razlike med različnimi koncentracijami posameznega pripravka (Duncanov preizkus mnogoterih primerjav, $P \leq 0,05$). Vrednosti 50, 100 in 200 pomenijo polovično, priporočeno in dvakratno priporočeno koncentracijo pripravkov, vrednosti 0,01, 0,1, 0,5 in 1 pa koncentracije pripravkov 22

Slika 15: Odstotek smrtnosti platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* [Say]) glede na dan po aplikaciji. Različne črke predstavljajo statistično značilne razlike med dnevi po aplikaciji (Duncanov preizkus mnogoterih primerjav, $P \leq 0,05$)..... 23

1 UVOD

1.1 POVOD ZA RAZISKAVO

Platanova čipkarka (*Corythucha ciliata* [Say]) je v naših rastnih razmerah pomemben škodljivec platane (*Platanus spp.*). Pri nas se najpogosteje pojavlja na javorolistni platani (*Platanus x hispanica* M.). Roji konec aprila ali v začetku maja, v ugodnih vremenskih razmerah je aktivna do decembra. Pri nas ima škodljivec tri rodove na leto. Samice odlagajo jajčeca prvega rodu na liste že po enem tednu rojenja, drugega rodu konec junija in v začetku julija, tretjega rodu pa avgusta ali septembra. Prezimujejo odrasli osebki pod lubjem platan. Škodo povzročajo ličinke in odrasli osebki s sesanjem rastlinskih sokov iz listov. Zaradi ponavljanjajočih se napadov gostitelj slabi (Jurc, 2005). Listi se začnejo predčasno sušiti in odpadati. Takšno drevje ne more več opravljati svojih funkcij, med katerimi je tudi čiščenje zraka v urbanem okolju (Milevoj, 2000).

V zadnjem času se je zmanjšalo število pripravkov oz. aktivnih snovi širokega spektra delovanja, ki bi lahko negativno vplivali na okolje in neciljne organizme. Biotični pripravki in z njimi povezan način varstva rastlin so lahko dobra alternativa fitofarmacevtskim sredstvom (Milevoj, 2003). Ker je škropljenje visokih dreves, kakršne so platane, v urbanem prostoru vse manj zaželeno, naj bi se v prihodnje za zatiranje platanove čipkarke uporabljali predvsem okoljsko sprejemljivejši načini (Halbert in Meeker, 2001).

1.2 NAMEN NALOGE

Namen naše naloge je bil preučiti insekticidno učinkovitost štirih izbranih snovi za zatiranje odraslih osebkov in ličink platanove čipkarke (*Corythucha ciliata*), saj v Sloveniji nimamo nobenih registriranih insekticidov, s katerimi bi bilo mogoče zmanjšati njihovo škodljivost. Preučevali smo delovanje dveh sintetičnih insekticidov: pripravkov Decis 2,5 EC (aktivna snov deltametrin) in Confidor SL 200 (aktivna snov imidakloprid), in dveh okolju prijaznejših pripravkov, $\alpha+\beta$ tujona in eteričnega olja rožmarina. Delovanje vsakega od pripravkov smo preučili v treh različnih koncentracijah. Ličinke in odrasle osebke platanove čipkarke smo nabrali na listih javorolistne platane v Ljubljani. Iz istih dreves smo nabrali tudi nepoškodovane liste, ki smo jih v poskusu dali v petrijevke. V sobnih razmerah in pri naravni osvetlitvi smo prvi, drugi in tretji dan po aplikaciji pripravkov, ugotavljali smrtnost ličink in odraslih osebkov platanove čipkarke.

V primeru, da bi bila učinkovitost naravnih pripravkov vsaj primerljiva učinkovitosti sintetičnih insekticidov, bi imeli podlago za implementacijo okolju prijaznejših pripravkov v strategijo zatiranja platanove čipkarke, s tem pa bi lahko prispevali k varovanju okolja, v katerem živimo.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Delovna hipoteza temelji na predpostavki, da obstajajo med preučevanimi snovmi razlike v učinkovitosti zatiranja platanove čipkarke. Rezultate naše raziskave bo mogoče uporabiti pri optimizaciji strategije zatiranja čipkarke v urbanem prostoru na različnih območjih Slovenije.

2 PREGLED OBJAV

2.1 PODRED HETEROPTERA - STENICE

Stenice ali raznokrilci so številčna in heterogena skupina žuželk. Na vsem svetu je znanih približno 40.000 vrst, v srednji Evropi 1.088 vrst, pri nas pa je bilo doslej evidentiranih 643 vrst. Stenice so podolgovate, dorziventralno sploščene žuželke, velike od 1 mm do 1,5 cm. Imajo ustni aparat za bodenje in sesanje (Jurc, 2005).

Stenice spoznamo po njihovi obliki in neenaki zgradbi sprednjih in zadnjih kril. Zadnja krila so kožnata, prozorna, in imajo razmeroma preprosto žilnatost. Sprednja krila so pri korenju močna in hitinizirana, pri vrhu pa prav tako kožnata. Telo stenice je v splošnem bolj ali manj plosko, v nekaterih primerih je celo do skrajnosti sploščeno. Pri mirovanju imajo stenice krila zložena plosko nad zadkom. Kljunec izrašča iz sprednjega dela glave, čeprav je zavihan nazaj in se tesno prilega ob spodnjo stran telesa. Ta znak je poleg zgradbe kril pomemben pri ločevanju stenic od škržatov. Tipalke so zgrajene iz manjšega števila členkov. Predprsje je vedno dobro razvito, veliko in dobro vidno. Nazaj obrnjeni del sredoprsja, ščitnik ali *scutellum*, je pri stenicah izrazit in značilno razvit. Tvori namreč značilno trikotno ploščo, ki leži na sredi med bazami kril. Pri nekaterih skupinah je ta ščitek tako zelo povečan, da bolj ali manj pokriva cela krila in zadek (Klots in Klots, 1970).

Osebki se razvijajo z nepopolno preobrazbo, brez stadija bube. Ličinke so navadno zelo podobne odraslim živalim, po obliku in tudi po načinu življenja. Kril še nimajo razvitih, v poznejših razvojnih stadijih (nimfe) pa dobijo pogosto že zelo izrazite zasnove kril. Na jajčecih so pri mnogih vrstah stenic zapletene tvorbe, trni in vlaknom podobni nastavki. Pri nekaterih skupinah so jajčeca živo obarvana ali se celo kovinsko bleščijo (Klots in Klots, 1970).

V naših krajih in drugih zmernih predelih imajo mnoge vrste izrazito zimsko dobo mirovanja (diapavzo). Presnova je v dobi mirovanja znižana na najmanjšo možno mero, zato lahko v tem stanju pri nekaterih vrstah prezimijo odrasle živali, jajčeca in tudi ličinke (Gogala, 2003).

Glede ekologije je to heterogena skupina. Večinoma so fitofagni predstavniki družin (Pentatomidae, Coreidae, Lygidae, Miridae, Tingidae), nekateri pa so plenilci. Slednji plenijo gosenice, nekatere hrošče in pršice. Druge vrste so paraziti, tudi na žuželkah (Jurc, 2005). Stenice kot škodljivci gospodarsko niso posebno pomembne, vendar se tudi med njimi nekatere vrste včasih tako namnožijo, da jih je potrebno zatirati (Gogala, 2003). S sesanjem slabijo rastline in povzročajo deformacije (Jurc, 2005).

2.1.1 Družina Tingidae - mrežaste stenice

Približno 700 vrst, ki pripadajo tej manj obsežni družini, zlahka razlikujemo od ostalih stenic. Vso njihovo lepoto opazimo šele pri ustrezni povečavi, kajti večina mrežastih stenic je dolga od 2 do največ 5 mm. Zato pa se pogosto pojavljajo v velikem številu (Klots in Klots, 1970).

Površje oprsja in kril je mrežasto, med rebri mreže pa so tanke in prozorne opne. Poleg tega so stranski robovi oprsja in kril, vzdolžni grebeni in ovratniki razširjeni, podaljšani in nagubani v gredljaste, lisaste ali celo mehurjaste tvorbe. Kljub tem tvorbam večina mrežastih stenic prav dobro leti. Posebnost pri stenicah so smradne žleze, ki so pri odraslih v zaprsju, pri ličinkah pa na hrbtni strani zadka. Vonjave teh žlez so pomembne za zaščito pred nevarnostjo, pri vabljenju spolnih partnerjev ali druženju nekaterih vrst v skupine (Gogala, 2003).

Mrežaste stenice odlagajo jajčeca pokonci v rastlinsko tkivo (slika 1). Potem pa jih samica še pokrije z lepljivim rjavim izločkom, ki se hitro strdi in tvori stožčaste vzboklinice na rastlinah. Ko se ličinke izležejo, so porasle s številnimi bodicami in puščajo na spodnji strani listov lepljive sledi, na katere se pogosto prilepijo prazni levi (Klots in Klots, 1970).



Slika 1: Jajčeca mrežastih stenic (Tingidae), pokončno v rastlinskem tkivu, na spodnji strani lista (Missouri Botanical Garden, 2006)

2.2 PLATANOVA ČIPKARKA (*Corythucha ciliata* [Say])

Domovina platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* [Say]) je Severna Amerika. V Evropi je bila prvič opažena v Italiji v Padovi leta 1966. Najverjetneje je bila v Italijo zanesena prek pristanišča Genova (Őszi in sod., 2005). Leta 1970 sta jo za favno nekdanje Jugoslavije v Zagrebu odkrila entomologa Maceljski in Balarinova. V Sloveniji je bila ta žuželčja vrsta prvič najdena leta 1975 (Jurc, 2000). Danes je splošno razširjena na platanah po vsej državi. Najbolj škodljiva je bila v 80-ih letih prejšnjega stoletja, danes pa je obseg njene škode zaradi naravnih sovražnikov nekoliko manjši (Milevoj, 2004).

Pogled na to žuželko pod mikroskopom ali lupo, nam takoj pove od kod ime čipkarka. Njeno temno telo, dolgo manj ko 4 mm, prekrivajo na zgornji strani krila in izrastki oprsja, ki so izoblikovani kot nekakšna mreža ali čipke (slika 2), okanca teh čipk pa so prekrita s tankimi steklastimi opnami (Gogala, 1981). Ta mreža naj bi pomagala škodljivcu pri širjenju z vetrom, saj se tako poveča njegova površina telesa (Maceljski, 1999).



Slika 2: Odrasel osebek (levo) in ličinka (desno) platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* [Say]) (foto: K. Kos, 2010)

Stenica roji konec aprila ali v začetku maja. Samice odlagajo jajčeca prvega rodu na liste že po enem tednu rojenja, drugega rodu konec junija in v začetku julija, tretjega rodu pa, v ugodnih vremenskih razmerah, avgusta ali septembra. Na spodnji strani listov je mnogo temnih ličink in njihovih levov (Jurc, 2005). Prezimujejo odrasli osebki pod skorjo platan in v drugih skritih mestih v bližini platan. Ko se začne listanje platan, pridejo iz skrivališča na liste in začnejo s sesanjem rastlinskih sokov (Maceljski, 1999).

V Evropi se platanova čipkarka pojavlja na ameriški platani (*Platanus occidentalis* L.), javorolistni platani (*Platanus x hispanica* M.), v manjši meri pa tudi na vzhodni platani (*Platanus orientalis* L.). V domovini se pojavlja tudi na drugih gostiteljih, kot so vrste rodu *Fraxinus* ter na navadnem oreškarju (*Carya ovata* [Mill.] K. Koch) (Jurc, 2005).

S sesanjem rastlinskih sokov iz listov, povzroča izgubo klorofila, listi porumenijo predvsem pri glavni listni žili in pri listnem peclju (slika 3) (Jurc, 2005). Če pride do pojava velikega števila osebkov platanove čipkarke, začnejo listi platan predčasno rjaveti in odpadati. Prav tako platanove čipkarke povzročajo nelagodje pri ljudeh in jih vznemirjajo (Marković in sod., 2008). Zaradi prezgodnjega odpadanja listov les ne dozori, drevje je bolj izpostavljen pozobi in izgublja odpornost še na druge stresne dejavnike v okolju. Takšno drevje izgubi svojo poglavito funkcijo v urbanem prostoru, ki je čiščenje zraka. Poškodovano oz. odmirajoče listje ne more normalno vezati ogljikovega dioksida in sproščati kisika. Prizadeta pa je tudi estetska vloga drevja, ki le zdravo ugodno deluje na psihično počutje ljudi (Milevoj, 2000).



Slika 3: Poškodbe na listu platane, nastale zaradi sesanja platanove čipkarke (*Corythucha ciliata*) (foto: S. Trdan)

2.2.1 Varstvo

Trenutno v Sloveniji ni registriranega nobenega sredstva za zatiranje platanove čipkarke, čeprav povzroča poškodbe na platanah po vsej državi. Varstvo platanove čipkarke je v tujini vezano predvsem na tretiranje debel jeseni oz. zgodaj spomladji, z namenom zatreći

prezimajoče odrasle osebke (Halbert in Meeker, 2001). Na Madžarskem priporočajo za njeni zatirajti lupljenje skorje v novembra in škropljenje drevesnih debel z deltametrinom v marcu (Kukedi in Palmai, 1992). V Severni Ameriki poznavajo več načinov zatiranja platanove čipkarke, med drugim tudi s sistemičnimi insekticidi, ki jih aplicirajo v tla ali vbrizgavajo v deblo (Halbert in Meeker, 2001). V Italiji uporabljajo za zatiranje deltametrin in malation (Junc, 2000). Malumphy in sod. (2006) priporočajo kemično zatiranje s kontaktnimi insekticidi, kot sta deltametrin in bifentrin. Raziskave Maceljskega (1999) so pokazale učinkovitost piretroidov in organskih fosforjevih estrov. Reiderné in Ripka (1990) priporočata kombinirano tehnologijo mehaničnega in kemičnega varstva.

Pri rabi fitofarmacevskih sredstev v parkih in drevoredih predstavlja težavo drift (zanašanje fitofarmacevtskih sredstev zunaj ciljnih ploskev in prostorov), saj nastajajo poleg večjih kapljic, ki jih potrebujemo za nanos, tudi kapljice, ki imajo lastnosti aerosola in so zato zelo podvržene zanašanju zunaj ciljnih ploskev in prostorov (Žolnir, 2000).

Za zatiranje platanove čipkarke pa naj bi se v prihodnje uporabljali predvsem okoljsko sprejemljivejši načini, saj je škropljenje visokih dreves, kakršne so platane, v urbanem prostoru vse manj zaželeno in tudi drago glede na učinkovitost (Halbert in Meeker, 2001). Med takšne načine spada tudi grabljenje in uničevanje (sežiganje) odpadlega listja v jeseni ter lupljenje odmrle plasti skorje v novembra (Kukedi in Palmai, 1992).

Stalno se iščejo alternativne rešitve varstva platan pred škodljivimi organizmi. Med njimi je uporaba dovolj učinkovitih in za okolje manj nevarnih sredstev, ki nadomeščajo npr. insekticide s širokim spektrom delovanja in FFS z različnimi načini delovanja, ki so okolju manj nevarni. Pri omejitvi onesnaženja okolja nudi pomembne rešitve tudi biotično varstvo rastlin za zatiranje rastlinam škodljivih organizmov (Milevoj, 2003).

Platanova čipkarka ima že nekaj znanih naravnih sovražnikov. Entomologa Maceljski in Balarinova omenjata med najbolj učinkovitimi prav steničje sorodnike, rdečega nosana (*Rhinocoris iracundus* [Poda.]) in manjši roparski vrsti *Nabis pseudoferus* Remane in *Himacerus mirmicoides* (Costa) (Gogala, 1981). V laboratorijskih razmerah vrsta *N. pseudoferus* posesa do 15 platanovih čipkark na dan. Francozi so leta 1977 poročali o parazitih jajčec platanove čipkarke iz družin Mymaridae in Anthocoridae. Italijanski raziskovalci so leta 1984 izolirali iz prezimajočih imagov platanove čipkarke entomopatogene glive *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., *Verticillium lecanii* (Zimmerman) Viegas in *Paecilomyces farinosus* (Halm.) Brown & Smith. Tri leta pozneje iz Torina navajajo seznam 21 plenilcev platanove čipkarke iz skupine členonožcev (Junc, 2005).

2.2.2 Platana (*Platanus spp.*)

Platane so edini rod družine platanovk (Platanaceae) z izjemno košatimi krošnjami in zelo debelimi, v visoki starosti praviloma izvotljenimi, debli. So mogočna drevesa, visoka do 40 m in več (slika 4, levo). Listi so dlanasto krpasti (3 ali 5 krp) in veliki do 25 cm. Pecelj je dolg od 3 do 10 cm in na koncu močno odebelen. Plodovi so enosemenski oreški z ohranjenim vratom, obdanim s kodeljičastim obročem dolgih ščetin, združeni v glavičasta soplodja s premerom do 25 mm (slika 4, desno). Razmeroma tanka gladka skorja je zelo značilna. Belkasto lubje se neenakomerno lušči v nepravilnih krpah. Rezultat je mozaik iz zelenkastih, rjavkastih in sivkastih polj (slika 4, sredina) (Torelli, 2004).



Slika 4: Javorolistna platana (levo), deblo platane z nenavadno skorjo (na sredini) in plod platane (desno)
(foto: Brus, 2006)

Pri nas je najpogostejša »španska ali javorolistna« platana (*Platanus x hispanica* Muenchh), ki je križanec med vzhodno platano (*Platanus orientalis* L.) in ameriško platano (*Platanus occidentalis* L.). Ta križanec združuje dobre lastnosti obeh, to so tolerantnost proti suši, prahu in dimu, odpornost proti boleznim ter raščavost (Šiftar, 2000).

Drevesa, posajena na zatravljenih in drugih zemljiščih v urbanem okolju, imajo varovalno vlogo - varujejo pred vetrom, sončno pripeko, delujejo protihrupno, čistijo onesnažen zrak itd., - izboljšujejo videz mest, naselij, označujejo javne objekte in kulturno zgodovinske spomenike. Imeti morajo estetsko vrednost, prilagodljivost na specifične rastne razmere, nezahtevnost glede vzdrževanja, biti morajo hitro rastoča in sposobna obnavljanja in obraščanja. Drevje v urbanem okolju je namreč izpostavljenu abiotičnim stresnim dejavnikom, ki so posledica globalne onesnaženosti in številnih antropogenih vplivov, prizadenejo pa ga tudi bolezni in škodljivci (Milevoj in Kravanja, 1999).

Kljud boleznim in škodljivcem, ki jih je vse več, še vedno prištevamo platane med ustrezne vrste za sajenje v urbanem okolju, to predvsem tam, kjer hočemo oblikovana drevesa. Platane hitro regenerirajo poganje iz tkiva okrog rezi, kar omogoča pogosto ali celo vsakoletno rez, da se obdrži krošnja v določeni obliki ali velikosti (Šiftar, 2000).

Platano pri nas ogroža kar nekaj bolezni in škodljivcev. Med njimi so platanova listna sušica, ki jo povzroča gliva *Apiognomonia veneta* (Sacc. et Speg.) Höhn., platanova čipkarka (*Corythucha ciliata*) in platanov listni zavrtač (*Phyllonorycter platani* Standinger) (Milevoj in Kravanja, 1999).

Dobre lastnosti platane so bile znane že v starem veku, poleg oljke in smokve je platana verjetno največkrat omenjeno drevo v antičnih spisih grških in rimskeh piscev. Že Plinij starejši je omenjal, da so bile platane posajene v bližini vseh javnih šol v Atenah in da so bile najboljše varovalo pred vročino poletnega sonca (Šiftar, 2000).

2.3 FITOFARMACEVSKA SREDSTVA

Fitofarmacevtska sredstva (FFS) so sintetične ali naravne snovi, ki varujejo rastline pred škodljivimi organizmi. Trgovski pripravek sestoji iz aktivne snovi (ki je izražena v %, g/l ali g/kg) in dodatnih snovi. Aktivna snov ima biotičen učinek, dodatne snovi pa omogočajo delovanje FFS. Formulacija je oblika trgovskega pripravka, v kateri je FFS v prodaji. To so koncentrati, ki jih pred pripravo redčimo z vodo. Med FFS proti škodljivcem spadajo insekticidi, akaricidi, limacidi, nematicidi, rodenticidi, repelenti in feromoni (Milevoj, 2007).

Zatiranje škodljivih organizmov s sintetičnimi kemičnimi sredstvi oz. FFS je v Sloveniji najpogosteji način varstva rastlin. Sredstva, ki imajo dovoljenje za uporabo, se med seboj razlikujejo v kemični zgradbi, načinu delovanja, strupenosti, obstojnosti ter vplivih na neciljne organizme in okolje (Milevoj, 2003).

FFS, ki so usmerjena na ciljne organizme na kmetijskih rastlinah, prihajajo v stik tudi z neciljnimi organizmi, človekom in okoljem nasploh. FFS imajo lahko stranske učinke na koristne vrste in druge, ki se nahajajo na rastlinah ali v njihovi okolici, kamor so nanesena. Odpornost škodljivih organizmov na FFS se razvije zelo hitro, če je na primer razvojni krog škodljivega organizma relativno kratek ali če se sredstva ne menjavajo. V zadnjem času se je zmanjšalo število pripravkov oz. aktivnih snovi širokega spektra, ki bi lahko negativno vplivali na okolje in neciljne organizme, registrirani pa so specifično delujoci, ki so manj nevarni zanje. Biotični pripravki in z njimi povezan način varstva so v tej zvezi dobra alternativa (Milevoj, 2003).

2.3.1 Insekticidi

Insekticidi so sredstva, s katerimi zatiramo žuželke, ki so poglaviti živalski škodljivci rastlin. Med FFS so insekticidi najštevilnejši (Maček in Kač, 1990). Nekatera sredstva, ki so se uporabljala med prvimi v preteklosti, so danes prepovedana. Uveljavljajo pa se nova, okolju prijaznejša FFS (Milevoj, 2007). Odkrivanje novih sredstev usmerjajo naslednja načela: insekticidi naj bodo za človeka, toplokrvne živali, čebele in ribe čim manj nevarni, naj pa že v zelo majhnih odmerkah delujejo insekticidno, čim bolj specifično, v naravnem okolju pa naj se čimprej razgradijo v nestrupe spojine (Maček in Kač, 1990).

Insekticidi so po načinu delovanja kontaktni, želodčni in dihalni. Pri novejših pripravkih se navedeni načini med sabo prepletajo (Milevoj, 2007).

Delitev insekticidov glede na mesto delovanja (na/v rastlinah) na žuželke (Trdan, 2008):

- zunanje (eksterno) delajoči: organizme prizadenejo neposredno ali iz oblage škropiva na površju rastlin,
- sistemično (endoterapevtsko) delajoči: rastline ga hitro vsrkajo prek korenin ali nadzemskih delov v prevodni sistem, živali ga sprejmejo s sesanjem rastlinskih sokov,
- globinsko delajoči: se ne premeščajo po prevodnih ceveh temveč samo osmotsko iz celice v celico.

Delitev insekticidov glede na kemično sestavo (Trdan, 2008):

- anorganski insekticidi,
- pripravki na rastlinski podlagi (nikotin, rotenon, piretrin),
- bakterijski pripravki (*Bacillus thuringiensis*),
- mineralni insekticidi: karbolejni (produkti destilacije antracenskih olj) in mineralna olja (produkti destilacije zemeljskih olj),
- organski sintetični insekticidi (karbamati, piretroidi, organski fosforjevi estri, neonikotinoidi),
- fumiganti (zaplinjevalci).

2.3.1.1 Piretroidi

Piretroidi so skupina sintetičnih insekticidov, ki so bili izdelani na podlagi poznavanja sestave rastlinskih piretrinov. Piretrin najdemo v rastlini z imenom bolhač (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis.) (Nauman, 1990). Piretroidi so na svetlobi in zraku bolj obstojni kot naravni piretroidi. Glavne prednosti piretroidov so visoka insekticidna učinkovitost in nizka toksičnost za sesalce (Laskowski, 2002). Insekticidno delujejo v nizkih odmerkah in imajo širok spekter delovanja. Delujejo na grizoče in sesajoče žuželke, nekateri tudi na pršice. Imenujejo se tudi modulatorji natrijevih kanalov (Milevoj, 2007).

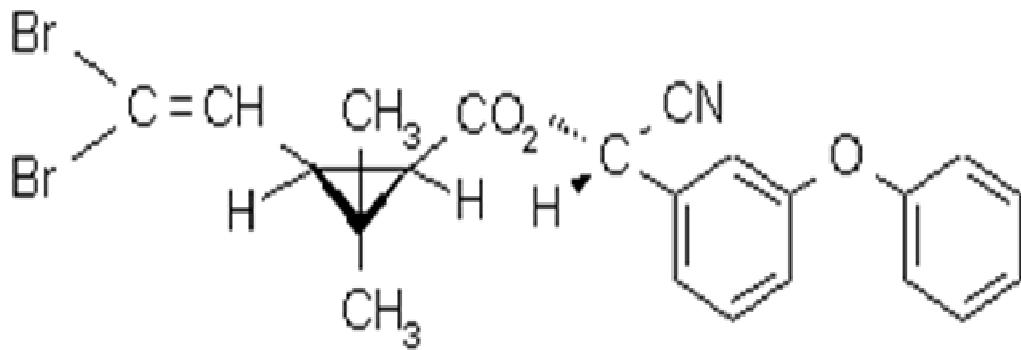
Zaradi širokega spektra delovanja in izredne ter dolgotrajne učinkovitosti pa močno posegajo v labilno biocenozo v posevkih in nasadih. Hkrati s škodljivci zatirajo tudi koristne organizme in pogosto omogočijo množičen pojav nekaterih škodljivih vrst. Za ribe so zelo strupeni, za čebele pa so zaradi repellentnega delovanja manj nevarni (Maček in Kač, 1990).

Piretroidi delujejo na molekulski ravni tako, da inaktivirajo natrijeve kanale in povečujejo prepustnost membran v nevronih za kalij. To okrepi vzdraženost senzoričnih in motoričnih nevronov in tako je oviran prenos živčnih impulzov (Trdan, 2008).

V Sloveniji so registrirane naslednje aktivne snovi in trgovski pripravki iz skupine piretroidov: alfa-cipermetrin (Fastac 100 EC), beta-ciflutrin (Bulldock EC 25), deltametrin (Decis 2,5 EC), lambda-cihalotrin (Karate Zeon 5 CS), piretrin (Bio plantella flora kenyatox verde, Biotip floral, Biotip ubij me nežno, Fazilo sprej, Flora verde) in teflutrin (Force 1,5 G). Zaradi preprečevanja nastanka odpornosti se na istem zemljišču ne sme uporabljati sredstev, ki vsebujejo aktivno snov deltametrin oz. sredstev iz skupine piretroidov več kot dvakrat v eni rastni dobi (Fito-info, 2010).

2.3.1.2 Deltametrin

Deltametrin (slika 5) je sintetični piretroid s širokim spektrom delovanja. Učinkovit je že v majhnih odmerkih (Maček in Kač, 1990). Na žuželke deluje dotikalno in želodčno. Prvič so ga sintetizirali leta 1974 (Elliot in sod., 1974). Najdemo ga v različnih insekticidnih pripravkih, ki se tržijo pod različnimi imeni: Butoflin, Butoss, Butox, Cislin, Crackdown, Cresus, Decis, Decis-Prime, K-Othrin in K-Otek (Nauman, 1990). Pri nas je registriran pripravek Decis 2,5 EC.



Slika 5: Strukturna formula deltametrina: (S)-alfa-ciano-3-fenoksibenzil (1R, 3R)-3-(2,2-di-bromvinil) 2,2-dimetilciklopropankarboksilat, $C_{22}H_{19}Br_2NO_3$ (Deltamethrin, 2010)

Deltametrin je nevrotoksin, ki vpliva na centralni živčni sistem in povzroča paralizo pri žuželkah (Mahdian in sod., 2007), tako, da inhibira inaktivacijo natrijevih kanalov (Naumann, 1990). Uporabljamo ga v kmetijstvu za zatiranje škodljivcev iz redov Orthoptera, Thysanoptera, Heteroptera, Homoptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera in Hymenoptera, in sicer na sadnem drevju, vinski trti, zelenjavi, oljni repici, bombažu, žitih in koruzi. Priporočljiv je tudi za uporabo proti kobilicam, klopom in pršicam, proti žuželкам v zaprtih prostorih in proti škodljivcem skladiščenih žit in lesa (FAO/WHO, 2004).

Pripravek Decis 2,5 EC (koncentrat za emulzijo) se uporablja kot dotikalni insekticid (Fito-info, 2010):

- na oljkah za zatiranje oljčne muhe (*Bactrocera oleae* [Rossi]),
- na vinski trti za pridelavo vinskega in namiznega grozja za zatiranje križastega grozdnega sukača (*Lobesia botrana* Denis & Schiffermüller), pasastega grozdnega sukača (*Eupoecilia ambiguella* Hübner) in ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus* Ball),
- na koruzi za zatiranje koruzne ali prosene vešče (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]) in koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte),
- v oljni ogrščici za zatiranje repičarja (*Meligethes aeneus* Fabricius),
- na tobaku za zatiranje sive breskove uši (*Mysus persicae* Sulzer) in sovk (*Agrotis* spp.),
- na strnih žitih za zatiranje listnih uši (Aphididae) in rdečega žitnega strgača (*Oulema melanopus* [L.]),
- v gozdnih nasadih za zatiranje malega zimskega pedica (*Operophtera brumata* [L.]), velikega zimskega pedica (*Erannis defoliaria* Clerck), zelenega hrastovega zavijača (*Tortrix viridana* [L.]), gobarja (*Lymantria dispar* [L.]), zlatoritke (*Euproctis chrysorrhoea* L.) in hrastovih listnih os (*Apethimus* spp.).

Sredstvo je nevarno za čebele. Z njim se ne sme tretirati gojenih rastlin in podrasti v času cvetenja. Zaradi zaščite čebel in drugih žuželk opraševalcev se lahko s tem sredstvom tretira največ dve uri po sončnem zahodu in v nočnem času največ dve uri pred sončnim vzhodom. Pri tretiranju je potrebno preprečiti onesnaženje vodotokov, vodnjakov, jezer in vodnih izvirov. To dosežemo z upoštevanjem predpisov s področja varstva voda (Fito-info, 2010).

2.3.1.3 Neonikotinoidi

Neonikotinoidi ali kloronikotinili so novejša skupina sintetičnih insekticidov. So analogi nikotina in strupa dvoživk iz družine Dendrobatidae. So manj strupeni za toplokrvne organizme. Odlikujejo se po izraziti sistemičnosti. Rastline jih sprejmejo tudi prek korenin in se uporabljajo tudi kot talni insekticidi, za razkuževanje in nanašanje na seme. Delujejo

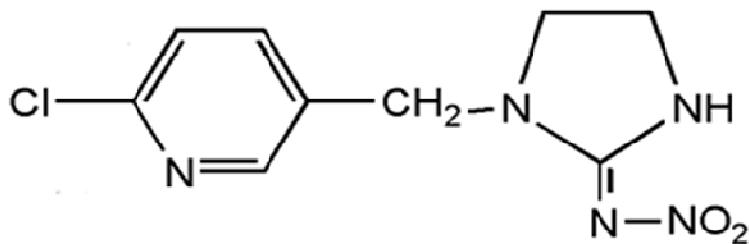
želodčno in kontaktno ter sistemično na sesajoče in grizoče žuželke. Začetek delovanja je hiter in dolgotrajen. Z neonikotinoidi se uspešno rešuje rezistenca na druge skupine insekticidov (Milevoj, 2007). Nikotinoidi delujejo na centralni živčni sistem žuželk in prekinejo prevajanje dražljajev acetilholinskih receptorjev na postsinaptičnih membranah (Ware, 1999).

V Sloveniji so registrirane naslednje aktivne snovi in trgovski pripravki iz skupine neonikotinoidov: imidakloprid (Confidor SL 200, Kohinor SL 200), acetamprid (Celaflor Careo granulat, Celaflor Careo kombinirane palčke, Celaflor Careo koncentrat, Celaflor Careo razpršilo proti škodljivcem, Celaflor Careo spray proti škodljivcem, Mospilan 20 SG), klotianidin (Poncho FS 600 rdeč), tiakloprid (Calypso SC 480, Biscaya), tiametoksam (Actara 25 WG, Axoris granulat, Axoris palčke, Axoris sprej, Cruiser 350 FS, Cruiser 70 WS) (Fito-info, 2010).

2.3.1.4 Imidakloprid

Imidakloprid (slika 6) je relativno nov insekticid, ki je bil prvič registriran za uporabo v Združenih državah Amerike leta 1994. Gre za sistemični insekticid, ki ima podobno kemično sestavo kot nikotin. Imidakloprid proizvaja podjetje Bayer CropScience, ki ga trži pod različnimi trgovskimi imeni: Gaucho, Merit, Admire, Premise, Confidor, ... (Cox, 2001; Buffin, 2003).

Imidakloprid je nevrotoksin, ki deluje tako, da ireverzibilno blokira receptorje za acetilholin. Čeprav imajo oboji, sesalci in žuželke acetilholinske receptorje, ki jih lahko blokira imidakloprid, so žuželke bolj občutljive nanj kot sesalci (CCME, 2007). Deluje na sesajoče žuželke, žuželke v tleh, termite in nekatere grizoče žuželke. Učinkuje v vseh fazah hranjenja. Po aplikaciji se zelo hitro premika v rastlinskem tkivu in je lahko prisoten v zaznavnih koncentracijah v listih, žilah, koreninah in cvetnem prahu. Veliko neciljnih koristnih živali, kot so čebele, hrošči, parazitske ose in plenilci, je občutljivih na imidakloprid (Fossen, 2006). Za nekatere vrste vodnih organizmov, na primer za sladkovodne rake, je imidakloprid toksičen v zelo nizkih koncentracijah (Cox, 2001).



Slika 6: Strukturna formula imidakloprida: (1-((6-kloro-3-piridinil)metil)-N-nitro-2-imidazolidinimin), C₉H₁₀ClN₅O₂ (Fossen, 2006)

Confidor SL 200 (vodotopni koncentrat) je sistemični insekticid s kontaktnim in oralnim delovanjem, ki se uporablja (Fito-info, 2010):

- na hmelju za zatiranje hmeljeve uši (*Phorodon humuli* [Schrank]),
- na jablanah za zatiranje listnih uši (Aphididae),
- na hruškah in češnjah za zatiranje listnih uši (Aphididae),
- na slivah za zatiranje listnih uši (Aphididae),
- na jablanah in hruškah za zatiranje sadnega listnega duplinarja (*Leucoptera scitella* Zeller) in sadnega listnega zavrtača (*Lyonetia clerkella* [L.]),
- na hruškah za zatiranje hruševe bolšice (*Psylla* spp.),
- na breskvah za zatiranje listnih uši (Aphididae) in resarjev (Thysanoptera),
- na paradižniku, papriki in jajčevcu za zatiranje listnih uši (Aphididae), rastlinjakovega ščitkarja (*Trialeurodes vaporariorum* [Westwood]) in resarjev (Thysanoptera),
- na okrasnih rastlinah v rastlinjakih za zatiranje listnih uši (Aphididae), ščitkarjev (Aleyrodidae) in resarjev (Thysanoptera).

Sredstvo je nevarno za čebele. Pri tretiraju je potrebno preprečiti onesnaženje vodotokov, vodnjakov, jezer in vodnih izvirov. To dosežemo z upoštevanjem predpisov s področja varstva voda (Fito-info, 2010).

2.3.1.5 Pripravki na rastlinski podlagi – rastlinski insekticidi

To so sredstva rastlinskega izvora in jih uvrščamo med naravne insekticide. Ta so pridobljena iz organizmov, rastlin ali mikroorganizmov (Milevoj, 2007). Insekticidi rastlinskega izvora so tudi piretrin, nikotin, rotenon in jih ponavadi najdemo med sekundarnimi rastlinskimi metaboliti (Balandrin in sod., 1985).

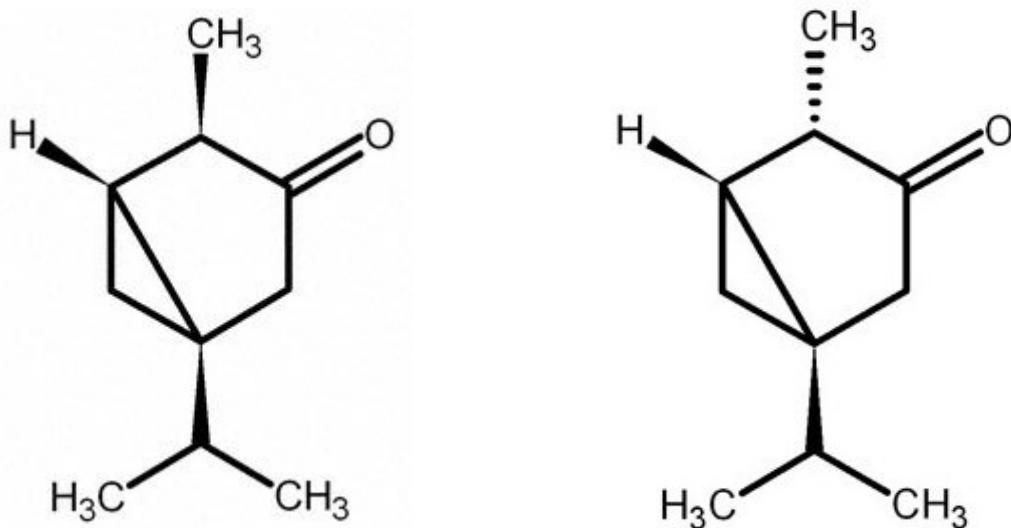
Sekundarni metaboliti so spojine, ki rastlinam dajejo vonj, okus in barvo. Mnogi so ključne komponente aktivnih in učinkovitih obrambnih mehanizmov. Večino sekundarnih produktov lahko razdelimo v razrede glede na strukturne podobnosti, biosinteze poti ali na vrste rastlin, ki jih izdelujejo. Največji razredi sekundarnih metabolitov so alkaloidi, terpeni in fenoli (Dermastia, 2006). Monoterpeni razdelimo v tri skupine: aciklične monoterpeni (ocimen, mircen, linalol, geraniol, citronelal,...), monociklične monoterpeni (limonen, mentol, menton, karvon, cineol,...) in biciklične monoterpeni (kafra, borneol, tujon,...) (Baričevič, 1996).

Monoterpeni so glavne sestavine mnogih eteričnih olj. Rastlinska eterična olja so na splošno znana kot pomemben naravni vir fitofarmacevtskih sredstev. Spojine eteričnih olj in njihovi derivati se hitro razgradijo v okolju in se štejejo kot alternativna sredstva za

zatiranje številnih škodljivih žuželk. Večina naravnih izdelkov, ki se uporablja za zatiranje škodljivcev, žal niso vedno predmet temeljitega testiranja (Tripathi in sod., 2009).

2.3.1.6 Tujon

Tujon ($C_{10}H_{16}O$) (slika 7) je monoterpenski biciklični keton (Krumm in sod., 2006), sestavljen iz dveh izomer, α -tujona in β -tujona (Grainge in Ahmed, 1988). Je glavna sestavina eteričnih olj, ki ga pridobivamo iz rastlin, kot so: pravi pelin (*Artemisia absinthium* L.), navadni pelin (*Artemisia vulgaris* L.), žajbelj (*Salvia officinalis* L.), muškatna kadulja (*Salvia sclarea* L.), navadni vratič (*Tanacetum vulgare* L.) in ameriški klek (*Thuja occidentalis* L.) (Albert-Puleo, 1978). Ime je dobil po ameriškem kleku, iz katerega so ga najprej ekstrahirali (Patočka in Plucarb, 2003).



Slika 7: Strukturna formula tujona: 4-metil-1-(1-metil)biciklo[3.1.0]heksan-3-on. (-)- α -tujon je 1S,4R,5R oblika (levo) in (+)- β -tujon je 1S,4S,5R oblika (desno) (Erowid.org, 2007)

Grainge in Ahmed (1988) ter Höld in sod. (2000) navajajo, da je α -tujon bolj toksičen od β -tujona, da deluje proti zajedalcem, in da ima antinociceptivno (sposobnost zmanjšanja občutljivosti na bolečino) in insekticidno delovanje. Rice in Wilson (1976) navajata, da toksin α -tujon vpliva na centralni živčni sistem in blokira GABA (Gama-aminobutirična kislina) receptorje. Prav tako sta ugotovila, da ima α -tujon antinociceptivno delovanje pri miših, Millet in sod. (1981) pa enako lastnost pri podganah. Lee in sod. (1997) so preučevali insekticidno delovanje monoterpenov in ugotovili visoko smrtnost ličink koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera*) zaradi akutne zastrupitve s tujonom.

2.3.1.7 Rožmarin

Rožmarin (*Rosmarinus officinalis* L.) je zimzeleni sredozemski grm s pokončnimi stebli, belkasto modrimi cvetovi in majhnimi temno zelenimi listi z navzdol zavihanimi robovi (slika 8). Spada v družino ustnatic (Lamiaceae). Ime »*rosmarinus*« prihaja iz latinske besede »*ros* *marinus*«, in pomeni »morska rosa« (Al-Sereitia in sod., 1999). Uporablja se v kulinariki, zdravilstvu in kozmetični industriji (Petauer, 1993).

Sestavine eteričnih olj pridobivamo iz različnih družin, kot so: Myrtaceae, Lauraceae, Rutaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Apiaceae, Cupressaceae, Poaceae, Zingiberaceae in Piperaceae (Pillmoor in sod., 1993). Eterična olja so hlapljivi naravni kompleksi sekundarnih metabolitov, ki imajo značilen močan vonj (Bakkali in sod., 2008). So lipofilne narave, ki ovirajo presnovne, biokemične, fiziološke in vedenjske funkcije pri žuželkah (Brattsten, 1983).

Eterično olje rožmarina deluje na žuželke repellentno (Hori, 1998; Amer in sod., 2001), toksično oz. kontaktno insekticidno (Amer in sod., 2001; Isman in sod., 2008), zmanjšuje ovipozicijo in hranjenje (Dover, 1985). V njem se nahajajo nekatere snovi, ki so aktivne snovi v številnih komercialnih insekticidih. Kemična sestava eteričnega olja rožmarina se razlikuje glede na genotip, območje rasti, podnebje in metode priprave (Isman in sod., 2008).



Slika 8: Rožmarin (*Rosmarinus officinalis*) (*Rosemarinus officinalis*, 2005)

3 MATERIAL IN METODE

3.1 LOKACIJA POSKUSA

V entomološkem laboratoriju na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani, smo leta 2008 izvajali poskus, v katerem smo preučevali insekticidno delovanje dveh sintetičnih insekticidov (deltametrin in imidakloprid) in dveh rastlinskih snovi (eterično olje rožmarina in tujon) na ličinke in odrasle osebke platanove čipkarke (*Corythucha ciliata*).

3.2 PRIPRAVKI, UPORABLJENI V RAZISKAVI

V poskusu smo uporabili naslednje pripravke:

- kontaktni insekticid Decis 2,5 EC (proizvajalec: Bayer CropScience SA, Lyon, Francija; aktivna snov deltametrin 25 g/l),
- sistemični insekticid Confidor SL 200 (proizvajalec: Bayer CropScience, Monheim, Nemčija; aktivna snov imidakloprid 200 g/l),
- tehnični $\alpha+\beta$ -thujone: ~70% α -thujone basis, ~10% β -thujone basis (proizvajalec: Sigma-Aldrich, Buchs, Švica) in
- eterično olje rožmarina (zastopnik: Ars Trade, Trzin, poreklo Tunizija).



Slika 9: Nanašanje osebkov platanove čipkarke na liste javorolistne platane, tretirane s preučevanimi insekticidnimi pripravki (foto: H. Rojht, 2008)

Pripravka Decis 2,5 EC in Confidor SL 200 smo uporabili v naslednjih koncentracijah: 50 % (polovična koncentracija priporočenega insekticida za sesajoče žuželke, navedena v navodilih za uporabo), 100 % (priporočen odmerek insekticida za sesajoče žuželke, naveden v navodilih za uporabo) in 200 % (dvakratna koncentracija priporočenega odmerka insekticida za sesajoče žuželke, navedena v navodilih za uporabo). Za pripravek Decis 2,5 EC je priporočen odmerek za sesajoče žuželke 0,4 %, za pripravek Confidor 200 SL pa 0,05 %.

$\alpha+\beta$ -Thujone in eterično olje rožmarina smo uporabili v koncentracijah, ki so se v naših preliminarnih poskusih pokazale kot ustrezne, in sicer za $\alpha+\beta$ -Thujone 0,01 %, 0,1 % in 1 % ter za eterično olje rožmarina 0,1 %, 0,5 % in 1 %. Te koncentracije smo izbrali na podlagi insekticidnega delovanja obeh snovi na druge preučevane škodljivce in glede na njuno fitotoksičnost. Za boljše mešanje tujona in eteričnega olja rožmarina z vodo smo uporabili omočilo Nu-Film-17 (proizvajalec: Lances Link SA, Ženeva, Švica; aktivna snov di-1-p-menten 96 %). Nu-Film se uporablja za boljše oprijemanje in enakomernejšo porazdelitev pripravka na listih. Pri kontrolnem obravnavanju smo liste le pomočili v vodo, v ostalih štirih pa v raztopine s preučevanimi snovmi. Vsako obravnavanje je bilo v poskusu ponovljeno desetkrat.

3.3 POTEK RAZISKAVE

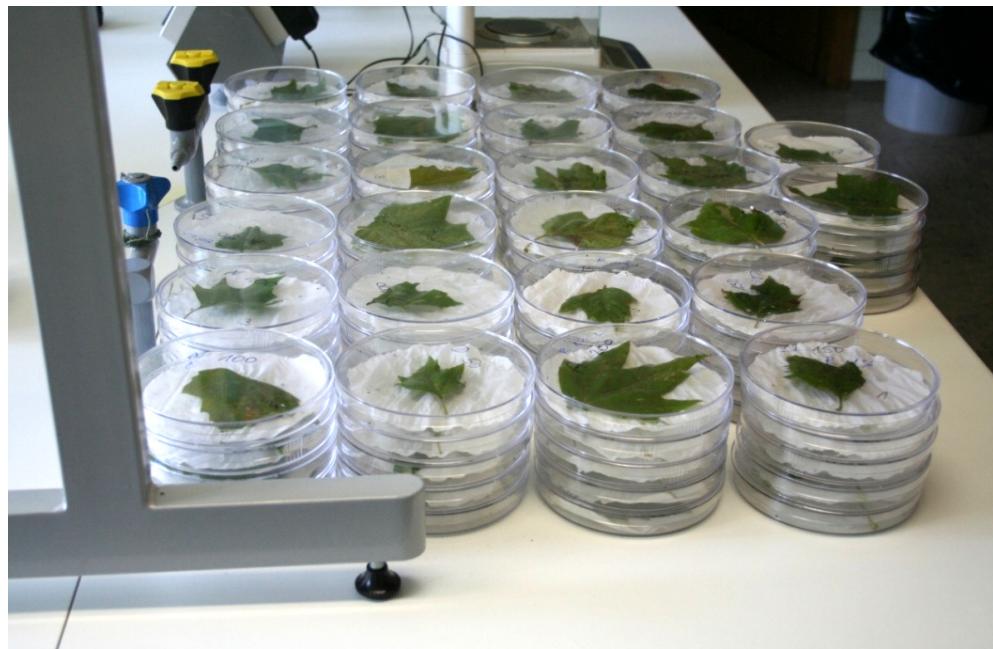
Ličinke in odrasle osebke platanove čipkarke smo nabrali na listih dreves javorolistne platane (*Platanus x hispanica* Muenchh) pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Z istih dreves smo nabrali tudi nepoškodovane liste, ki smo jih v poskusu dali v petrijevke. Poskus smo izvajali v plastičnih petrijevkah s premerom 14 cm, pri sobni temperaturi ($22 \pm 2 ^\circ\text{C}$) in naravnvi osvetlitvi. Na dno vsake petrijevke smo dali staničevino (proizvajalec: Tosama d.d., Vir, Slovenija) in nanjo list platane (sliki 9 in 10). Pri obravnavanju s pripravkom Confidor SL 200 smo liste platane najprej namočili v raztopino z ustrezno koncentracijo insekticida, pustili, da so se posušili, in šele nato nanje položili 10 ličink oz. 10 odraslih osebkov preučevanega škodljivca v posamezno petrijevko. Pri ostalih obravnavanjih smo v posamezno petrijevko najprej položili 10 ličink oz. 10 odraslih osebkov, šele nato smo liste z ročno razpršilko poškropili z vsako od koncentracij (slika 11).

3.4 ANALIZA PODATKOV

Smrtnost ličink in odraslih osebkov platanove čipkarke smo ugotavljali prvi, drugi in tretji dan po izpostavitvi pripravkom, in sicer s štetjem mrtvih osebkov. Dobljene vrednosti smo korigirali z Abbottovo formulo (Abbott, 1925). Pridobljene rezultate korigirane smrtnosti, smo statistično obdelali (analiza variance, Duncanov preizkus mnogoterih primerjav, $P \leq 0,05$) s programom Statgraphics Plus for Windows 4.0. Za grafične prikaze pa smo uporabili program MS Office Excel 2003.



Slika 10: Petrijevka z listom platane in odraslimi osebki platanove čipkarke po nanosu pripravka (foto: H. Rojht, 2008)



Slika 11: Petrijevke z osebki platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* [Say]) v različnih obravnavanjih (foto: H. Rojht, 2008)

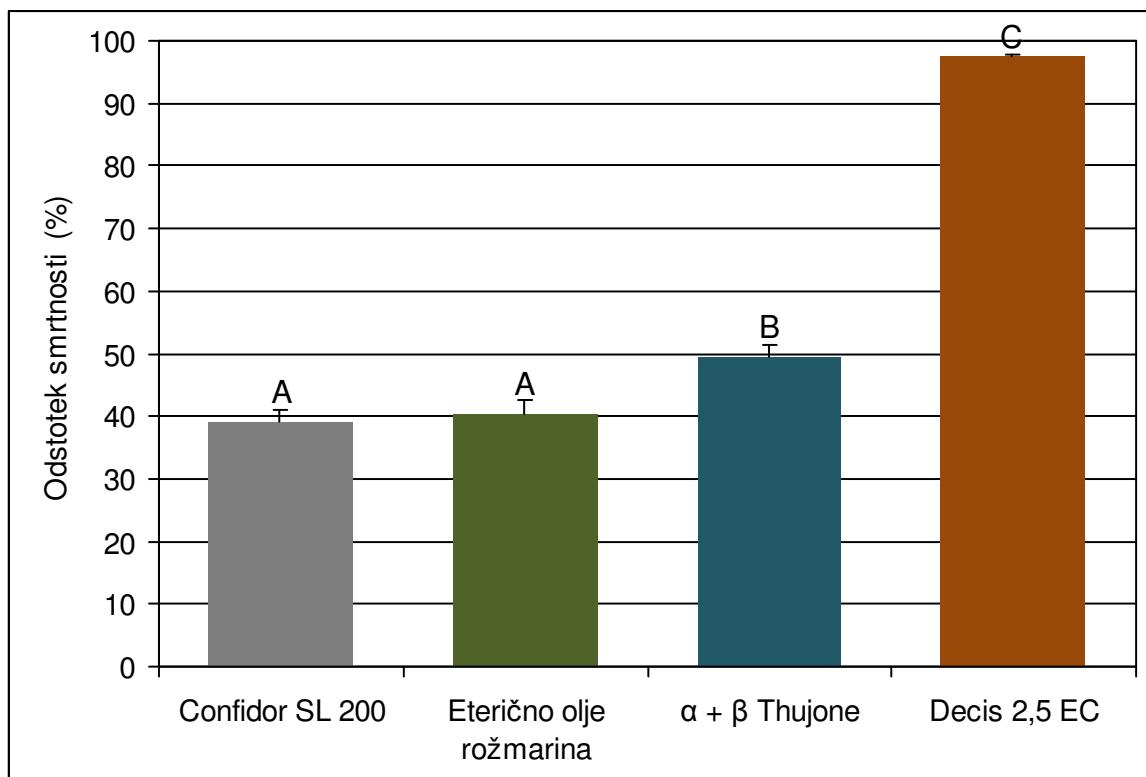
4 REZULTATI

4.1 ANALIZA REZULTATOV

Generalna statistična analiza je pokazala, da so na smrtnost ličink in odraslih osebkov platanove čipkarke (*Corythucha ciliata*) statistično značilno vplivali vrsta pripravka ($P < 0,0001$), koncentracija pripravkov ($P < 0,0001$) in dan po tretiraju ($P < 0,0001$).

4.1.1 Analiza rezultatov smrtnosti škodljivca glede na vrsto pripravka

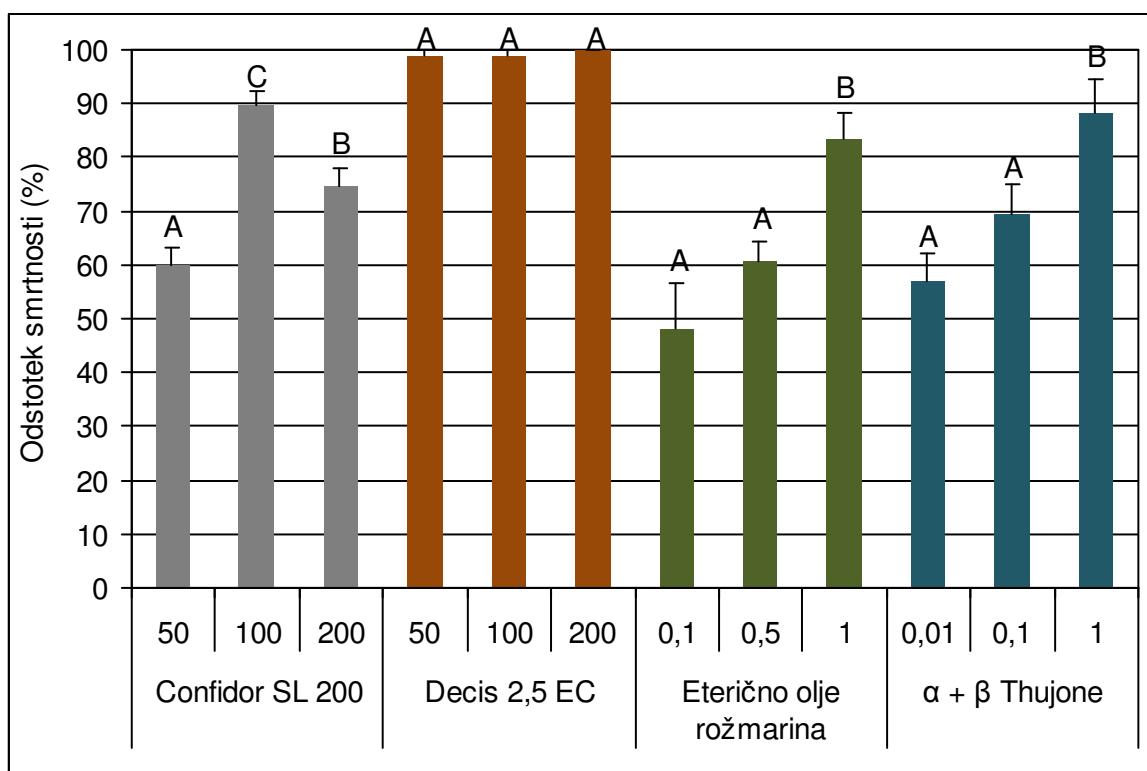
Signifikantno največjo smrtnost osebkov je povzročil pripravek Decis 2,5 EC ($97,4 \pm 0,5\%$), kateremu je sledil $\alpha+\beta$ -Thujone ($49,5 \pm 1,9\%$). Signifikantno najmanjšo smrtnost sta povzročila eterično olje rožmarina ($40,4 \pm 2,1\%$) in pripravek Confidor SL 200 ($39,1 \pm 1,9\%$), med katerima nismo ugotovili statistično značilne razlike (slika 12).



Slika 12: Odstotek smrtnosti platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* [Say]) glede na pripravek tri dni po aplikaciji. Različne črke predstavljajo statistično značilne razlike med različnimi pripravki (Duncanov preizkus mnogoterih primerjav, $P \leq 0,05$)

4.1.2 Analiza rezultatov smrtnosti škodljivca glede na pripravek in njegovo koncentracijo

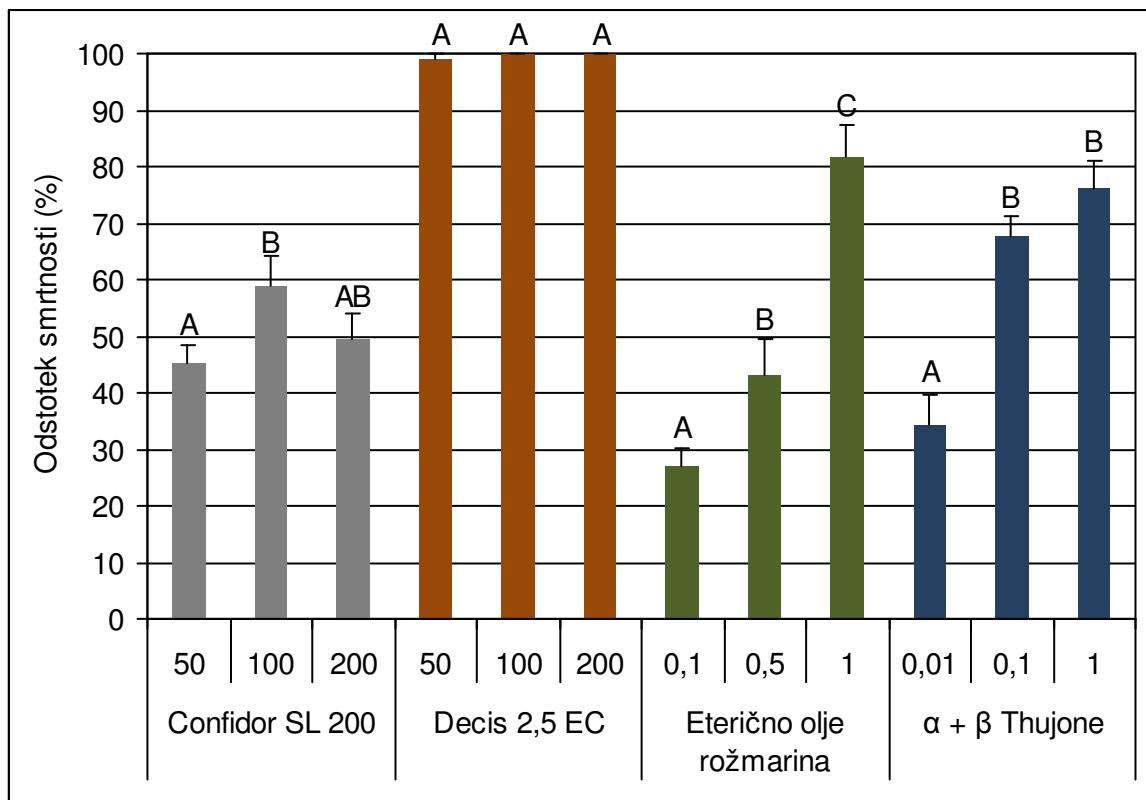
Med uporabljenimi koncentracijami pri pripravku Decis 2,5 EC nismo ugotovili statistično značilnih razlik. Že polovična koncentracija od tiste, ki je priporočena za sesajoče žuželke, je namreč povzročila skoraj popolno smrtnost osebkov, in sicer $98,8 \pm 1,2\%$ smrtnost pri ličinkah (slika 13) in $98,9 \pm 1,1\%$ smrtnost pri odraslih osebkih (slika 14).



Slika 13: Odstotek smrtnosti ličink platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* [Say]) glede na pripravek in njegovo koncentracijo tri dni po aplikaciji. Različne črke predstavljajo statistično značilne razlike med različnimi koncentracijami posameznega pripravka (Duncanov preizkus mnogoterih primerjav, $P \leq 0,05$). Vrednosti 50, 100 in 200 pomenijo polovično, priporočeno in dvakratno priporočeno koncentracijo pripravkov, vrednosti 0,01, 0,1, 0,5 in 1 pa koncentracije pripravkov.

Največja smrtnost, ki jo je povzročil pripravek Confidor SL 200, je bila pri priporočeni koncentraciji za sesajoče žuželke, in sicer pri ličinkah $89,6 \pm 2,7\%$ (slika 13) in pri odraslih osebkih $59,1 \pm 5,1\%$ (slika 14). Najmanjša smrtnost je bila pri polovični koncentraciji; $59,8 \pm 3,4\%$ smrtnost ličink in $45,2 \pm 3,3\%$ smrtnost odraslih osebkov. Statistično značilnih razlik nismo ugotovili pri odraslih osebkih med polovično in dvakratno koncentracijo in med priporočeno in dvakratno koncentracijo pripravka Confidor SL 200 (slika 14).

Pri eteričnem olju rožmarina smo med različnimi koncentracijami ugotovili statistično značilne razlike. Najvišjo smrtnost smo ugotovili pri 1 % koncentraciji, in sicer pri ličinkah $83,6 \pm 4,8\%$ smrtnost (slika 13) in odraslih osebkih $81,7 \pm 5,5\%$ smrtnost (slika 14). Najmanjo smrtnost pa je povzročila 0,1 % koncentracija rožmarina; $48,1 \pm 8,7\%$ pri ličinkah in $27,0 \pm 3,3\%$ pri odraslih osebkih. Med 0,1 % in 0,5 % koncentracijo rožmarina, pri ličinkah nismo ugotovili statistično značilnih razlik.



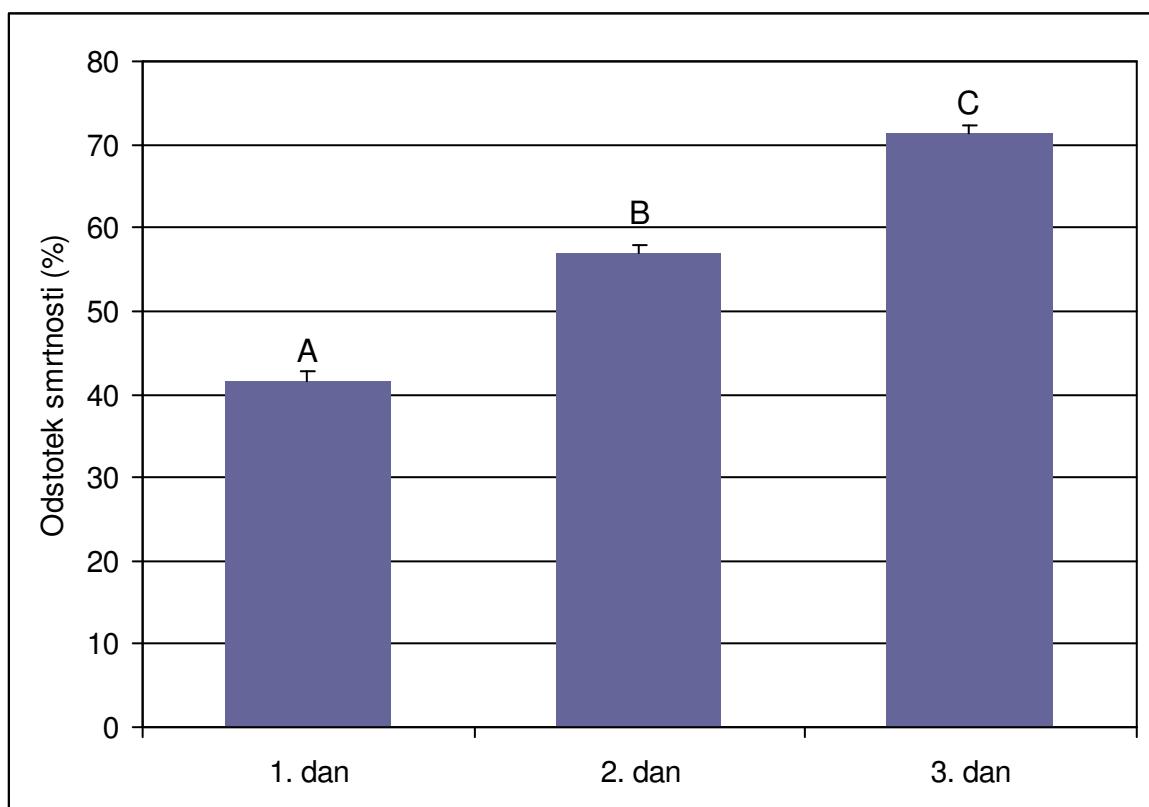
Slika 14: Odstotek smrtnosti odraslih osebkov platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* [Say]) glede na pripravek in njegovo koncentracijo tri dni po aplikaciji. Različne črke predstavljajo statistično značilne razlike med različnimi koncentracijami posameznega pripravka (Duncanov preizkus mnogoterih primerjav, $P \leq 0,05$). Vrednosti 50, 100 in 200 pomenijo polovično, priporočeno in dvakratno priporočeno koncentracijo pripravkov, vrednosti 0,01, 0,1, 0,5 in 1 pa koncentracije pripravkov

$\alpha+\beta$ -Thujone je pri 1 % koncentraciji povzročil najvišjo smrtnost; $88,1 \pm 6,6\%$ smrtnost pri ličinkah (slika 13) in $76,2 \pm 4,8\%$ smrtnost pri odraslih osebkih (slika 14). Najmanjo smrtnost je povzročil pri 0,01 % koncentraciji, in sicer pri ličinkah $56,9 \pm 5,0\%$ smrtnost in pri odraslih osebkih $34,3 \pm 5,3\%$ smrtnost. Statistično značilnih razlik nismo ugotovili pri ličinkah med 0,01 % in 0,1 % koncentracijo pripravka, ter pri odraslih osebkih med 0,1 % in 1% koncentracijo pripravka tujona (sliki 13 in 14).

Med razvojnima stadijema ličinke in odraslih osebkov smo ugotovili statistično značilne razlike. Ličinke platanove čipkarke so bile signifikantno bolj občutljive na preizkušane snovi (smrtnost $62,4 \pm 1,4\%$) kot odrasli osebki ($50,8 \pm 1,8\%$).

4.1.3 Analiza rezultatov smrtnosti škodljivca glede na dan po tretiranju pripravka

Med dnevi po aplikaciji pripravkov smo ugotovili statistično značilne razlike (slika 15). Signifikantno najmanjšo smrtnost smo ugotovili prvi dan po aplikaciji ($41,7 \pm 2,2\%$), največjo pa tretji dan po aplikaciji ($71,3 \pm 1,7\%$). Drugi dan po aplikaciji je bila smrtnost škodljivcev ($56,8 \pm 2,1\%$).



Slika 15: Odstotek smrtnosti platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* [Say]) glede na dan po aplikaciji. Različne črke predstavljajo statistično značilne razlike med dnevi po aplikaciji (Duncanov preizkus mnogoterih primerjav, $P \leq 0,05$)

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

V laboratorijskem poskusu smo preučevali učinkovitost štirih snovi za zatiranje platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* [Say]), ki pri nas velja za škodljivca na drevesih platan.

Odrasli osebki povzročajo poškodbe na platanah s sesanjem rastlinskih sokov iz listov in s tem povzročajo izgubo klorofila. Listi porumenijo predvsem pri glavni listni žili in pri listnem peclju, pri močnejšem napadu se sušijo in predčasno odpadajo. Zaradi ponavljačih se napadov gostitelj slabi (Jurc, 2005). Zaradi prezgodnjega odpadanja listov les ne dozori, drevje je bolj izpostavljen pozobi in drugim stresnim dejavnikom v okolju. Takšno drevje izgubi svojo poglavito funkcijo v urbanem prostoru, ki je čiščenje zraka. Prizadeta pa je tudi estetska vloga drevja (Milevoj, 2000). Prezimujejo odrasli osebki pod skorjo platan in v drugih skritih mestih v bližini platan (Maceljski, 1999).

Najboljše insekticidno delovanje je imel deltametrin, ki je povzročil skoraj 100 % smrtnost obeh razvojnih stadijev škodljivca. Sledi mu imidakloprid, ki je pri priporočeni vrednosti povzročil 89,6 % smrtnost ličink in eterično olje rožmarina, ki je pri 1 % koncentraciji povzročilo 81,7 % smrtnost odraslih osebkov.

Ličinke platanove čipkarke so bile bolj občutljive na preizkušane snovi (smrtnost 62,4 %) kot odrasli osebki (smrtnost 50,8 %). Tretji dan po tretiranju smo ugotovili največjo smrtnost ličink in odraslih osebkov (71,3 %), najmanjšo smrtnost pa prvi dan po tretiranju (41,7 %) platanove čipkarke.

Kukedi in Palmai (1992) priporočata za zatiranje platanove čipkarke škropljenje debel z deltametrinom v marcu. V našem poskusu smo ugotovili, da je največjo smrtnost ličink in odraslih osebkov povzročil prav deltametrin. Pripravek Decis 2,5 EC je povzročil (97,4 %) smrtnost platanove čipkarke. Že za polovico manjša koncentracija od tiste, ki je priporočena za sesajoče žuželke, je namreč povzročila skoraj popolno smrtnost izpostavljenih osebkov.

Sistemični insekticid Confidor SL 200 ni pokazal tako dobre učinkovitosti kot kontaktni insekticid Decis 2,5 EC. Največja smrtnost, ki jo je povzročil sistemični pripravek, je bila pri sicer priporočeni koncentraciji za sesajoče žuželke, in sicer pri ličinkah 89,6 % in pri odraslih osebkih 59,1 %. Pri koncentraciji, dvakrat višji od priporočene, je bila smrtnost škodljivca presenetljivo manjša (ličinke 74,8 % in odrasli osebki 49,4 %). Ta rezultat pripisujemo repellentnemu delovanju pripravka v tako visoki koncentraciji na preučevanega škodljivca. Takšni osebki so se zato manj intenzivno hrани oz. se izogibali tretirani površini, zato je bila njihova smrtnost manjša.

Eterično olje rožmarina je bilo generalno gledano enako učinkovito kot sistemični insekticid Confidor 2,5 EC. Zadovoljivo dobro je namreč pri 1 % koncentraciji delovalo na ličinke (83,6 % smrtnost) in odrasle osebke (81,7 % smrtnost). Tujon je deloval na ličinke in odrasle osebke podobno kot rožmarin, v 1 % koncentraciji je povzročil 88,1 % smrtnost pri ličinkah in 76,2 % smrtnost odraslih osebkov.

Okolju prijaznejša pripravka sta pokazala srednje zadovoljivo delovanje pri zatiranju ličink in odraslih osebkov platanove čipkarke. Ti dve snovi, ki imata med drugim tudi dokazano repellentno delovanje na žuželke, bi lahko aplicirali na/pod lubje platan v jesenskem času, in sicer še preden gredo odrasli osebki iskat prostor za prezimovanje. Tako bi škodljivce odvrnili od mest, ustreznih za prezimovanje, in njihovo število bi se zmanjšalo.

6 POVZETEK

Platanova čipkarka (*Corythucha ciliata* [Say]) je pri nas pomemben škodljivec, ki se pojavlja na platanah (*Platanus spp.*) po vsej državi. S sesanjem rastlinskih sokov iz listov, povzroča izgubo klorofila, listi začnejo predčasno rjaveti in odpadati. S tem je izgubljena poglavita funkcija platan v urbanem prostoru, ki je čiščenje zraka. Zaradi prezgodnjega odpadanja listov, les ne dozori in drevje je bolj izpostavljen pozobi in dovzetno na druge stresne dejavnike v okolju.

Ker v Sloveniji trenutno ni registriranega nobenega sredstva za zatiranje platanove čipkarke, smo preučili delovanje dveh sintetičnih insekticidov (deltametrin in imidakloprid), katerih uporabo v drugih državah priporočajo za zatiranje platanove čipkarke. Hkrati pa smo želeli primerjati njuno učinkovitost z učinkovitostjo dveh okolju prijaznejših pripravkov (eterično olje rožmarina in tujona).

Poskus, v katerem smo proučevali insekticidno delovanje izbranih snovi za zatiranje ličink in odraslih osebkov platanove čipkarke, smo leta 2008 izvajali v entomološkem laboratoriju na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Uporabili smo naslednje pripravke: kontaktni insekticid Decis 2,5 EC, sistemični insekticid Confidor SL 200, tehnični $\alpha+\beta$ -Thujone in eterično olje rožmarina. Poskus smo izvajali v sobnih razmerah pri naravnvi osvetlitvi. Delovanje vsakega od pripravkov smo uporabili v treh različnih koncentracijah. Na dno vsake petrijevke smo dali staničevino in nanjo list javorolistne platane. Liste smo tretirali z različnimi pripravki in koncentracijami, ter nanje položili osebke platanove čipkarke. Prvi, drugi in tretji dan po aplikaciji pripravkov z različnimi koncentracijami, smo s štetjem mrtvih osebkov ugotavljali delovanje pripravkov na ličinke in odrasle osebke platanove čipkarke.

Ugotovili smo, da je smrtnost ličink in odraslih osebkov odvisna od časa po tretiranju pripravka, vrste pripravka in njegove koncentracije. Na največjo smrtnost ličink in odraslih osebkov je v našem poskusu vplival pripravek Decis 2,5 EC (97,4 %), kateremu je sledil $\alpha+\beta$ -Thujone (49,5 %). Najmanjšo smrtnost sta povzročila eterično olje rožmarina (40,4 %) in pripravek Confidor SL 200 (39,1 %). Pri ličinkah smo ugotovili večjo smrtnost kot pri odraslih osebkih. Največjo smrtnost osebkov smo ugotovili tretji dan po tretiranju pripravkov. Eterično olje rožmarina in $\alpha+\beta$ Thujone sta povzročila največjo smrtnost osebkov pri 1 % koncentraciji pripravka, Confidor SL 200 pa pri priporočeni koncentraciji za sesajoče žuželke. Pri pripravku Decis 2,5 EC med uporabljenimi koncentracijami nismo ugotovili razlik, saj je bila pri vseh koncentracijah smrtnost osebkov zelo visoka.

Za prihodnje zmanjševanje škodljivosti preučevane žuželke na platanah v urbanem prostoru priporočamo uporabo $\alpha+\beta$ -Thujona in eteričnega olja rožmarina, ki sta okoljsko

sprejemljivejši snovi. Obe sta v našem poskusu pokazali srednje zadovoljivo delovanje na ličinke in odrasle osebke, a imata tudi dokazano repellentno delovanje, s čimer lahko na prostem pričakujemo njuno boljšo učinkovitost. Rezultate naše raziskave bo mogoče uporabiti pri optimizaciji strategije zatiranja čipkarke v urbanem prostoru na različnih območjih Slovenije.

7 VIRI

- Abbott W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267
- Albert-Puleo M. 1978. Mythobotany, pharmacology, and chemistry of thujone-containing plants and derivatives. *Economic Botany*, 32: 65-74
- Al-Sereitia M. R., Abu-Amerb K. M., Sena P. 1999. Pharmacology of rosemary (*Rosmarinus officinalis* Linn.) and its therapeutic potentials. *Indian Journal of Experimental Biology*, 37: 124-131
- Amer S. A. A., Refaat A. M., Momen F. M. 2001. Repellent and oviposition-deterring activity of rosemary and sweet marjoram on the spider mites *Tetranychus urticae* and *Eutetranychus orientalis* (Acari: Tetranychidae). *Acta Phytopathologica Entomologica Hungarica*, 36: 155-164
- Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M. 2008. Biological effects of essential oils -A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 446-475
- Balandrin M. F., Klocke J. A., Wurtele E. S., Bollinger W. H. 1985. Natural plant chemicals: sources of industrial and medicinal materials. *Science*, 228: 1154-1160
- Baričevič D. 1996. Rastlinske droge in njihovi sekundarni metaboliti - surovina rastlinskih zdravilnih pripravkov. 1. izdaja. Ljubljana, samozaložba: 81 str.
- Brattsten L. B. 1983. Cytochrome P-450 involvement in the interaction between plant terpenes and insect herbivores. *Plant Resistance to Insects*. American Chemical Society, 208: 173 - 195
- Brus R. 2006. Javorolistna platana. Spoznajmo drevesa. Gea.
<http://www.gea-on.net/clanek.asp?ID=773> (18. nov. 2010)
- Buffin D. 2003. Imidacloprid. *The Journal of Pesticide Action Network UK*. An international perspective on the health and environmental effects of pesticides. Quarterly, *Pesticides News*, 62: 22-23
- CCME. 2007. Canadian Water Quality Guidelines: Imidacloprid. Scientific Supporting Document. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg: 51 str.
http://www.ccme.ca/assets/pdf/imidacloprid_ssd_1388.pdf (26. okt. 2010)

Cox C. 2001. Insecticide fact sheet: imidacloprid. Journal of Pesticide Reform, 21: 15–21

Deltamethrin. Makam Agrochem.

<http://www.makamgroup.in/insecticides.php> (25. okt. 2010)

Dermastia M. 2006. Sekundarni metaboliti. V: Zbornik projektov problemsko orientiranega učenja študentov prvega letnika študija. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, Oddelek za biologijo: 85 str.

http://botanika.biologija.org/predmeti/BIO-1L-0506-POU_Zbornik.pdf (4. nov. 2010)

Dover J. W. 1985. The responses of some Lepidoptera to labiate herb and white clover extracts. Entomologia Experimentalis et Applicata, 39: 177-182

Elliott M., Farnham A.W., Janes N.F., Needham P.H., Pulman D.A. 1974. Synthetic insecticide with a new order of activity. Nature, 248: 710–711

Erowid.org. Strukturna formula tujona. 2007.

http://www.erowid.org/plants/wormwood/wormwood_article1.shtml (3. nov. 2010)

FAO/WHO. 2004. Deltamethrin. WHO specifications and evaluations for public health pesticides deltamethrin. Geneva: 30 str.

http://www.who.int/whopes/quality/Deltamethrin_coated_LN_specs_eval_WHO_Jan_2010.pdf (25. okt. 2010)

FITO-INFO: Slovenski informacijski sistem za zdravstveno varstvo rastlin. 2010.

<http://spletjni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm> (18. nov. 2010)

Fossen M. 2006. Environmental Fate of Imidacloprid. Department of Pesticide Regulation, California. 16 str.

<http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/fatememo/Imidclprdfate2.pdf> (26. okt. 2010)

Gogala M. 1981. Platanina čipkarica, uvožena škodljivka platan. Proteus, 44: 332-334

Gogala M. 2003. Stenice – Heteroptera. V: Živalstvo Slovenije. Sket B., Gogala M., Kuštor V., (ur.). 1. Natis. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 664 str.

Grainge M., Ahmed S. 1988. Handbook of Plants with Pest-Control Properties. New York, Wiley: 470 str.

Halbert S. E., Meeker J. R. 2001. Sycamore lace bug – *Corythucha ciliata*. Featured Creature. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Divisions of Plant Industries and Forestry.

http://entnemdept.ufl.edu/creatures/trees/sycamore_lace_bug.htm (18. nov. 2010)

Hori M. 1998. Repellency of rosemary oil against *Myzus persicae* in a laboratory and in a screenhouse. Journal of Chemical Ecology, 24: 1425-1432

Höld K. M., Sirisoma S. N., Ikeda T., Narahashi T., Casida E. J. 2000. α -Thujone (the active component of absinthe): γ -Aminobutyric acid type A receptor modulation and metabolic detoxification. PNAS, 97, 8: 3862-3831

Isman M. B., Wilson J. A., Bradbury R. 2008. Insecticidal activities of commercial rosemary oils (*Rosmarinus officinalis*) against larvae of *Pseudaletia unipuncta* and *Trichoplusia ni* in relation to their chemical compositions. Pharmaceutical Biology, 46: 82-87

Jurc M. 2000. Biologija, ekologija ter zatiranje platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* [Say]). Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo. Fito-info.
http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=Posveti/Kost_pla/izvlecki/Jurc1.asp
(14.okt.2010)

Jurc M. 2005. Gozdna zoologija. Univerzitetni učbenik. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 348 str.

Klots A. B., Klots E. B. 1972. Žuželke. Ljubljana, Mladinska knjiga: 355 str.

Krumm B., Kölling R., Senn T. 2006. Thujone content in wormwood extracts at different conditions for extraction. University of Hohenheim, Institute for Food Technology.
[http://www.supercriticalfluids.com/publications/TN-102%20-%20Thujone%20content%20in%20wormwood%20extracts%20\(Timatic\).pdf](http://www.supercriticalfluids.com/publications/TN-102%20-%20Thujone%20content%20in%20wormwood%20extracts%20(Timatic).pdf)
(3.nov.2010)

Kukedi E., Palmai O. 1992. Studies on the sycamore tingid (*Corythuca ciliata* Say, Heteroptera, Tingidae) in Martonvasar. Növényvedelem, 28: 499-503

Laskowski D. A. 2002. Physical and chemical properties of pyrethroids. Reviews of environmental contamination and toxicology, 174: 49–170

Lee S., Tsao R., Peterson C., Coats J. R. 1997. Insecticidal activity of monoterpenoids to western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae), twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae), and house fly (Diptera: Muscidae). *Journal of Economic Entomology*, 90: 883–892

Maceljski M. 1999. Poljoprivredna entomologija. Čakovec, Zrinski: 465 str.

Maček J., Kač M. 1990. Kemična sredstva za varstvo rastlin. 2. dopolnjena izdaja. Ljubljana, Kmečki glas: 500 str.

Mahdian K., Van Leeuwen T., Tirry L., De Clercq P. 2007. Susceptibility of the predatory stink bug *Picromerus bidens* to selected insecticides. *Biocontrol*, 52, 6: 765-774

Marković Č., Karadžić D., Gagić R. 2008. Zdravstveno stanje drvoreda platana u Beogradu. Novi sad, Biljni lekar, 1: 51-55

Milevoj L. 2000. Mehanično in biotično zatiranje bolezni in škodljivcev divjega kostanja in platane. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Fito-info.
http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=Posveti/Kost_pla/izvlecki/Milevoj.asp
(18.okt.2010)

Milevoj L. 2003. Vloga biotičnega varstva rastlin pri zmanjševanju onesnaženja v kmetijstvu. V: Zbornik predavanj in referatov 6. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Zreče, 4.-6. marec 2003. Maček J. (ur). Društvo za varstvo rastlin Slovenije v sodelovanju z Biotehniško fakulteto, Ljubljana, Oddelek za agronomijo: 86-90

Milevoj L. 2004. The occurrence of some pests and diseases on horse chestnut, plane tree and Indian bean tree in urban areas of Slovenia. *Acta Agriculturae Slovenica*, 83: 297-300

Milevoj L. 2007. Kmetijska entomologija: splošni del. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Oddelek za agronomijo: 182 str.

Milevoj L., Kravanja N. 1999. Zdravstvena problematika drevja v urbanem okolju. V: Zbornik predavanj in referatov 4. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Portorož, 3.-4. marec 1999. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 421-428

Millet Y., Jouglard J., Steinmetz M. D., Tognetti P., Joanny P., Arditti J. 1981. Toxicity of some essential plant oils. Clinical and experimental study. *Clinical Toxicology*, 18, 12: 1485-1498

Missouri Botanical Garden. 2006. Lace bugs. Courtesy Missouri Botanical Garden PlantFinder. Kemper Center for home gardening.

<http://www.mobot.org/GARDENINGHELP/PLANTFINDER/IPM.asp?code=68&group=44&level=s> (16.okt. 2010)

Naumann K. 1990. Synthetic Pyrethroid Insecticides: Structures and Properties. Heidelberg, Springer: 241 str.

Őszi B., Ladányi M., Hufnagel L. 2005. Population dynamics of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata* (Say) (Heteroptera: Tingidae) in Hungary. Budapest. Applied Ecology and Environmental Research, 4: 135-150

Patočka J., Plucarb B. 2003. Pharmacology and toxicology of absinthe. Journal of Applied Biomedicine, 1: 199-205

Petauer T. 1993. Leksikon rastlinskih bogastev. Ljubljana. Tehnična založba Slovenije: 684 str.

Pillmoor J. B., Wright K., Terry A. S. 1993. Natural products as a source of agrochemicals and leads for chemical synthesis. Pesticide Science, 39: 131-140

Reiderné S. K., Ripka G. 1990. A platán csipkéspoloska (*Corythucha ciliata* Say) biológiaja és az ellene való védekezés lehetőségei. Növényvédelem, 26, 1: 36-40

Rice K. C., Wilson R. S. 1976. (-)-3-Isothujone, a small nonnitrogenous molecule with antinociceptive activity in mice. Journal of Medicinal Chemistry, 19: 1054–1057

Rosemarinus officinalis. 2005.

<http://www.plantsasmmedicine.com/~cleanen2/index.php?title=Image:Rosemarinus-officinalis.jpg> (4. nov. 2010)

Šiftar A. 2000. Pomen platane v urbanem okolju. Vrtnarstvo M. Sobota in Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo. Fito-info.

http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=Posveti/Kost_pla/izvlecki/Siftar.asp
(18.nov.2010)

Torelli N. 2004. Platana (*Platanus* sp.) – les, skorja in kulturna zgodovina. Zveza društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije. Les: revija za lesno gospodarstvo, 56, 10: 321-328

Trdan S. 2008. Fitofarmacevtska sredstva (FFS) za zatiranje/odvračanje rastlinskih škodljivcev (fitofagov).

<http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2690/Entomologija4.pdf> (26. okt. 2010)

Trdan S. Poškodbe na listu platane, ki jih povzroči s sesanjem platanova čipkarka.

<http://www.fito-info.si/APL/Sist/images/Skodljivci/ST00033.jpg> (18. nov. 2010)

Tripathi K. A., Upadhyay S., Bhuiyan M., Bhattacharya R. P. 2009. A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management. Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy, 1, 5: 52-63

Žolnir M. 2000. Problematika aplikacije fitofarmacevtskih sredstev v urbanem prostoru.

Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec. Biotehniška fakulteta. Fito-info.

http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=Posveti/Kost_pla/izvlecki/Zolnir.asp

(19.nov.2010)

Ware G. W. 1999. An Introduction to Insecticides. (3rd edition). Department of Entomology. University of Arizona. Tucson, Arizona.

<http://weedscience.siu.edu/moa2005/downloads/Session%2013/Insecticide%20MOA/George%20Ware.pdf> (25. okt. 2010)

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem svojemu mentorju prof. dr. Stanislavu TRDANU za strokovno pomoč in svetovanje pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi asistentki Katarini KOS in mladi raziskovalki mag. Heleni ROJHT za pomoč pri nastajanju diplomskega dela in vse nasvete.

Za vsestransko pomoč in oporo med študijem se zahvaljujem svojim domačim.

Posebna zahvala gre tudi moji družinici za razumevanje in potrpežljivost pri zaključevanju študija.

Hvala tudi vsem sošolcem in prijateljem za pomoč in spodbude med študijem.