



PLATANOVA ČIPKARKA NAPADA

Področje: ekologija z varstvom okolja

RAZISKOVALNA NALOGA

AVTORJA:

Jon Novak, 9. a

Ela Senica, 9. a

MENTORICA:

Jona Šušteršič, prof. kemije in biologije

Ljubljana, marec 2020

OŠ Ledina

Komenskega ulica 19

1000 Ljubljana

POVZETEK

Namen raziskovalne naloge je bil raziskati prisotnost in vpliv platanove čipkarke na platane v središču Ljubljane. V urbanih naseljih so platane namreč pomemben prečiščevalec zraka in proizvajalec kisika ne le zaradi svoje velikosti, ampak tudi zaradi svoje vitalnosti in fotosintezne sposobnosti listov. Zaradi tako velike vloge platan v urbanih naseljih lahko pride do problemov v primeru zmanjšanja vitalnosti platan.

V raziskovalni nalogi smo ugotovili, da je platana zelo pogosto drevo v naši okolici. V središču mesta Ljubljana smo našli in pregledali 94 dreves platan. Vsa drevesa so bila napadena s platanovo čipkarko, pri čemer pa je bila stopnja napadenosti lahko različna: napadeni so bili lahko samo listi, pod lubjem pa čipkark ni bilo, ali pa smo poleg napadenih listov našli kolonije platanovih čipkark tudi na deblu in pod lubjem. Najdene kolonije so se razlikovale po velikosti glede na število najdenih platanovih čipkark.

Pri opazovanju trajnih preparatov platanovih čipkark pod svetlobnim mikroskopom smo ugotovili, da vzorca na levem in desnem krilu nista bila popolnoma zrcalna in simetrična. Opazili smo tudi, da imajo ličinke več daljših izrastkov kot odrasle živali.

Ugotovili smo, da platanova čipkarka s sesanjem na listih povzroča škodo. Listi s platan, ki so napadene s platanovo čipkarko, imajo v povprečju poškodovane od 12 do 14 % listne površine, listi z nenapadenih platan pa imajo v povprečju poškodovane 4 % listne površine. Delež poškodovane listne površine pa je med posameznimi listi na istem drevesu lahko zelo različen. Izmerili smo, da je fotosintezna aktivnost listov platan, ki so napadene s platanovo čipkarko, manjša od fotosintezne aktivnosti listov platan, ki niso napadene s platanovo čipkarko.

Vsebnost klorofila pa je nižja v poškodovanih in postaranih listih v primerjavi z nepoškodovanimi listi. Bolj kot je list poškodovan ali rjav, nižja je vsebnost klorofila.

Iz tega lahko zaključimo, da so platanove čipkarke sicer zelo lepe žuželke, vendar predstavljajo resno grožnjo platanam našega mesta.

Ključne besede:

platanova čipkarka, platana, invazivke, poškodbe listov, fotosinteza, klorofil

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	7
1.1. Delovne naloge in cilji.....	7
1.2. Raziskovalna vprašanja.....	9
1.3. Hipoteze	9
1.4. Vrste raziskav in oblike dela	10
2. TEORETIČNI DEL	12
2.1. Stenice	12
2.2. Mrežaste stenice (roparske stenice).....	13
2.3. Platanova čipkarka (<i>Corythucha ciliata</i> Say)	14
2.3.1 Telesne značilnosti platanove čipkarke.....	15
2.3.2 Življenjski cikel platanove čipkarke.....	16
2.4. Platanovke (<i>Platanaceae</i>)	17
2.5. Problematika platanove čipkarke.....	18
2.5.1. Platanova čipkarka in človek.....	19
3. METODE DELA	20
3.1. Terenski del.....	20
3.1.1 Popis platan na izbranem območju	20
3.1.2 Merjenje fotosintezne aktivnosti in vsebnosti klorofila	21
3.1.3 Vzorčenje listov platan in platanovih čipkark	24
3.2. Eksperimentalni del	24
3.2.1 Izdelava preparatov platanovih čipkark	24
3.2.2 Merjenje površine poškodovanosti lista.....	25
3.2.3 Priprava mikroskopskih preparatov prečnega prereza listov platan	25
3.2.4 Merjenje mase, ekstrakcija in merjenje vsebnosti klorofila	26
3.2.5 Statistična obdelava podatkov	27
4. REZULTATI IN RAZPRAVA.....	28
4.1. Napadenost platan s platanovo čipkarko.....	28
4.2. Platanova čipkarka pod mikroskopom.....	30
4.3. Poškodovanost listov platan zaradi platanove čipkarke.....	32
4.4. Fotosintezna aktivnost listov platan	34
4.5. Vsebnosti klorofila v listih platan, ocenjena s SPAD.....	34
4.6. Vsebnost klorofila v listih, določena z merjenjem absorpcije ekstrakta.....	35
4.7. Prečni prerezi listov	36

5. ZAKLJUČKI.....	38
6. VIRI IN LITERATURA	39
6.1. Literatura	39
6.2. Viri	39
7. ZAHVALA.....	41

KAZALO SLIK

Slika 1: Platanove čipkarke na listu platane (https://www.zdravgozd.si/prirocnik/slika.aspx?id=slika).....	9
Slika 2: Marmorirana stenica – zunanja zgradba (http://cora-agrohomeopathie.com/blog/2019/07/12/naravni-stop-marmorirana-smrdljivka/).....	12
Slika 3: Hrastova mrežasta stenica (http://macva.info/ujeda-najezda-hrastove-mrezaste-stenice/).....	14
Slika 4: Vzhodna platana (https://www.berlin.de/senuvk/natur_gruen/naturschutz/schutzgeb/index.shtml).....	18
Slika 5: Zemljevid območja popisa platan (rdeči x – platane s kolonijami čipkark, rdeča pika – platane brez kolonij čipkark, listi poškodovani, zelena – pregledano območje).....	20
Slika 6: FluorPen fp100 PSI (http://www.vtpup.cz/common/manual/PrF_biofyz_PSI_FluorPenFP100_manual_EN.pdf).....	21
Slika 7: Klorofilmeter SPAD Minolta (https://www.alibaba.com/product-detail/Chlorophyll-Meter-SPAD-502_105690442.html).....	22
Slika 8: Označena mesta na listu za merjenje fotosintezne aktivnosti.....	22
Slika 9: Platana v Ljubljani v Biološkem središču.....	23
Slika 10: Platane v Vipavi.....	23
Slika 11: Kolonija platanovih čipkark na platani v Biološkem središču v Ljubljani.....	24
Slika 12: Primer optično odčitane lista pred analizo z računalniškim programom ImageJ.....	25
Slika 13: Pripravljeni preparati prečnega prereza listov platane.....	26

Slika 14: Postopek ekstrakcije klorofila in spektrofotometer NanoDrop.....	27
Slika 15: Trajni preparat krila platanove čipkarke pod svetlobnim mikroskopom.....	30
Slika 16: Trajni preparat odrasle platanove čipkarke pod svetlovnim mikroskopom.....	31
Slika 17: Trajni preparat ličink platanove čipkarke pod svetlovnim mikroskopom.....	31
Slika 18: Stopnje poškodovanosti listov platan. Od leve poti desni si sledijo: nepoškodovan list, malo poškodovan list, zelo poškodovan list in postaran list.....	33
Slika 19: Svež preparat prečnega prereza poškodovanega platanovega lista pod svetlobnim mikroskopom pri 100-kratni povečavi.....	37

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Površina listov, nabranih v Ljubljani in Vipavi, izmerjena z računalniškim programom ImageJ po optičnem odčitavanju listov platan. Prikazana je povprečna vrednost in interval zaupanja. Stopnja statistično značilnih razlik je izračunana med listi, nabranimi v Ljubljani, in listi, nabranimi v Vipavi (** $p < 1\%$, *** $p < 0,1\%$).....	32
Graf 2: Delež poškodovane površine listov, nabranih v Ljubljani in Vipavi, napadenih in nenapadenih s platanovo čipkarko. Prikazana je povprečna vrednost in interval zaupanja. Stopnja statistično značilnih razlik je izračunana med listi, nabranimi v Ljubljani, in listi, nabranimi v Vipavi (** $p < 1\%$).....	33
Graf 3: Ocena fotosintezne aktivnosti listov platan (QY), napadenih s platanovo čipkarko, in nenapadenih platan. Graf zajema vse opravljene meritve fotosintezne aktivnosti v Ljubljani in Vipavi. Prikazana je povprečna vrednost in interval zaupanja. Stopnja statistično značilnih razlik je izračunana med listi, nabranimi na platanah, ki so bile napadene s platanovo čipkarko, in listi, nabranimi na platanah, ki niso bile napadene s platanovo čipkarko (*** $p < 0,1\%$).....	34
Graf 4: Ocena vsebnosti klorofila (SPAD) v nepoškodovanih, malo poškodovanih, zelo poškodovanih in postaranih listih s platanovo čipkarko napadenih in nenapadenih platan. Prikazana je povprečna vrednost in interval zaupanja. Stopnja statistično značilnih razlik je izračunana med nepoškodovanimi in poškodovanimi listi ločeno za	35

platane, na katerih so bile platanove čipkarke prisotne, in za platane brez platanovih čipkark (p < 5%, *** p < 0,1%).....*

Graf 5: *Korelacija med absorbcijo klorofila, preračunana na enoto površine, in ocena vsebnosti klorofila (SPAD).....* 36

Graf 6: *Korelacija med absorbcijo klorofila, preračunana na enoto površine, in oceno vsebnosti klorofila (SPAD).....* 37

KAZALO TABEL

Tabela 1: *Znanstvena klasifikacija platanove čipkarke*
(https://sl.wikipedia.org/wiki/Platanova_%C4%8Dipkarka (2020-2-27))..... 15

Tabela 2: *Znanstvena klasifikacija platanovk*
(https://sl.wikipedia.org/wiki/Vzhodna_platana (2020-2-27))..... 17

Tabela 3: *Pripomočki za opravljanje eksperimentalnega dela.....* 26

Tabela 4: *Število platan v posamezni stopnji napadenosti.....* 29

Tabela 5: *Število platan z različno velikimi kolonijami platanovih čipkark.....* 30

1. UVOD

1.1. Delovne naloge in cilji

Z raziskovalno nalogo smo začeli septembra 2019. Zaradi vedno večje aktualnosti problematike invazivnih vrst pri nas smo v medijih zasledili težavo z »majhnimi hroščki« na Kongresnem trgu, ki padajo na ljudi. Odpravili smo se na Gozdarski inštitut Slovenije, kjer sta nam Simon Zidar in dr. Maarten de Groot posredovala veliko uporabnih informacij o tej ekološko problematični vrsti – platanovi čipkarki. Seznanila sta nas tudi z aplikacijo Invazivke, ki so jo pod okriljem projekta Life Artemis zagnali za javno uporabo. Namen projekta Life Artemis je vzpostaviti učinkovit sistem zgodnjega obveščanja in hitrega odzivanja za tujerodne invazivne vrste v slovenskih gozdovih. Poizvedovanje smo nadaljevali na Ministrstvu za okolje in prostor pri Doroteji Fon, ki se ukvarja z ukrepi in odstranjevanjem invazivk v Sloveniji.

Za eksperimentalni del smo si na zemljevidu Ljubljane načrtali približen radij popisa platan (0,5 km), ki smo jih zajeli v raziskovalno nalogo. S popisom platan na izbranem območju smo želeli preveriti napadenost platan in poškodovanost listov, ki zagotavljajo velik vir kisika v mestnem središču. Propadanje platanovih dreves zato predstavlja velik ekološki problem za mesto. Med popisovanjem smo merili fotosintezno aktivnost poškodovanih, manj poškodovanih in nepoškodovanih listov, pri čemer nam je z nasveti pomagal prof. dr. Dominik Vodnik iz Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Liste smo nabrali tudi za nadaljnjo raziskavo. Ker v Ljubljani nismo našli nenapadene platane, smo morali po vzorce zdravih listov v Vipavo.

V šolskem laboratoriju smo iz nabranih listov pripravili mikroskopske preparate in opazovali poškodbo stebričastega in gobastega tkiva v listih. Nato smo liste pripravili za različne meritve (tehtanje mase, ekstrakcija klorofila). Nadaljnje raziskave vsebnosti klorofila in pripravo trajnih preparatov platanovih čipkark smo zaradi boljše laboratorijske opreme in strokovne pomoči izvedli na Nacionalnem inštitutu za biologijo in Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, kjer sta nam pomagali doc. dr. Nada Žnidaršič in dr. Polona Mrak.

Po izvedbi eksperimentalnega dela smo rezultate statistično obdelali in jih strnili v razpravi in zaključku.

Naš namen je bil tudi ugotoviti, kako se v Mestni občini Ljubljana lotevajo zaščite pred škodljivci, in opozoriti na posledice propada mogočnih platanovih dreves v mestih.

V raziskovalni nalogi smo si postavili štiri hipoteze.

1.2. Raziskovalna vprašanja

V raziskovalni nalogi smo si postavili naslednja raziskovalna vprašanja:

- Kako pogosta je platana v naši okolici?
- Kako pogosto so platane napadene s platanovo čipkarko?
- Ali krila platanove čipkarke res spominjajo na čipke?
- Kako močno so poškodovani listi platane zaradi sesanja platanove čipkarke?
- Ali je fotosintezna aktivnost poškodovanega lista manjša kot pri nepoškodovanem listu?
- Ali je v poškodovanem listu manj klorofila kot v nepoškodovanem listu?
- Kakšno so ukrepi proti platanovi čipkarki?

1.3. Hipoteze

Iz literature in intervjujev strokovnjakov o platanu in platanovi čipkarki smo izvedeli, da je problematika platanove čipkarke (Slika 1) v urbanih okoljih zelo alarmantna. Zaradi lokacije naše šole in doma v okolju, kjer so parki s platanami zelo pogosti in nam zagotavljajo velik del zelenja ter oskrbe mesta s kisikom, se nam je zdela problematika platanove čipkarke vredna raziskave. Tako smo postavili naslednje hipoteze:

1. Več kot polovica platan na izbranem območju je napadenih s platanovo čipkarko.
2. Fotosintezna aktivnost napadenega lista je manjša od fotosintezne aktivnosti nenapadenega lista platane.
3. Vsebnost klorofila v napadenem listu je manjša kot v nenapadenem listu.
4. Vsebnost klorofila v poškodovanem listu je manjša kot v nepoškodovanem listu.



Slika 4: Platanove čipkarke na listu platane (<https://www.zdravgozd.si/prirocnik/slika.aspx?id=slika>)

1.4. Vrste raziskav in oblike dela

Naša raziskovalna naloga je:

- **Teoretična** – zajema uvrstitev platanove čipkarke in platan v sistem, predstavitev njihove zgradbe in njihov pomen. Predstavi pa tudi problematiko invazivnih in tujerodnih vrst, uporabo in vpliv na okolje.

Metode za oblikovanje tega dela vključujejo:

- iskanje podatkov v tiskani literaturi,
 - iskanje podatkov na spletu.
-
- **Terenska** – v okviru raziskovalne naloge smo naredili popis napadenih platan v izbranem območju v centru mesta Ljubljana, kjer je platan najpogostejše drevo. Po nasvetu Gozdarskega inštituta Slovenije in s pomočjo aplikacije Invazivke smo sistematično pregledali vse platan v izbranem območju. Rezultate smo sproti vnašali na zemljevid in v aplikacijo (tudi slikovni material).

S posebnima aparaturama, ki smo si ju sposodili na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in na Nacionalnem inštitutu za biologijo, smo izmerili fotosintezno aktivnost in vsebnost klorofila v listih platan. Na terenu smo nabrali tudi liste platan in platanove čipkarke v različnih razvojnih fazah.

Metode, ki smo jih uporabili:

- preverjanje listov in lubja – iskanje živih kolonij platanove čipkarke na drevesu,
- vpis v aplikacijo Invazivke – beleženje v statistiko, slika organizmov,
- kontakt s strokovnjaki – takojšnje preverjanje invazivne vrste, ki napada drevo,
- vpis pridobljenih podatkov na zemljevid in v raziskovalni dnevnik.

- **Eksperimentalna** – postavljene hipoteze smo poskusili potrditi ali ovreči z laboratorijskim delom v učilnici biologije in kemije (priprava mikroskopskih preparatov listov platane, ekstrakcija klorofila iz poškodovanih in zdravih listov platane, merjenje mase enakih prostornin različno poškodovanih listov).

Merjenje vsebnosti klorofila v ekstraktih smo opravili na Nacionalnem inštitutu za biologijo. Trajne preparate platanove čipkarke smo pripravili na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, kjer smo preparate tudi opazovali s svetlobnim mikroskopom.

Metode za oblikovanje tega dela vključujejo:

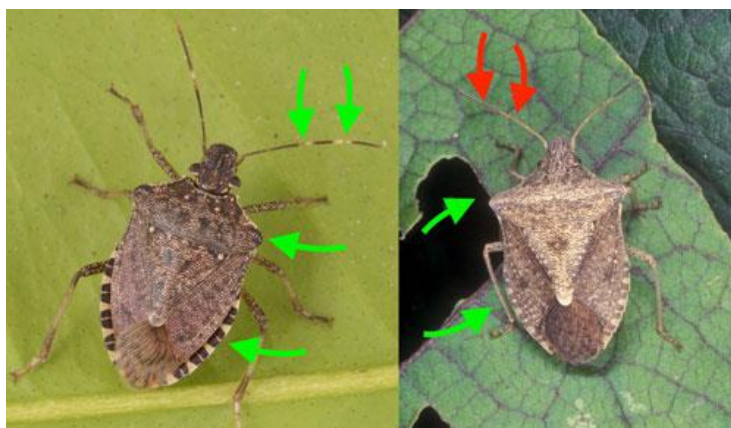
- pripravo preparatov platane in platanove čipkarke ter mikroskopiranje,
- merjenje sveže in suhe mase listov platane,
- merjenje stopnje poškodovanosti listov platane,
- ekstrakcijo klorofila iz različno poškodovanih listov platane ter merjenje absorpcije ekstraktov,
- analizo podatkov s statističnimi metodami,
- pripravo in analizo rezultatov, pridobljenih z eksperimentalnim delom.

2. TEORETIČNI DEL

2.1. Stenice

Stenice, znanstveno imenovane *Heteroptera* (raznokrilci), so podred polkrižcev in so zelo raznolika skupina žuželk (Slika 2). Predstavniki so se prilagodili na različna življenska okolja in izkoriščanje različnih virov hrane (plenilci, zajedalci). Veliko med njimi jih je s stališča človeka škodljivcev (npr. posteljna stenica, ki pije človeško kri).

Skupna značilnost stenic je plosko telo s krili in dobro razvitimi sestavljenimi očmi. Prepoznamo jih tudi po šivanki podobnem sesalu oziroma bodalu, s katerim se stenice prehranjujejo. Bodalo ima dva kanala: z enim žival hrano sesa, z drugim pa izloča slino s prebavnimi encimi (Sket B. s sod., 2003).



Slika 5: *Marmorirana stenica* – zunanja zgradba (<http://cora-agrohomeopathie.com/blog/2019/07/12/naravni-stop-marmorirana-smrdljivka/>)

Za stenice je značilna nepopolna preobrazba brez stadija bube. Ličinke pa so po obarvanosti in velikosti lahko zelo različne od odrasle živali. Samice odlagajo jajčeca na rastlino ali tkivo, odvisno, s katerim virom hrane se prehranjuje ličinka. Izglede ličinke se pogosto zbirajo v gruče, kar jim daje večjo varnost, hkrati pa na gostitelju povzročijo večjo škodo. Rastejo z levitvami, po vsaki so bolj podobne odrasli živali.

Spolna partnerja se najmeta z izločanjem spolnih feromonov ali s komunikacijskim vibriranjem. Stenice pozimi mirujejo – največkrat kot jajčeca ali odrasle živali.

Stenice so dolgo časa obravnavali kot samostojen red in so bile šele pred kratkim uvrščene med polkrilce. Zato njihova klasifikacija še ni natančna. Skupne pa naj bi jim bile smradne žleze – splošno jim ljudje rečejo smrdljivci. Pojavile pa naj bi se že v začetku triasa in so tako med najstarejšimi živečimi skupinami žuželk.

V Sloveniji naj bi jih bilo približno 600 različnih vrst, vendar se število vsako leto viša (Sket B. s sod., 2003).

Stenice se delijo na družine:

- usnjate stenice (*Coreidae*),
- vitezovke (*Lygaeidae*),
- paličaste stenice (*Berytidae*),
- skorjaste stenice (*Aradidae*),
- mrežaste stenice (*Tingidae*),
- šuštarji (*Pyrrhocoridae*),
- roparske stenice (*Reduviidae*),
- zajedalske stenice (*Cimicidae*),
- travniške stenice (*Miridae*),
- vodne stenice,
- škržati ... (Klots B. s sod., 1970)

2.2. Mrežaste stenice (roparske stenice)

Mrežaste stenice (*Tingidae*) so družina stenic, za katere je značilno čipkasto omrežje žil na sprednjih krilih, prvem členu oprsja in pri nekaterih tudi na drugih delih telesa (Slika 3). Mednje spadajo tudi vrste, ki sicer nimajo omrežja, imajo pa drobne udrtine po površini zunanjega skeleta (eksoskelet) (<http://www2.pms-lj.si/heteroptera/corcil.htm>, 2020-2-27). Samice

odlagajo jajčeca pokonci v rastlinsko tkivo. Pokrije jih z izločkom, ki se hitro strdi, in tako še dodatno zaščiti jajčeca. To opazimo kot stožčaste izboklinice na rastlinah (Klots B. s sod., 1970).

Predstavniki merijo od 2 do 5 milimetrov in so po večini rastlinojedi. Določene vrste se prehranjujejo navadno z eno rastlinsko vrsto ali družino. Z značilnim sesalom srkajo sok iz listnih žil. Najdemo jih na spodnji strani listov. Če se pretirano namnožijo, se razmeroma hitro lahko prilagodijo tudi na drugo rastlinsko vrsto. Zaradi tega predstavljajo velik ekološki problem, saj lahko povzročajo veliko škode (propadanje listov – rastlina ni dovolj fotosintetsko aktivna za lastne potrebe) in posledično odmiranje rastlinske vrste (<http://www2.pms-lj.si/heteroptera/corcil.htm>, 2020-2-27).



Slika 6: Hrastova mrežasta stenica (<http://macva.info/ujeda-najezda-hrastove-mrezaste-stenice/>)

2.3. Platanova čipkarka (*Corythucha ciliata* Say)

Platanovo čipkarko uvrščamo v družino mrežastih stenic in red stenic (Tabela 1). Doma je v Severni Ameriki, v Evropi so jo prvič odkrili v Italiji v Padovi leta 1964. Menijo, da so jo iz Amerike zanesli v Evropo preko пристanišča Genova na ladjah z živili, od koder se je širila približno 70 km/leto (Jurc M., 2000; Meško A., 2011). Pri nas so platanovo čipkarko prvič opazili leta 1975 (<https://www.tujerodne-vrste.info/vrste/platanova-cipkarka/>, 2020-2-2). V Ameriki je platanova čipkarka razširjena v arealu ameriške platane in na drugih gostiteljih, kot

so npr. jeseni (vrste rodu *Fraxinus*) ter na navadnem oreškarju (*Carya ovata*), pri nas se pojavlja na javorolistni platani (*P. x hispanica Münchh.*), ameriški platani (*Platanus occidentalis L.*), v manjši meri pa tudi na vzhodni platani (*P. orientalis L.*) (<https://www.ljubljana.si/sl/moja-ljubljana/varstvo-okolja/skodljivci-in-bolezni-na-drevju-v-mestih/platanova-cipkarka/>, 2020-2-2). O močnih poškodbah platan v Sloveniji so poročali v 80-ih letih prejšnjega stoletja. Danes je platanova čipkarka razširjena po vsej Sloveniji (Meško A., 2011), vendar intenzivnost poškodb upada – verjetno zaradi vpliva naravnih sovražnikov (<https://www.ljubljana.si/sl/moja-ljubljana/varstvo-okolja/skodljivci-in-bolezni-na-drevju-v-mestih/platanova-cipkarka/>, 2020-2-2).

Kraljestvo:	<i>Animalia</i> (živali)
Deblo:	<i>Arthropoda</i> (členonožci)
Razred:	<i>Insecta</i> (žuželke)
Red:	<i>Hemiptera</i> (polkrilci)
Podred:	<i>Heteroptera</i> (stenice)
Družina:	<i>Tingidae</i> (mrežaste stenice)
Rod:	<i>Corythucha</i> (čipkarke)
Vrsta:	<i>Corythucha ciliata</i> Say (platanova čipkarka)

Tabela 2: Znanstvena klasifikacija platanove čipkarke (https://sl.wikipedia.org/wiki/Platanova_%C4%8Dipkarka (2020-2-27)).

2.3.1 Telesne značilnosti platanove čipkarke

Odrasla platanova čipkarka je dolga manj kot 4 mm (Meško A., 2011). Telo ima dorziventralno sploščeno (<https://www.tujerodne-vrste.info/vrste/platanova-cipkarka/>, 2020-2-2). Platanovo čipkarko na hrbtni strani prekrivajo krila in izrastki oprsja, ki so izoblikovani kot nekakšna mreža ali čipke, okenca teh čipk pa so prekrita s tankimi steklastimi opnami (Gogala M., 1981). Ta mreža naj bi pomagala platanovi čipkarki pri širjenju z vetrom, saj se tako poveča površina njenega telesa (Maceljki M., 1999). V sredini vsakega krila je rjav zobec (<https://www.tujerodne-vrste.info/vrste/platanova-cipkarka/>). Na ovratniku ima mrežast

mehur hruškaste oblike, ki zakriva glavo. Ličinke (nimfe) so črno rjave in prekrte z bodicami (Meško A., 2011).

2.3.2 Življenjski cikel platanove čipkarke

Platanovo čipkarko najdemo v skupinah na spodnji strani listov platan, iz katerih sesa listni sok. Na spodnji strani listov je tudi mnogo temnih ličink in njihovih levov ter majhnih črnih pikic – iztrebkov platanovih čipkark. Prezimujejo odrasle platanove čipkarke pod lubjem dreves. Ker so platane v Evropi sajena drevesa, jih najdemo v urbanih območjih, v drevoredih, parkih in vrtovih (<https://www.tujerodne-vrste.info/vrste/platanova-cipkarka/>, 2020-2-2).

Ličinke in odrasli osebki iz listov sesajo rastlinske sokove, kar za platano predstavlja izgubo hranil, ki so raztopljeni v vodi, ter izgubo klorofila, zaradi česar prizadeti listi lisasto porumenijo – predvsem pri glavni listni žili in pri listnem peclju (Meško A., 2011; http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=Posveti/Kost_pla/izvlecki/Jurc1.asp 2020-2-2) –, ob večjih namnožitvah platanovih čipkark pa se listi posušijo in predčasno odpadejo. Platanove čipkarke se praviloma pojavljajo več let na istem drevesu, kar izčrpava drevo. Zaradi prezgodnjega odpadanja listov les jeseni ne dozori, drevesa so bolj občutljiva na pozebo, sušo in druge stresne dejavnike v okolju. Takšno drevje izgublja svojo poglavitno vlogo v urbanem okolju, to je blažitev vremenskih ekstremov, vezava ogljikovega dioksida in sproščanje kisika. Prizadeta je tudi estetska vloga drevja, ker le zdravo, vitalno drevje ugodno deluje na počutje ljudi (Meško A., 2011).

Platanova čipkarka roji konec aprila ali v začetku maja, v ugodnih vremenskih razmerah je aktivna do decembra (<https://www.ljubljana.si/sl/moja-ljubljana/varstvo-okolja/skodljivci-in-bolezni-na-drevju-v-mestih/platanova-cipkarka/>). Samice odlagajo jajčeca prve generacije na liste že po enem tednu rojenja, jajčeca druge generacije konec junija in v začetku julija, jajčeca tretje generacije pa v ugodnih vremenskih razmerah avgusta ali septembra. (Meško A., 2011; http://www.fitoinfo.si/index1.asp?ID=Posveti/Kost_pla/izvlecki/Jurc1.asp, 2020-2-2).

Po naselitvi novega okolja platanova čipkarka ni imela veliko naravnih sovražnikov. Zato in zaradi ugodnih ekoloških razmer se je množično razširila v srednji in južni Evropi. Predatorske

vrste platanove čipkarke so stenica rdeči nosan (*Rhynocoris iracundus* Poda.), bogomolke (*Mantis* sp.), žuželki *Nabis pseudoferus* (Remane) in *Aptus mirmicoides* (Costa) ter 21 predatorjev iz skupine členonožcev. V laboratorijskih razmerah vrsta *N. pseudoferus* poseša do 15 platanovih čipkark na dan. Paraziti jajčec platanove čipkarke so žuželke iz družin *Mymaridae* in *Anthocoridae*. Odrasle čipkarke med prezimovanjem lahko okužujejo virulentne glive *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii* in *Paecilomyces farinosus* (http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=Posveti/Kost_pla/izvlecki/Jurc1.asp, 2020-2-2).

2.4. Platanovke (*Platanaceae*)

Uvrstitev platanovk v sistem (Tabela 2).

Kraljestvo:	<i>Animalia</i> (rastline)
Deblo:	<i>Magnoliophyta</i> (kritosemenke)
Razred:	<i>Magnoliopsida</i> (dvokaličnice)
Red:	<i>Platanales</i> (platanovke)
Družina:	<i>Platanaceae</i> (platanovke)
Rod:	<i>Platanus</i> L. (platana)
Vrsta:	<i>Platanus x hispanica</i> Munchh. (javorolistna platana) <i>Platanus orientalis</i> L. (vzhodna platana) <i>Platanus occidentalis</i> L. (ameriška ali zahod platana)

Tabela 2: Znanstvena klasifikacija platanovk (https://sl.wikipedia.org/wiki/Vzhodna_platana (2020-2-27)).

Družina platanovk ima en sam rod, *Platanus* (platana), ki obsega od 6 do 8 vrst (Slika 4). Za vse je skupno značilno deblo: lubje se lušči vse leto v velikih zaplatah, ki puščajo pisane lise, od bele do sivo zelene barve (vojaško drevo). Globoko narezani listi jeseni odpadejo. Platane imajo kroglasta soplodja, ki visijo na golih vejah do naslednje pomladi. Pri zorenju se razvije na plodnicah puh, ki omogoča semenu, da ga veter raznaša daleč naokrog (lahko povzroča alergije). Cvetovi niso dvospolni: so moški z mnogo prašniki ali ženski s 4 brazdami (de Wit H.C.D., 1978).

Vzhodno platano (*P. orientalis* L.) najdemo v naravi od vzhodne Evrope do zahodne Azije, zahodno ali ameriško platano pa na jugu Združenih držav Amerike, katere listi so manj narezani in skupine plodov so ločeni. Njihova debla lahko dosežejo 4 metre v premer in 50 metrov v višino. Te platane zato pogosto sadijo in gojijo v parkih in dajejo senco tisočim kilometrom cest ter zagotavljajo ogromne količine kisika v gosto naseljenih in onesnaženih urbanih okoljih (Brus R., 2005).



Slika 4: Vzhodna platana (https://www.berlin.de/senuvk/natur_gruen/naturschutz/schutzgeb/index.shtml)

2.5. Problematika platanove čipkarke

V Severni Ameriki in v Italiji platanovo čipkarko štejejo za nevarnega škodljivca platan (Meško A., 2011). Namnožitvev platanove čipkarke v naslednjem letu lahko omejimo s sprotnim odstranjevanjem odpadlega listja platan v rastni dobi ter dnevnim grabljenjem in uničevanjem odpadlega listja jeseni. Mehanična redukcija platanove čipkarke se izvaja z lupljenjem odmrlih plasti lubja v novembru in s tem odstranjevanjem čipkark ter preprečevanjem prezimovanja

pod lubjem (http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=Posveti/Kost_pla/izvlecki/Jurc1.asp, 2020-2-28). Mehanično zatiranje platanove čipkarke se kombinira tudi s tretiranjem debel platan z insekticidi. Potekajo pa tudi raziskave, ki preizkušajo metode injiciranja sistemskih insekticidov v prevodne sisteme napadenih dreves. Raziskujejo tudi biotične metode zatiranja platanove čipkarke z uporabo njenih naravnih sovražnikov, kot na primer entomopatogenih nematod, plenilcev ličink in odraslih osebkov platanove čipkarke, kot so polonice in tenčičarice, ter patogenih gliv. Genetiki pa poskušajo vzgojiti na platanovo čipkarko odporne platane (Meško A., 2011).

2.5.1. Platanova čipkarka in človek

Drobne živalske vrste včasih zbudajo tudi neugodje pri ljudeh, posebej če se pojavljajo množično. Platanova čipkarka pa naj bi bila po mnenju etnomologinje Andreje Kavčič iz Gozdarskega inštituta Slovenija poleg napadanja platan sposobna tudi pikanja ljudi, saj naj bi bili tako kot platanova čipkarka kot tudi hrastova čipkarka sposobni pičiti človeka, vendar ni jasno, ali gre za obrambno reakcijo ali kaj drugega. Prav tako so neraziskani tudi morebitni vplivi na zdravje ljudi (Hadner Hvala S. 2019).

Platanova čipkarka je zelo krhek, a zanimiv predmet proučevanja, saj o njej še ne poznamo vsega potrebnega. V ta namen pa se izvajajo številne raziskave, katerih del je tudi ta raziskovalna naloga.

Med popisom smo uporabljali informacijski sistem Invazivke, ki deluje kot spletna in mobilna aplikacija (za operacijski sistem Android). Aplikacija omogoča hiter vnos podatkov, posredovanje fotografij, izvedenci pa lahko prek elektronske pošte stopijo v stik z opazovalcem, ki je posredoval podatek. Vse informacije smo zabeležili in vnesli v aplikacijo Invazivke in na delovni zemljevid.

Spraševali smo se, ali bomo težko našli platanovo čipkarko, saj je njena velikost 2–5 milimetrov. Vendar ko smo začeli s popisom, smo bili zgroženi nad množično napadenostjo platan v naši okolici. Za večji problem se je izkazalo iskanje nenapadene platane. Po nenapadene liste za nadaljnjo raziskavo smo morali iti v Vipavo.

3.1.2 Merjenje fotosintezne aktivnosti in vsebnosti klorofila

Med popisom smo na poškodovanih in nepoškodovanih listih merili tudi njihovo fotosintezno aktivnost. Pri tem smo uporabljali napravo FlourPen fp100 proizvajalca Photon Systems Instruments (Slika 6). Z napravo FluorPen fp100 smo izmerili vrednost QY, ki je merilo največje možne učinkovitosti fotosistema II, na katerem potekajo svetlobne reakcije fotosinteze. Vrednost QY je sorazmerna fotosintezi in jo zato lahko uporabimo za oceno fotosintezne aktivnosti v listu.



Slika 6: FluorPen fp100 PSI (http://www.vtpup.cz/common/manual/PrF_biofyz_PSI_FluorPenFP100_manual_EN.pdf)

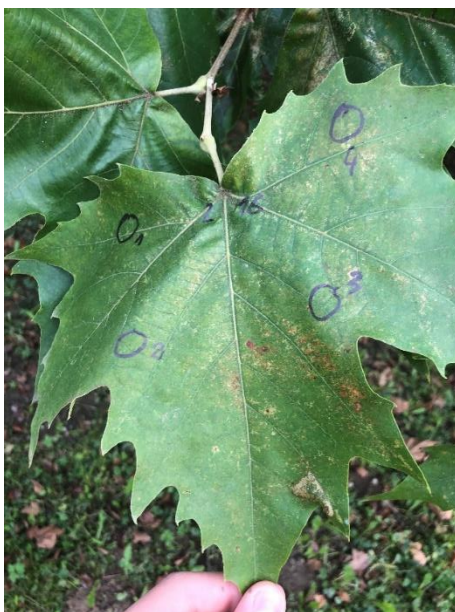
Vsebnost fotosinteznih pigmentov v listu smo merili z napravo SPAD-502 proizvajalca Minolta (Slika 7). Z napravo SPAD-502 smo izmerili vrednost SPAD. Naprava SPAD-502 vsebuje dva vira

svetlobe (valovne dolžine 650 nm in 940 nm) in detektor, ki meri prepustnost svetlobe skozi list. Izmerjene vrednosti SPAD so ocena vsebnosti klorofila.



Slika 7: Klorofilometer SPAD Minolta (https://www.alibaba.com/product-detail/Chlorophyll-Meter-SPAD-502_105690442.html)

Fotosintezno aktivnost in vsebnost klorofila smo izmerili na 101 listu (6 platan), kjer smo vsako meritev ponovil 4-krat (Slika 8). Na 156 listih (26 platan) smo opravili po 1-kratno meritev. Liste smo nato sistematično razdelili na poškodovane, delno poškodovane in nepoškodovane ter postarane liste.



Slika 8: Označena mesta na listu za merjenje fotosintezne aktivnosti

NOVAK, Jon, SENICA, Ela. Platanova čipkarka napada: raziskovalna naloga
Ljubljana, OŠ Ledina, 2020

Dve od šestih platan, na katerih smo merili fotosintezno aktivnost in vsebnost klorofila, raste v Ljubljani v Biološkem središču (Slika 9), štiri platane pa rastejo v Vipavi. Obe platani v Ljubljani sta bili napadeni s platanovo čipkarko. Ker smo v raziskovalno nalogo želeli kot kontrolo vključiti tudi nenapadene platane, smo izbrali še štiri platane v Vipavi (Slika 10), od tega eno napadeno in tri ne napadene.



Slika 9: *Platana v Ljubljani v Biološkem središču*



Slika 10: *Platane v Vipavi*

3.1.3 Vzorčenje listov platan in platanovih čipkark

Med terenskim popisom smo nabrali 16 listov napadene platane, ki raste v Biološkem središču v Ljubljani, 20 listov napadene platane iz Vipave ter 16 listov iz nenapadenih platan iz Vipave. Pri postopku vzorčenja smo nabrali tudi platanove čipkarke (Slika 11) v različnih razvojnih stadijih. Del platanovih čipkark smo do priprave preparatov shranili v 70-odstotnem etanolu, del pa v zamrzovalniku pri - 20 °C.



Slika 11: Kolonija platanovih čipkark na platani v Biološkem središču v Ljubljani

3.2. Eksperimentalni del

3.2.1 Izdelava preparatov platanovih čipkark

Trajne preparate smo pripravili iz platanovih čipkark, ki smo jih vzorčili na terenu. Preparate smo naredili na dva načina: pri prvem smo uporabili platanove čipkarke, potopljene v 70-odstotni etanol, pri drugem pa zmrznjene platanove čipkarke. Čipkarke iz etanola smo potopili v Ultra Clear, to je bistrilno sredstvo, ki izpodrine etanol in se meša z Ultra Kittom. V Ultra

Clearu smo jih pustili 10 minut. Nato smo čipkarke ali dele čipkark namestili na objektno steklo z vdolbino, dodali Ultra Kitt, ki ima enako lomni količnik kot steklo. Po končanem postopku smo morali počakati teden dni, da se je Ultra Kitt strdil. Nato smo trajne preparate slikali skozi svetlobni mikroskop.

3.2.2 Merjenje površine poškodovanosti lista

Oceno poškodovanosti nabranih listov smo odčitali z optičnim čitalnikom. Za merilo smo na sliki izbrali kvadrat velikosti 1 cm². Slike smo analizirali z računalniškim programom ImageJ (Slika 12). Najprej smo izmerili celotno listno površino vsakega lista, nato pa še površino poškodovanega dela. Iz razmerja med površino poškodovanega dela lista in celotno površino lista smo izračunali, kakšen delež lista je bil poškodovan.



Slika 12: Primer optično odčitane lista pred analizo z računalniškim programom ImageJ

3.2.3 Priprava mikroskopskih preparatov prečnega prereza listov platan

Po razvrstitvi listov smo pripravili sveže mikroskopske preparate prečnega prereza listov (Slika 13). Tako smo lahko videli povečano sliko poškodovanosti stebričastega in gobastega tkiva, ki v listu opravljata največji del fotosinteze.



Slika 13: Pripravljene preparate prečnega prereza listov platane

3.2.4 Merjenje mase, ekstrakcija in merjenje vsebnosti klorofila

Laboratorijska oprema:	Kemikalije:
čaše	destilirana voda
puhalka	etanol 98 %
terilnica	
lij	
filtrirni papir	
kapalke	
posodice za shranjevanje	

Tabela 3: Pripomočki za opravljanje eksperimentalnega dela

Iz vzorčnih listov smo izrezali določeno površino lista za nadaljnje eksperimentalno delo. Te površine smo najprej stehali in rezultate zapisali v raziskovalni dnevnik. Nato pa smo jih narezali in strli v terilnici. Listom smo nato dodali 5 mililitrov etanola, ki povzroči ekstrakcijo klorofila. Raztopino smo filtrirali skozi filtrirni papir. Ekstrahiran klorofil smo vnesli v napravo Spectrophotometer ND-1000, produkt podjetja NanoDrop, s pomočjo katere smo odčitali absorbcijo ekstrakta, ki je sorazmerna vsebnosti klorofila v ekstraktu (Slika 14).



Slika 14: Postopek ekstrakcije klorofila in spektrofotometer NanoDrop

3.2.5 Statistična obdelava podatkov

Zbrane podatke smo statistično obdelali s pomočjo računalniškega programa Excel.

Izračunali smo povprečno vrednost, ki je vsota vseh meritev, deljena s številom meritev.

Izračunali smo tudi interval zaupanja, ki nam pove razpon, v katerem pričakujemo 95 % vseh meritev. Izračunali smo ga tako, da smo v programu Excel uporabili funkcijo STDEV, rezultat katere smo delili s korenem števila vzorcev in množili z 1,96.

S funkcijo TTEST smo v programu Excel izračunali vrednost p , ki nam pove, s kakšnim tveganjem lahko trdimo, da se meritve na napadenih in nenapadenih platanah med seboj razlikujejo, oziroma z drugimi besedami: čim nižja je vrednost p , tem bolj gotovi smo lahko, da je napad platanove čipkarke vplival na merjeno količino.

V programu Excel smo narisali tudi regresijsko premico, ki je črta, ki leži tako, da so podatki od nje čim manj odmaknjeni.

4. REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1. Napadenost platan s platanovo čipkarko

Ugotovili smo, da je platana zelo pogosta v naši okolici. V središču mesta smo našli in pregledali kar 94 dreves platan. Vsa drevesa so bila napadena. Napadenost smo razvrstili v dve različni stopnji:

- napadeni samo listi, pod lubjem ni čipkark,
- napadeni listi, kolonije čipkark tudi na deblu in pod lubjem.

V središču mesta smo pregledali sledeča drevesa:

- 5 platan na Prešernovem trgu ob Emporiumu (na deblu čipkark ni bilo, listi so bili pogrizeni),
- 6 platan pri Tromostovju ob kavarni na prostem (na deblu ni bilo čipkark, listi so bili pogrizeni),
- 9 platan na Hribarjevem nabrežju (na deblu čipkark ni bilo, listi so bili pogrizeni),
- 7 platan ob brvi čez Ljubljanico (na deblu čipkark ni bilo, listi so bili pogrizeni),
- 3 platane na Novem trgu (na deblu čipkark ni bilo, listi so bili pogrizeni, domnevno so bile prisotne ličinke na listih),
- 1 platana ob Napoleonovem spomeniku (čipkarke so bile pod lubjem, kolonija ni bila velika, listi so bili pogrizeni),
- 1 platana pri Pizzeri Foculus (čipkarke so bile pod lubjem, kolonija ni bila velika, listi so bili pogrizeni),
- 1 platana pri Cankarjevem domu na Erjavčevi cesti (napadena, čipkarke so bile pod lubjem, malo večja kolonija, listi so bili pogrizeni),
- 3 platane ob podhodu pri Maximarketu (vse 3 okužene, čipkarke pod lubjem, malo večja kolonija, listi so bili pogrizeni),
- 3 platane pri stavbi tehničnega sektorja Državnega zbora (1 od treh na deblu ni imela čipkark, ostali dve sta jih imeli malo, listi so bili pogrizeni),

NOVAK, Jon, SENICA, Ela. Platanova čipkarka napada: raziskovalna naloga
Ljubljana, OŠ Ledina, 2020

- 1 platana na Muzejskem trgu (napadena, čipkarke so bile pod lubjem, kolonija ni bila velika, listi so bili pogrizeni),
- 4 platane pri Interšportu (vse 4 okužene, čipkarke na deblu, večja kolonija, listi so bili pogrizeni),
- 50 platan na Kongresnem trgu (na vseh deblih platan so bile čipkarke, razen na dveh v skrajnem kotu in na eni, ki ni imela dovolj lubja za odstraniti, velika kolonija, listi so bili pogrizeni).

Če povzamemo:

- pri 24 drevesih so bili napadeni samo listi, pod lubjem ni bilo čipkark,
- pri 70 drevesih so bili napadeni listi, kolonije čipkark pa so bile tudi na deblu in pod lubjem (Tabela 4).

Pri drevesih, ki so imela čipkarke tudi pod lubjem, smo določili velikost kolonije glede na število najdenih čipkark:

- pri 3 drevesih kolonija ni bila velika (manj kot 50 čipkark na dm^2 lubja),
- pri 10 drevesih je bila kolonija malo večja (med 50 in 200 čipkark na dm^2 lubja),
- pri 47 drevesih pa je bila kolonija velika (več kot 200 čipkark na dm^2 lubja).

Ugotovili smo, da so bile prisotne večje kolonije na platanah, ki stojijo na Kongresnem trgu, majhne kolonije pa pri posameznih mlajših drevesih. Predvidevamo, da so mlajša drevesa bolj odporna. Poleg tega so mlajša drevesa manj časa izpostavljena dejavnikom okolja in se zato morda na njih še niso uspele naseliti večje kolonije. Pa tudi posamezna drevesa so manj ogrožena od tistih, ki stojijo v velikih skupinah, saj so bolj oddaljena od drugih kolonij čipkark.

Obseg napadenosti platan	Število dreves
Napadeni samo listi	24
Napadeni listi pod lubjem čipkarke	70

Tabela 4: Število platan v posamezni stopnji napadenosti.

Velikost kolonije čipkark	Število dreves
Majhna kolonija (manj kot 50 čipkark na dm ² lubja)	3
Večja kolonija (med 50 in 200 čipkark na dm ² lubja)	10
Velika kolonija (več kot 200 čipkark na dm ² lubja)	47

Tabela 5: Število platan z različno velikimi kolonijami platanovih čipkark.

4.2. Platanova čipkarka pod mikroskopom

Pri opazovanju trajnih preparatov platanovih čipkark pod svetlobnim mikroskopom smo platanove čipkarke lahko videli v drugačni luči, kot smo jih videli s prostim očesom pri popisu napadenosti platan. Krila platanovih čipkark, ki so s prostim očesom videti bela, so povečana pod mikroskopom popolnoma prosojna. Zgrajena so iz tršega ogrodja, ki ga prekriva prosojna opna. Na krilih so vidni tudi zobci (izrastki). Vzorci ogrodja so zelo lepi in zanimivi in res so podobni čipkam, po katerih je platanova čipkarka dobila ime (Slika 15).

Presenetilo pa nas je dejstvo, da vzorca na levem in desnem krilu nista simetrična.

Pričakovali smo, da se vzorci na krilih med osebki nekoliko razlikujejo. Pričakovali pa smo, da ima isti osebek na obeh krilih enak, le zrcalen vzorec, kar pa se je izkazalo, da ne drži (Slika 16). Presenetilo nas je tudi, da imajo ličinke več daljših izrastkov kot odrasle živali (Slika 17).



Slika 15: Trajni preparat krila platanove čipkarke pod svetlobnim mikroskopom.



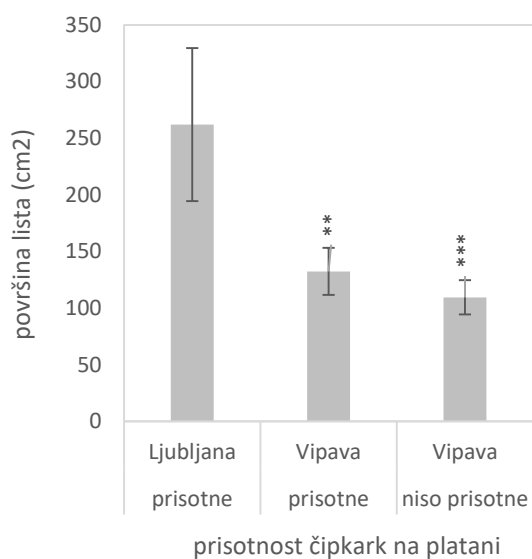
Slika 16: Trajni preparat odrasle platanove čipkarke pod svetlovnim mikroskopom



Slika 17: Trajni preparat ličink platanove čipkarke pod svetlovnim mikroskopom

4.3. Poškodovanost listov platan zaradi platanove čipkarke

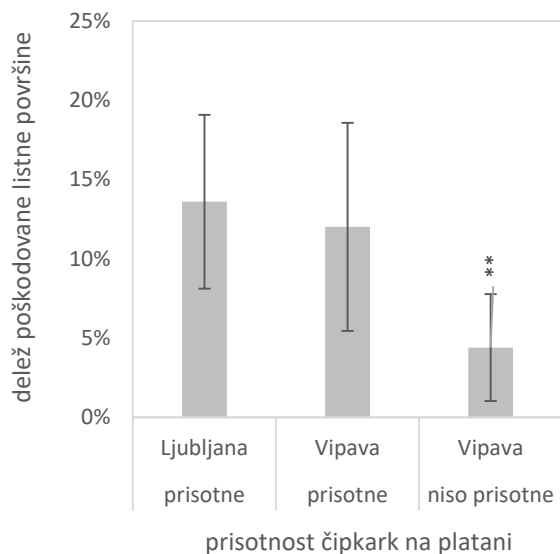
Platani, na katerih smo vzorčili liste v Ljubljani, sta bili večji in starejši (Slika 9) od platan, na katerih smo vzorčili liste v Vipavi (Slika 10). Posledično so se tudi listi, nabrani na platani v Biološkem središču v Ljubljani, listi, nabrani na s platanovo čipkarko napadeni platani v Vipavi, in listi, nabrani na nenapadenih platanah v Vipavi, razlikovali po velikosti (Graf 1). Listi, nabrani v Ljubljani, so bili bistveno večji od listov, nabranih v Vipavi.



Graf 1: Površina listov, nabranih v Ljubljani in Vipavi, izmerjena z računalniškim programom ImageJ po optičnem odčitavanju listov platan. Prikazana je povprečna vrednost in interval zaupanja. Stopnja statistično značilnih razlik je izračunana med listi, nabranimi v Ljubljani, in listi, nabranimi v Vipavi (** $p < 1\%$, *** $p < 0,1\%$).

Analiza optično odčitanih listov platan z računalniškim programom ImageJ je pokazala, da je bilo na listih, nabranih na s platanovo čipkarko napadeni platani v Biološkem središču v Ljubljani, v povprečju poškodovane 14 % listne površine, na listih, nabranih na s platanovo čipkarko napadeni platani v Vipavi, je bilo poškodovane 12 % listne površine, na listih nenapadene platane iz Vipave pa 4 % listne površine (Graf 2).

NOVAK, Jon, SENICA, Ela. Platanova čipkarka napada: raziskovalna naloga
Ljubljana, OŠ Ledina, 2020



Graf 2: Delež poškodovane površine listov, nabranih v Ljubljani in Vipavi, napadenih in ne napadenih s platanovo čipkarko. Prikazana je povprečna vrednost in interval zaupanja. Stopnja statistično značilnih razlik je izračunana med listi, nabranimi v Ljubljani, in listi, nabranimi v Vipavi (** $p < 1\%$).

Delež poškodovane listne površine je bil med posameznimi listi na istem drevesu zelo različen in se je gibal med 2 % in 33 % poškodovane površine pri napadeni platani iz Ljubljane, med 0 % in 44 % pri napadeni platani iz Vipave ter med 0 % in 27 % pri nenapadeni platani iz Vipave (Slika 18).

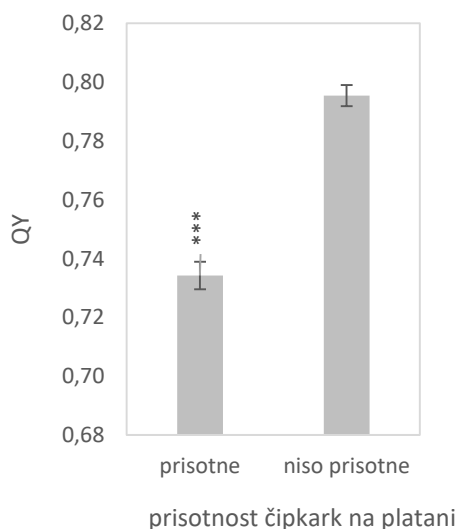


Slika 18: Stopnje poškodovanosti listov platan. Od leve proti desni si sledijo: nepoškodovan list, malo poškodovan list, zelo poškodovan list in postaran list.

4.4. Fotosintezna aktivnost listov platane

Rezultati meritev fotosintezne aktivnosti so bili v skladu z našo hipotezo, saj je bila fotosintezna aktivnost listov platan, ki so bile napadene s platanovo čipkarko, manjša ($p < 0,1$ %) od fotosintezne aktivnosti listov platan, ki niso bile napadene s platanovo čipkarko.

Izmerjene vrednosti QY na listih platan, ki niso bile napadene, so bile blizu vrednosti 0,82, ki pri večini rastlinskih vrst velja za največjo možno fotosintezna aktivnost, medtem ko so bile vrednosti, izmerjene na listih napadenih platan, precej nižje, kar kaže na negativen vpliv platanove čipkarke na platane (Graf 3).

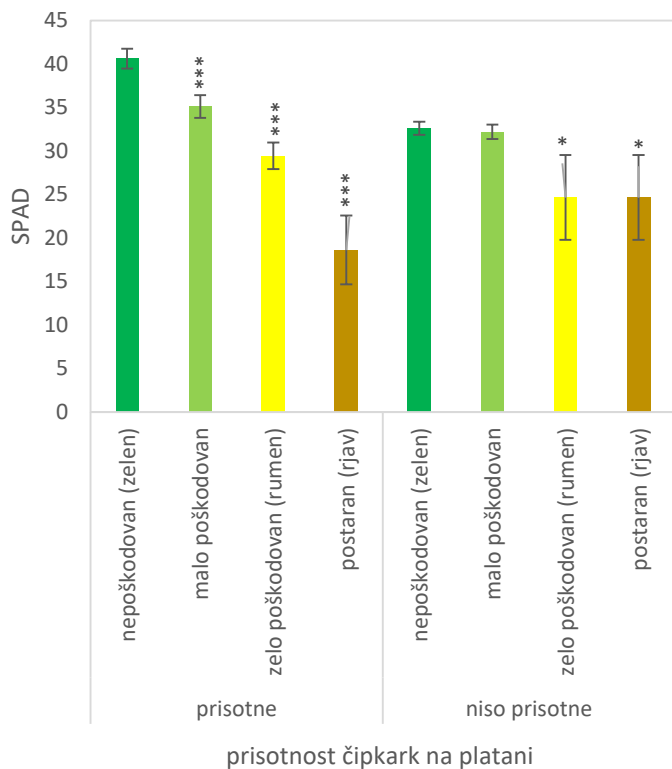


Graf 3: Ocena fotosintezne aktivnosti listov platan (QY), napadenih s platanovo čipkarko in nenapadenih platan. Graf zajema vse opravljene meritve fotosintezne aktivnosti v Ljubljani in Vipavi. Prikazana je povprečna vrednost in interval zaupanja. Stopnja statistično značilnih razlik je izračunana med listi, nabranimi na platanah, ki so bile napadene s platanovo čipkarko, in listi, nabranimi na platanah, ki niso bile napadene s platanovo čipkarko (***) $p < 0,1$ %).

4.5. Vsebnosti klorofila v listih platan ocenjena s SPAD

Proti našim pričakovanjem pa vsebnost klorofila v listih napadenih platan, ki smo jo ocenili z merjenjem vrednosti SPAD, ni bila nižja od vsebnosti klorofila v listih nenapadenih platan.

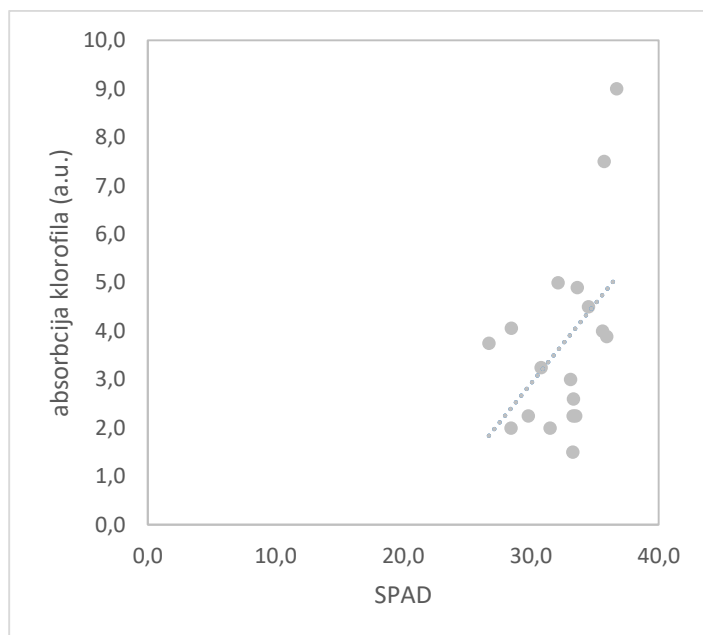
Smo pa v skladu s pričakovanji tako pri napadenih kot tudi pri nenapadenih platanah zaznali nižjo vsebnost klorofila v poškodovanih in postaranih listih v primerjavi z nepoškodovanimi listi (pri napadenih platanah $p < 0,1$ %, pri ne napadenih platanah $p < 5$ %). Bolj kot je bil list poškodovan ali rjav, nižja je bila vsebnost klorofila (Graf 4).



Graf 4: Ocena vsebnosti klorofila (SPAD) v nepoškodovanih, malo poškodovanih, zelo poškodovanih in postaranih listih s platanovo čipkarko napadenih in nenapadenih platan. Prikazana je povprečna vrednost in interval zaupanja. Stopnja statistično značilnih razlik je izračunana med nepoškodovanimi in poškodovanimi listi, ločeno za platane, na katerih so bile platanove čipkarke prisotne, in za platane brez platanovih čipkark (* $p < 5$ %, *** $p < 0,1$ %).

4.6. Vsebnost klorofila v listih, določena z merjenjem absorpcije ekstrakta

Vsebnost klorofila smo poleg ocene z merjenjem SPAD določili še z merjenjem absorpcije v alkoholnih ekstraktih klorofila. Obe metodi smo med seboj primerjali tako, da smo meritve obeh metod vnesli v skupen graf. Regresijska premica pod kotom približno 45° nakazuje, da smo z obema metodama dobili podobne rezultate (Graf 5).



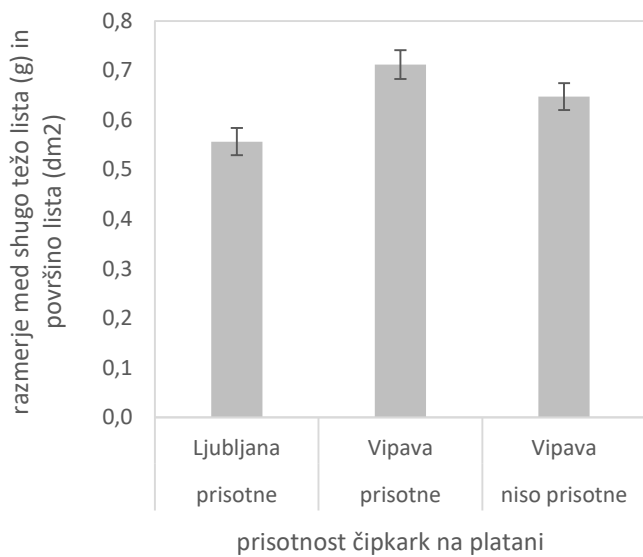
Graf 5: Korelacija med absorbcijo klorofila, preračunana na enoto površine, in oceno vsebnosti klorofila (SPAD).

4.7. Prečni prerezi listov

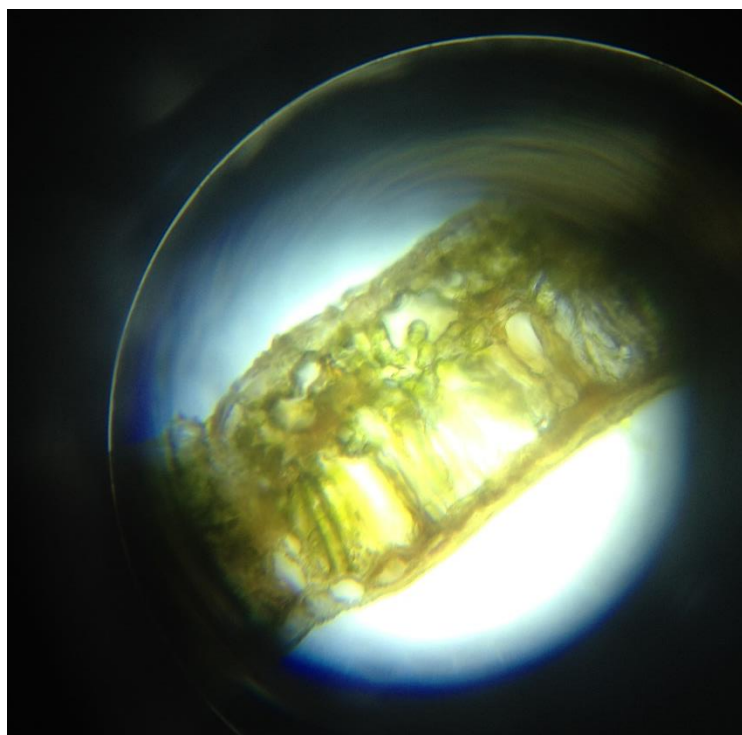
Ker je ocena vsebnosti klorofila (SPAD) odvisna od debeline lista, nas je zanimala še debelina listov. Debelino listov smo ocenili na tri načine:

- z računanjem razmerja med suho težo in površino listov (Graf 6),
- s tehtanjem sveže teže enakih površin lista,
- z opazovanjem svežih preparatov prečnih prerezov lista (Slika 19).

Z nobenim od navedenih načinov nismo zaznali razlik v debelini listov, nabranih na napadenih in nenapadenih platanah, niti v debelini listov platan, ki so rasle v Ljubljani in Vipavi.



Graf 6: Razmerje med težo in površino listov, nabranih v Ljubljani in Vipavi na platanah, napadenih s platanovo čipkarko, in na platanah, na katerih platanove čipkarke niso prisotne. Prikazana je povprečna vrednost in interval zaupanja.



Slika 19: Svež preparat prečnega prereza poškodovanega platanovega lista pod svetlobnim mikroskopom pri 100-kratni povečavi.

5. ZAKLJUČKI

Ugotovili smo, da je platan zelo pogosto drevo v naši okolici. V središču mesta Ljubljana smo našli in pregledali 94 dreves platan. Vsa drevesa so bila napadena s platanovo čipkarko, pri čemer pa je bila stopnja napadenosti lahko različna: napadeni so bili lahko samo listi, pod lubjem pa čipkark ni bilo, ali pa smo poleg napadenih listov našli kolonije platanovih čipkark tudi na deblu in pod lubjem. Najdene kolonije so se razlikovale po velikosti glede na število najdenih platanovih čipkark.

Pri opazovanju trajnih preparatov platanovih čipkark pod svetlobnim mikroskopom smo ugotovili, da vzorca na levem in desnem krilu nista bila popolnoma zrcalna in simetrična. Opazili smo tudi, da imajo ličinke več daljših izrastkov kot odrasle živali.

Ugotovili smo, da platanova čipkarka s sesanjem na listih povzroča škodo. Listi s platan, ki so napadene s platanovo čipkarko, imajo v povprečju od 12 do 14 % listne površine, listi z nenapadenih platan pa imajo v povprečju poškodovane 4 % listne površine. Delež poškodovane listne površine pa je med posameznimi listi na istem drevesu lahko zelo različen.

Izmerili smo, da je fotosintezna aktivnost listov platan, ki so napadene s platanovo čipkarko, manjša od fotosintezne aktivnosti listov platan, ki niso napadene s platanovo čipkarko.

Vsebnost klorofila pa je nižja v poškodovanih in postaranih listih v primerjavi z nepoškodovanimi listi. Bolj kot je list poškodovan ali rjav, nižja je vsebnost klorofila.

Glede na dobljene rezultate smo potrdili tri zastavljene hipoteze:

- Več kot polovica platan na izbranem območju je napadena s platanovo čipkarko.
- Fotosintezna aktivnost napadenega lista je manjša od fotosintezne aktivnosti nenapadenega lista platane.
- Vsebnost klorofila v poškodovanem listu je manjša kot v nepoškodovanem listu.

Eno zastavljeno hipotezo pa smo ovrgli:

- Vsebnost klorofila v napadenem listu je manjša kot v nenapadenem listu.

6. VIRI IN LITERATURA

6.1. Literatura

1. Brus R. 2005. Dendrologija za gozdarje. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo.
2. De Wit. H. C. D. 1978. Rastlinski svet 1, semenovke. Mladinska knjiga. Ljubljana, 158.
3. Gogala M., Platanina čipkarica, uvožena škodljivka platan. Proteus 44: 332–334.
4. Hadner Hvala S. 2019. Zoprne stenice, ki grizejo ljudi, se iz Hrvaške selijo v Slovenijo.
5. Klots B. A. in Klots B. E. 1970. Žuželke. Mladinska knjiga. Ljubljana, 76–100.
6. Kutinar L., Marinšek A., Kus Veenvliet J., Jurc D., Ogris N., Kavčič A., De Groot M., Flajšman K., Veenvliet P. 2017. Terenski priročnik za prepoznavanje tujerodnih vrst v gozdovih. Ljubljana: Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije, 171.
7. Maceljki M. 1999. Poljoprivredna entomologija. Čakovec, Zrinski: 465
8. Meško A. 2011. Laboratorijsko preizkušanje učinkovitosti izbranih snovi za zatiranje platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* [Say], Heteroptera, Tingidae). Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo.
9. Sket B. s sod. 2003. Živalstvo Slovenije. Tehniška založba Slovenije. Ljubljana, 664.

6.2. Viri

1. <http://cora-agrohomeopathie.com/blog/2019/07/12/naravni-stop-marmorirana-smrdljivka/>
2. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Stenice>
3. <https://www.zdravgozd.si/prirocnik/slika.aspx?idlika=40653316-df81-497b-9b26-19b713877904>
<https://www.zurnal24.si/zdravje/zoprne-stenice-ki-grizejo-ljudi-se-iz-hrvaske-selijo-v-slovenijo-334310> - www.zurnal24.si (2. 2. 2020)

4. Jurc M. 2000. Biologija, ekologija ter zatiranje platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* Say) <https://www.tujerodne-vrste.info/vrste/platanova-cipkarka/> (2. 2. 2020)
5. Jurc M. 2000. Biologija, ekologija ter zatiranje platanove čipkarke (*Corythucha ciliata* [Say]). Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo. Fito-info. http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=Posveti/Kost_pla/izvlecki/Jurc1.asp (2. 2. 2020)
6. Mestna občina Ljubljana. Moja Ljubljana Varstvo okolja Škodljivci in bolezni na drevju v mestih Platanova čipkarka. <https://www.ljubljana.si/sl/moja-ljubljana/varstvo-okolja/skodljivci-in-bolezni-na-drevju-v-mestih/platanova-cipkarka/> (2. 2. 2020)
7. <http://www2.pms-lj.si/heteroptera/corcil.htm>, 2020-2-27
8. https://www.berlin.de/senuvk/natur_gruen/naturschutz/schutzgeb/index.shtml
9. http://www.vtpup.cz/common/manual/PrF_biofyz_PSI_FluorPenFP100_manual_EN.pdf
10. https://www.alibaba.com/product-detail/Chlorophyll-Meter-SPAD-502_105690442.html
11. https://sl.wikipedia.org/wiki/Platanova_%C4%8Dipkarka
12. https://sl.wikipedia.org/wiki/Vzhodna_platana

7. ZAHVALA

Za spodbude, pomoč in navdušenje se najlepše zahvaljujema svoji mentorici Joni Šušteršič, profesorici kemije in biologije.

Za prvi stik s platanovimi čipkarkami in seznanitev z aplikacijo Invazivke se zahvaljujema Simonu Zidarju in dr. Maartenu de Grootu z Gozdarskega inštituta Slovenije.

Za seznanitev z ukrepi in odstranjevanjem invazivk v Sloveniji se zahvaljujema Doroteji Fon z Ministrstva za okolje in prostor.

Za teoretične osnove in nasvete pri merjenju fotosintezne aktivnosti in vsebnosti klorofila se zahvaljujema prof. dr. Dominiku Vodniku iz Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Za pomoč pri pripravi trajnih preparatov platanovih čipkark in mikroskopiranju pa se najlepše zahvaljujema doc. dr. Nadi Žnidaršič in dr. Poloni Mrak z Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.