

# Utjecaj napada gusjenica kestenovog moljca minera na asimilacijski potencijal divljeg kestena

---

Jerić, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:324757>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-06**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**UTJECAJ NAPADA GUSJENICA KESTENOVOG MOLJCA  
MINERA NA ASIMILACIJSKI POTENCIJAL DIVLJEG  
KESTENA**

DIPLOMSKI RAD

Ivan Jerić

Zagreb, rujan, 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Fitomedicina

**UTJECAJ NAPADA GUSJENICA KESTENOVOG MOLJCA  
MINERA NA ASIMILACIJSKI POTENCIJAL DIVLJEG  
KESTENA**

DIPLOMSKI RAD

Ivan Jerić

Mentor:

Prof. dr. sc. Aleksandar Mešić

Zagreb, rujan, 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Ivan Jerić**, JMBAG 0125153767, rođen 02.11.1994. u Zadru, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

**UTJECAJ NAPADA GUSJENICA KESTENOVOG MOLJCA MINERA NA ASIMILACIJSKI  
POTENCIJAL DIVLJEG KESTENA**

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studenta*

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZVJEŠĆE**

**O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA**

Diplomski rad studenta **Ivan Jerić**, JMBAG 0125153767, naslova

**UTJECAJ NAPADA GUSJENICA KESTENOVOG MOLJCA MINERA NA ASIMILACIJSKI  
POTENCIJAL DIVLJEG KESTENA**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. prof. dr. sc. Aleksandar Mešić, mentor

\_\_\_\_\_

2. izv. prof. dr. sc. Ivan Juran, član

\_\_\_\_\_

3. prof. dr. sc. Tatjana Prebeg, član

\_\_\_\_\_

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1.    Hipoteza i cilj rada .....	1
2. Pregled literature .....	2
2.1.    Divlji kesten ( <i>Aesculus hippocastanum</i> L.) .....	2
2.1.1. Morfologija divljeg kestena .....	3
2.1.2. Korisna svojstva divljeg kestena .....	5
2.1.3. Uzgoj divljeg kestena.....	6
2.2.    Kestenov moljac miner ( <i>Cameraria ohridella</i> Deschka i Dimić 1986) .....	6
2.2.1. Rasprostranjenost i značaj kestenovog moljca minera .....	7
2.2.3. Biologija i ekologija kestenovog moljca minera .....	9
2.2.4. Suzbijanje kestenovog moljca minera .....	11
2.3.    Utjecaj napada gusjenice moljca minera na asimilacijski potencijal lista divljeg kestena	11
3. Materijali i metode .....	13
3.1.    Obrada fotografija .....	14
4. Rezultati i rasprava .....	16
5. Zaključci.....	19
6. Popis literature .....	20
6.1.    Popis korištenih izvora - poveznica .....	21
Životopis .....	23

# Sažetak

Diplomskog rada studenta **Ivan Jerić**, naslova

## **UTJECAJ NAPADA GUSJENICA KESTENOVOG MOLJCA MINERA NA ASIMILACIJSKI POTENCIJAL DIVLJEG KESTENA**

Divlji kesten (*Aesculus hippocastanum* L.) je listopadna drvenasta biljka iz porodice Hippocastanaceae. Zbog svojih estetskih i gospodarskih karakteristika uzgaja se kao ukrasno drvo u urbanim sredinama, gradskim parkovima, ulicama i alejama kao soliter ili u skupinama, te u drvoredima. Divlji kesten nije samo ukrasno drvo, već je i važan bioindikator onečišćenog okoliša. Uloga zelenila u urbanim sredinama je višestruka: estetska, socijalna i ekološka. Stabla divljeg kestena doprinose pročišćivanju zraka, smanjenju buke, ravnoteži plinova u zraku, modificiranju temperaturnih ekstrema, te tako doprinose ublažavanju klimatskih promjena te povećavaju zelene površine gradova. Divlji kesten je domaćin nekoliko štetnih organizama. Njegov najvažniji štetnik je kestenov moljac miner (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić). Gusjenice kestenovog moljca minera se hrane parenhimskim stanicama mezofila lista. Ishranom se smanjuje količina fotosintetski aktivnog tkiva te tako dolazi do smanjenja asimilacijskog potencijala samog lista. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati koliko napad gusjenice moljca minera utječe na smanjenje asimilacijskog potencijala lista divljeg kestena. U svrhu istraživanja praćene su tri generacije štetnika. Napadnuto lišće uzorkovano je u tri roka. Prvo uzorkovanje obavljeno je početkom svibnja, drugo početkom lipnja i posljednje krajem lipnja. Po svakom uzorkovanju prikupljeno je po 50 napadnutih listova. Listovi su isti dan fotografirani. Fotografije su zatim obrađene u računalnom programu „Adobe Photoshop“. Rezultati istraživanja pokazuju da ishrana gusjenica kestenovog moljca minera utječe na smanjenje asimilacijskog potencijala lišća divljeg kestena. Postotak oštećenog tkiva lišća kretalo se u rasponu od 0,76 % do 10,36 %, a povećavalo se pojavom svake nove generacije štetnika.

**Ključne riječi:** divlji kesten, kestenov moljac miner, mine, asimilacijski potencijal

## Summary

Of the master's thesis – student **Ivan Jerić**, entitled

### **THE INFLUENCE OF THE ATTACK OF THE HORSE CHESTNUT LEAF MINER'S CATERPILLAR ON THE ASSIMILATION POTENTIAL OF WILD CHESTNUT**

Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) is a deciduous woody plant from family Hippocastanaceae. Due to its aesthetic and economic characteristics, it is grown as an ornamental tree in urban areas, city parks, streets and alleys as a solitaire or in groups, and in tree rows. Chestnut is not only an ornamental tree, but also an important bioindicator of polluted environment. The role of greenery in urban areas is multiple: aesthetic, social and ecological. Chestnut trees contribute to air purification, noise reduction, balance of gases in the air, modification of temperature extremes, thus contributing to mitigating climate change and increasing the green areas of cities. Horse chestnut hosts several harmful organisms. Its most important pest is the horse chestnut leaf miner moth (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić). The caterpillars of the chestnut miner moth feed on the parenchymal cells of the leaf mesophyll. Nutrition reduces the amount of photosynthetically active tissue, thus reducing the assimilation potential of the leaf itself. The aim of this research was to examine the extent to which the attack of the miner moth caterpillar affects the reduction of the assimilation potential of the horse chestnut leaf. For the purpose of research, three generations of pests were monitored. Attacked leaves were sampled in three periods. The first sampling was done at the beginning of May, the second at the beginning of June and the last at the end of June. For each sampling, 50 attacked leaves were collected. The leaves were then photographed on the same day. The photos were processed in the computer program "Adobe Photoshop". The research results show that the feeding of the caterpillars of the horse chestnut leaf miner moth affects the reduction of the assimilation potential of wild chestnut leaves. The reduction in the assimilation capacity of the leaves ranged from 0.76 % to 10.36 %, and increased with the appearance of each new generation of pest.

**Keywords:** horse chestnut, horse chestnut leaf miner, mines, assimilation potential



# 1. Uvod

Divlji kesten (*Aesculus hippocastanum* L.) je listopadna drvenasta biljka iz porodice Hippocastanaceae. U naše krajeve i ostali dio Europe došao je s turskim konjanicima. Drvo je kvalitetno i ekonomski isplativo. Plodovi divljeg kestena nisu jestivi zbog svog gorkog okusa, no od davnina su poznata njihova ljekovita svojstva. Stablo kestena ima intenzivan juvenilni rast u visinu te može živjeti i do 300 godina. Zbog svojih estetskih i gospodarskih karakteristika uzgaja se kao ukrasno drvo u urbanim sredinama, gradskim parkovima, ulicama i alejama kao soliter ili u skupinama, te u drvoredima. Divlji kesten nije samo ukrasno drvo, već je i važan bioindikator onečišćenog okoliša. Stabla divljeg kestena doprinose pročišćivanju zraka, smanjenju buke, ravnoteži plinova u zraku, modificiranju temperaturnih ekstrema te tako doprinose ublažavanju klimatskih promjena te povećavaju zelene površine gradova. Divlji kesten je domaćin nekoliko štetnih organizama. Njegov najvažniji štetnik je kestenov moljac miner (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić 1986). Ovaj štetnik može imati tri do četiri generacije godišnje. Jednostavnija staništa odnosno sami drvoredi ili pojedinačna stabla pogodnija su za masovnu pojavu ovog štetnika dok u složenijim staništima rjeđe dolazi do masovne pojave zbog postojanja sekundarnih domaćina i mjesta za skrivanje predatora i parazitoida. Štete na lišću divljeg kestena moljac miner radi u stadiju gusjenice na način da se gusjenice hrane parenhimskim stanicama mezofila lista te tako nastaju simptomi na lišću u vidu tzv. mina. Ishranom se smanjuje količina fotosintetski aktivnog tkiva što znači da se smanjuje količina klorofila koji sudjeluje u prijenosu energije. Smanjenje količine klorofila dovodi do smanjenja asimilacijskog potencijala lista divljeg kestena. Ishrana gusjenica moljca minera ima i negativan utjecaj na vegetativan rast, skladištenje hranjiva i razmnožavanje. Smanjene mase sjemena, stopa klijanja i fitnes sadnica imaju štetan utjecaj na dugotrajnu postojanost divljeg kestena. Može uzrokovati i prijevremenu defolijaciju divljeg kestena već u kolovozu. Defolijacijom je smanjena fotosinteza i tvorba plodova te zbog toga stablo kestena često cvate i stvara nove listove u listopadu te ulazi nesporno u zimu. Istraživanje je provedeno s ciljem da se ispita u kojoj mjeri napad kestenovog moljca minera utječe na asimilacijski potencijal divljeg kestena. Temeljem pregleda literature postavljena je hipoteza da će napad gusjenice kestenovog moljca minera utjecati na smanjenje fotosintetski aktivnog tkiva lista i samim time da će doći do smanjenja asimilacijskog potencijala napadnutog lista divljeg kestena (Mešić i sur., 2012.). Da bi se povećao asimilacijski potencijal divljeg kestena a samim time da bi se povećala njegova učinkovitost u pročišćavanju zraka kao i njegove druge ekološke uloge potrebno je pravovremeno i na ispravan način pristupiti suzbijanju ovog štetnika.

## 1.1. Hipoteza i cilj rada

Cilj rada je istražiti u kojoj mjeri napad gusjenica kestenovog moljca minera (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić) utječe na smanjenje asimilacijskog potencijala lista divljeg kestena (*Aesculus hippocastanum* L.).

## 2. Pregled literature

### 2.1. Divlji kesten (*Aesculus hippocastanum* L.)

Divlji kesten (*Aesculus hippocastanum* L.) je listopadna drvenasta biljka iz porodice Hippocastanaceae. Prirodno stanište mu je jugoistočna Europa (Harapin, 1999.). Divlji kesten je u naše krajeve i ostali dio Europe došao s turskim konjanicima koji su njegove plodove upotrebljavali kao lijek protiv konjske bolesti sakagije (slinavka). Od tuda dolazi ime vrste *hippocastanum* što znači konjski kesten, grčki: *hipos* – konj (Drvodelić, 2015.). Latinsko ime roda *Aesculus* potječe od riječi *esca* što znači jelo (stočna hrana) jer plodovi su služili kao hrana jelenima, srnama i drugim životinjama.

Stablo divljeg kestena ima intenzivan juvenilni rast u visinu te može živjeti i do 300 godina. Divlji kesten je ukrasna biljna vrsta koja se koristi u uređenju urbanih zelenih površina zbog svojih estetskih i gospodarskih karakteristika (Cebeci i Acer, 2007.). Nalazimo ga u gradskim parkovima, ulicama i alejama kao soliternu vrstu ili u skupinama, te u drvodredima (Poštenjak i Poštenjak, 2012.). Iako se divlji kesten većinom uzgaja zbog ljepote stabla i kao ukras u parku, potrebno je uložiti trud u njegovo održavanje. Iako je drvo vrlo tolerantno na čimbenike okoliša, ono je izloženo novim pritiscima tehnološkog napretka, što je posebno vidljivo u urbanim sredinama (Poštenjak i Poštenjak, 2012.).

Osim zbog njegovih estetskih karakteristika uzgaja se i radi njegova utjecaja na kvalitetu zraka, ali i za kvantificiranje nekih teških metala i toksičnih elemenata poput kadmija, kroma, bakra, olova, vanadija i urana u urbanim područjima s različitim antropogenim utjecajem. Pojam ugljična neutralnost podrazumijeva ravnotežu između emitiranog i apsorbiranog ugljika iz atmosfere. Uklanjanje ugljičnog oksida iz atmosfere i njegovo skladištenje poznato je kao sekvestracija ugljika. Kako bi postigli neto nultu emisiju ugljika, sve svjetske emisije stakleničkih plinova (GHG) morat će se uravnotežiti sekvestracijom ugljika (European parliament, 2019.).

**Tablica 2.1.1.** Sistematika divljeg kestena *Aesculus hippocastanum* L.

<b>Carstvo</b>	Plantae
<b>Odjeljak</b>	Spermatophyta
<b>Pododjeljak</b>	Angiospermae
<b>Razred</b>	Magnoliopsida
<b>Podrazred</b>	Rosidae
<b>Red</b>	Sapindales
<b>Porodica</b>	Hippocastanaceae
<b>Rod</b>	<i>Aesculus</i>
<b>Vrsta</b>	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.

### 2.1.1. Morfologija divljeg kestena

Divlji kesten je listopadno stablo okruglaste i kompaktne krošnje. Stablo kestena može narasti i do 35 metara visine, a deblo u promjeru do 2 metra. Korijen mu je razgranat i dobro razvijen te je smješten više u površinskom sloju (Harapin, 1999.). Kora debla je u mladosti glatka i ružičasto siva, a s godinama potamni i razvija ljuskave ploče. Krošnja je gusta i široko razgranata. Grančice su gole i čvrste, a pupovi su nasuprotni, ovalni, tamnocrveni, sjajni i ljepljivi (Harapin, 1999.). Listovi su dlanastog oblika, nasuprotni, smješteni na peteljcima dužine 15-20 cm i sastavljeni su od 5-7 liski (Slika 2.1.1.1.). Pri osnovi su suženi, a pri vrhu se šire. Cvjetovi su veliki i uspravni sakupljeni u piramidalne grozdove (Slika 2.1.1.2.). Čaška ima pet nejednakih lapova, a vjenčić 5 latica koje su bijele boje s izraženim žutim i rozim mrljama (Harapin, 1999.). Cvjeta u svibnju, a plodovi sazrijevaju u rujnu i listopadu (Hadrović, 1987.). Plodovi su veliki tobolci koji imaju bodljikavu ovojnica, a unutar ovojnice se nalaze 1-3 krupne sjemenke koje su sjajne tamnosmeđe boje s bijelom točkom, čvrste i kožaste (Slika 2.1.1.3.) (Harapin, 1999.).



**Slika 2.1.1.1.** List divljeg kestena

Izvor: <https://rasadniksevar.com/prodavnica/liscarsko-drvece/divlji-kesten-aesculus-hippocastanum/> - pristup 20.09.2023.



**Slika 2.1.1.2.** Cvijet divljeg kestena

Izvor: Plantea

<https://www.plantea.com.hr/divlji-kesten/#divlji+kesten-9> – pristup 10.10.2023.



**Slika 2.1.1.3.** Cvijet divljeg kestena

Izvor: Agromedia

<https://www.agromedia.rs/agro-teme/vocarstvo/kako-da-razlikujete-plod-pitomog-i-divljeg-kestena/> – pristup 20.09.2023.

### **2.1.2. Korisna svojstva divljeg kestena**

Divlji kesten nije samo ukrasno drvo, već je i važan bioindikator onečišćenog okoliša. Prema Idris i sur. (2020.) stablo *A. hippocastanum* je vrlo korisno za kvantificiranje nekih teških metala i toksičnih elemenata poput kadmija, kroma, bakra, olova, vanadija i urana u urbanim područjima grada s različitim antropogenim utjecajem.

Drvo je kvalitetno i ekonomski isplativo. Plodovi divljeg kestena nisu jestivi zbog svog gorkog okusa, no od davnina su poznata njihova ljekovita svojstva. Kesten sadrži kumarine, saponine, treslovine, flavonoide, glikozid, eskulin i razne druge aktivne tvari. Ljekoviti dijelovi stabla su cvjetovi koji se ubiru u svibnju, kora te zreli plodovi koji se skupljaju u rujnu i listopadu. Plodovi divljeg kestena se upotrebljavaju za izradu preparata, prvenstveno za liječenje venskih tegoba i reume (Lesinger, 2006.). Njegov glavni sastojak escin jača tonus stjenki žila, smanjuje njihovu propustljivost i nagomilavanje tekućine u tkivima, djeluje protuupalno i ubrzava krvotok, što sprječava zastoj u venama. Saponin izoliran iz sjemena može se koristiti za njegu kose i izradu drugih kozmetičkih preparata (Drvodelić, 2015., Glavaš, 1999.)

Uloga zelenila u urbanim sredinama od višestruke je važnosti, što je posebno izraženo u suvremenom svijetu. Urbano zelenilo, odnosno drveća u parkovima, drvoredi, manje grupe drveća kao i pojedinačna stabla imaju važnu ulogu u oblikovanju izgleda grada. Višestruka uloga je estetska, socijalna i ekološka: pročišćivanje zraka, smanjenje buke, ravnoteža plinova u zraku, modificiranje temperaturnih ekstrema, prinose ublažavanju klimatskih promjena te povećavaju zelene površine gradova (Drvodelić, 2015.). Kao odgovor na klimatske promijene potrebno je postići ugljičnu neto neutralnost. To podrazumijeva ravnotežu između emitiranih i apsorbiranih ugljičnih spojeva.

### 2.1.3. Uzgoj divljeg kestena

Divlji kesten svoj će svoj potencijal u potpunosti ostvariti na humoznim i dubokim tlima, no može opstati i na suhim i siromašnim tlima. S obzirom da ima plitak korijen voli rahlo tlo te zbog toga, kako bi se pospješio rast, tlo je potrebno okopavati. Također voli tla koja su vlažna i blizu vode. Najbolje uspijeva u umjerenim klimama s dovoljno sunca, no uspjeh će i u sjeni. Prilagodio se raznim predjelima te se zbog toga može naći i u dolinama rijeka i u gorjima.

Kesten se može saditi u proljeće ako se želi brzo nicanje, no kao sadnica se može posaditi i u jesen, ali tada je važno prekriti ga malčem ili drugim pokrovom za zaštitu od smrzavanja. Ako je prekriven snijegom može izdržati temperature ispod 0°C. Kod odabira mjesta za sadnju divljeg kestena treba paziti na tri stvari, a to su prostor, količina svjetlosti i zaštićenost od vjetra (Harapin, 1999.).

Posljednjih nekoliko godina divlji kesten je postao domaćin nekoliko štetnih organizama od kojih neki utječu na njegovu estetsku vrijednost, a drugi i na njegovu fiziologiju. Najvažniji štetnik divljeg kestena je kestenov moljac miner. Može uzrokovati prijevremenu defolijaciju divljeg kestena već u kolovožu. Defolijacijom je smanjena fotosinteza i tvorba plodova te zbog toga često cvate i stvara nove listove u listopadu te ulazi nespremno u zimu (Mešić i sur., 2012.). Opće zdravstveno i estetsko stanje stabala divljeg kestena u Hrvatskoj, ali i u Europi je nezadovoljavajuće (Paulić i sur., 2015).

## 2.2. Kestenov moljac miner (*Cameraria ohridella* Deschka i Dimić 1986)

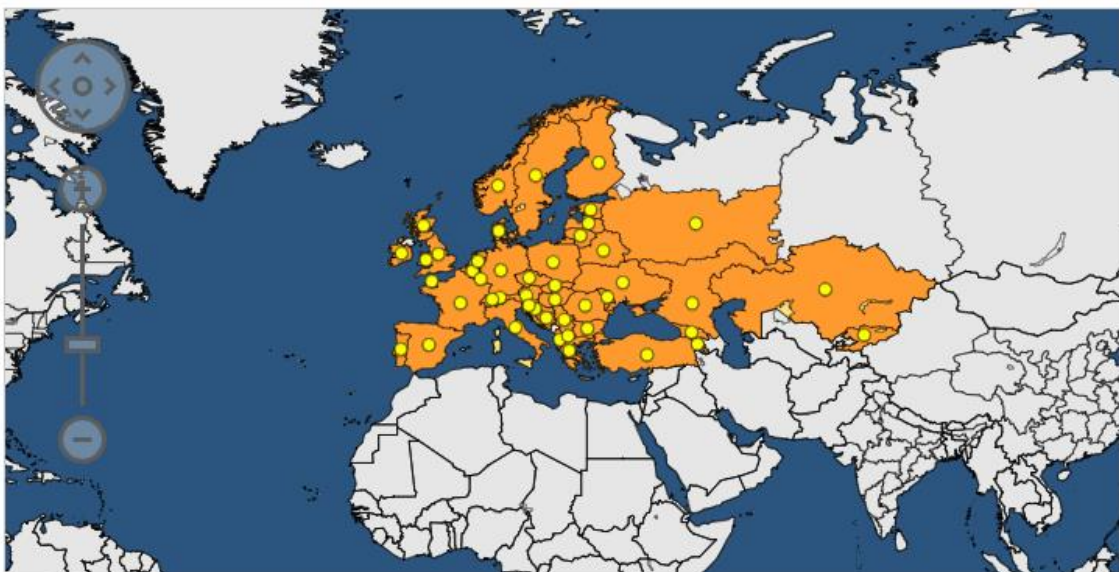
Kestenovog moljca minera otkrili su 1985. godine Simova-Tošić i Filev na području Ohridskog jezera u Makedoniji na listovima divljeg kestena, a 1986. godine opisali su ga Deschka i Dimić kao *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić 1986. U Hrvatskoj ga je prvi put opisao Maceljski 1995. godine (Mešić, 2010.). Od sredine 1980-ih do danas, kestenov moljac se vrlo brzo proširio po Europi (Gilbert i sur., 2004.). Sistematiku vrste kestenov moljac miner prikazuje Tablica 2.2.1.

**Tablica 2.2.1.** Sistematika vrste *Cameraria ohridella* Deschka i Dimić

<b>Red</b>	Lepidoptera
<b>Natporodica</b>	<i>Gracillarioidea</i>
<b>Porodica</b>	<i>Gracillariidae</i>
<b>Potporodica</b>	<i>Lithocolletinae</i>
<b>Rod</b>	<i>Cameraria</i> Chapman 1902.
<b>Vrsta</b>	<i>Cameraria ohridella</i>

### 2.2.1. Rasprostranjenost i značaj kestenovog moljca minera

Kestenov moljac miner je prisutan u Albaniji, Austriji, Belgiji, Bjelorusiji, Bosni i Hercegovini, Bugarskoj, Hrvatskoj, Češkoj, Danskoj, Engleskoj i Walesu, Estoniji, Finskoj, Francuskoj, Njemačkoj, Grčkoj, Mađarskoj, Irskoj, Italiji, Kosovu, Latviji, Lihtenštajnu, Litvi, Luksemburgu, Moldaviji, Crnoj Gori, Nizozemskoj, Sjevernoj Makedoniji, Poljskoj, Srbiji, Rumunjskoj, Rusiji, Slovačkoj, Sloveniji, Španjolskoj, Švedskoj, Švicarskoj, Turskoj i Ukrajini (Slika 2.2.1.1.). Kestenov moljac miner se dobro razvija na dobro navodnjenim mjestima kao što su parkovi u gradovima i na niskim nadmorskim visinama. Lošije uspijeva u toplijim dijelovima Europe kao na primjer u Španjolskoj.



**Slika 2.2.1.1.** Rasprostranjenost vrste *Cameraria ohridella* Deschka i Dimić

Izvor: EPPO Global Database

<https://gd.eppo.int/taxon/LITHOD/distribution> – pristup 11.10.2023.

### 2.2.2. Morfologija kestenovog moljca minera

Jaja kestenovog moljca minera su 0,2 – 0,4 mm duljine, okruglog do ovalnog oblike i prozirno bijele boje (Slika 2.2.2.1.). Ličinke su dugačke oko 3 – 4 mm i znatno su spljoštene (Slika 2.2.2.2.). Kukuljica je duga 3 – 5 mm i smeđe je boje (Slika 2.2.2.3.). Od drugog do šestog abdominalnog segmenta imaju introverzne bodlje. Kod kukuljica postoji spolni dimorfizam. Muške kukuljice imaju distalno pojačan sedmi abdominalni segment dok ženke nemaju tu karakteristiku. Glava je zašiljena kako bi napravila rupe u čahuri i gornjoj pokožici lista prilikom izbivanja. Odrasle jedinke su duge do 5 mm (Slika 2.2.2.4.). Prednja krila su metalik kestenjasto-smeđe boje sa srebrno bijelim poprečnim prugama obrubljenim crnim rubom. Stražnja krila su tamno siva s dugim resama (Molet, 2011.).



**Slika 2.2.2.1.** Jaje kestenovog moljca minera

Izvor: Biolib

<https://www.biolib.cz/en/image/id253643/> - pristup 09.09.2023.



**Slika 2.2.2.2.** Ličinka kestenovog moljca minera

Izvor: Biolib

<https://www.biolib.cz/en/image/id253643/> - pristup 09.09.2023.





**Slika 2.2.2.3.** Kukuljica kestenovog moljca minera

Izvor: Agrobaze

<https://agrobazeapp.com/croatia/pest/kestenov-moljac-miner> - pristup 09.09.2023.



**Slika 2.2.2.4.** Odrasla jedinka kestenovog moljca minera

Izvor: Agrobiotest.

<https://agrobiotest.hr/zastita-palmi-i-drveca/zastita-drveca/stetnici-ukrasnog-drveca/kestenov-moljac-miner/> - pristup 09.09.2023.

### **2.2.3. Biologija i ekologija kestenovog moljca minera**

Kestenov moljac miner prezimljuje u obliku kukuljice, a rjeđe kao ličinke u otpalom lišću (Maceljki i Bertić, 1996.). Može imati tri do četiri generacije godišnje. Jednostavnija staništa odnosno sami drvoredi ili pojedinačna stabla pogodnija su za masovnu pojavu ovog štetnika dok u složenijim staništima rjeđe dolazi do masovne pojave zbog postojanja sekundarnih domaćina i mjesta za skrivanje predatora i parazitoida (Matošević i sur., 2006.). U laboratoriju je ustanovljena prva pojava leptira 27.travnja, a u prirodi 2. svibnja. Prve mine

na lišću su se pojavile krajem svibnja. Prva generacija leptira je zabilježena krajem lipnja, a druga sredinom kolovoza. Također je primijećen jak let leptira u zadnjoj dekadi listopada. Dakle, možemo zaključiti da je aktivnost kestenovog moljca минера od kraja travnja do kraja listopada. Moguće je i poklapanje generacija tako da možemo sve stadije ovog štetnika pronaći na kestenu u isto vrijeme (Harapin, 1999.).

Leptirići odlažu jaja na lice lista. Nakon izlaska, gusjenica se izravno ubušuje u list kestena te se hrani asimilacijskim parenhimom lista između dva sloja epiderme čime se smanjuje količina fotosintetski aktivnog tkiva. Uslijed ishrane gusjenice pojavljuju se simptomi štete na lišću. Gusjenica izgrizanjem mezofila lista uzrokuje nastanak mina promjera 4 – 7 mm (Slika 2.2.3.1.) (Matošević, 2001.). Nakon što dovrše svoj razvoj, gusjenice se kukulje. Iz kukuljica se razvijaju leptiri nove generacije.



**Slika 2.2.3.1.** Mine na lišću uzrokovane vrstom *Cameraria ohridella* L.

Izvor: Agrobiotest.hr

<https://agrobiotest.hr/zastita-palmi-i-drveca/zastita-drveca/stetnici-ukrasnog-drveca/kestenov-moljac-miner> - pristup 08.09.2023.

Prema Matošević i sur. (2006.) napad gusjenica narušava estetski izgled stabla i fiziološki ga oslabljuje. Kada dođe do preuranjene defolijacije dolazi do retrovegetacije, koja uslijed zahlađenja može rezultirati smrzavanjem novih pupova i listova, pa samim tim i do propadanja stabla (Harapin, 1999.).

#### **2.2.4. Suzbijanje kestenovog moljca minera**

Među alternativnim strategijama, uklanjanje otpadnog lišća trenutno je dobra metoda kontrole koju koriste privatni i gradski vrtlari. Tako se uklanjanjem lišća uklanjaju i kukuljice kestenovog moljca minera, a time se smanjuje i broj odraslih jedinki koje izlaze sljedećeg proljeća (Ferracini i Alma, 2008.). Pokazalo se da je uklanjanje kukuljica učinkovita kratkoročna mjera kontrole za smanjenje utjecaja moljaca u sljedećoj godini. Također se pokazalo da je zaraza na biljkama s kojih lišće nije uklonjeno drastično porasla tijekom iduće sezone.

Iako se parazitoidi smatraju važnim prirodnim neprijateljima minera, oni nemaju značajan učinak na populaciju kestenovog moljca minera. Stope parazitiranja su vrlo niske, a očekivanje da će se postići dobri rezultati uvođenjem egzotičnih prirodnih neprijatelja još uvijek je hipotetsko, budući da je pravo podrijetlo minera nepoznato (Gilbert i sur., 2003.). Kemijske metode suzbijanja nije lako primijeniti zbog troškova tretiranja, poteškoća u zaštiti krošnje stabla, onečišćenja okoliša i štetnih učinaka na neciljane organizme (Ferracini i Alma, 2008.).

Dva su načina kemijskog suzbijanja: ubrizgavanje insekticida izravno u deblo odnosno endoterapeutska metoda i aplikacija izravno na listove, odnosno folijarna metoda. Za endoterapeutsku metodu koriste se sistemski insekticidi koji se ubrizgavaju u provodno staničje pomoću strojeva za injektiranje. U bazi Fitosanitarni informacijski sustav (FIS) Ministarstva poljoprivrede za suzbijanje kestenovog moljca minera u Hrvatskoj je registriran insekticid emamektin benzoat koji se aplicira pomoću stroja za mikroinjekciju. Endoterapeutska metoda je izrazito skupa metoda i zahtjeva puno vremena da bi suzbijanje bilo uspješno provedeno.

Folijarna metoda se provodi pomoću orošivaša, a njezini nedostaci su ograničen doseg aplikacije i rizik od kontaminacije ljudi i okoliša usred zanošenja insekticida pri aplikaciji (Mešić i sur., 2012.).

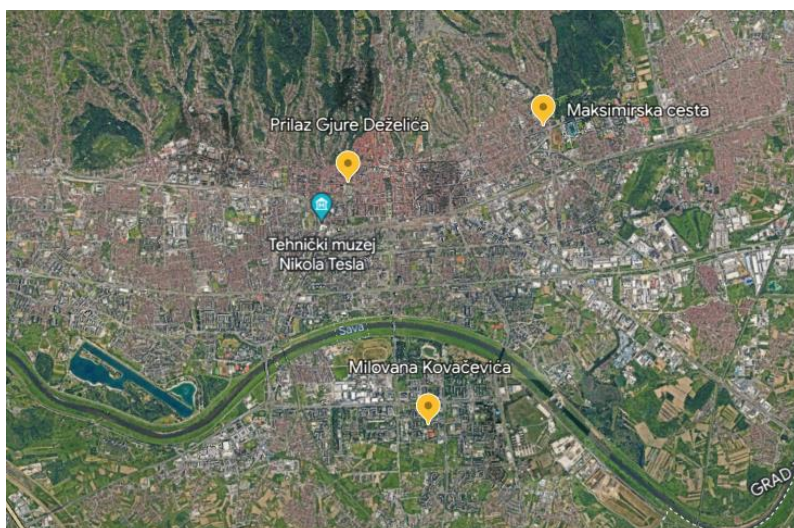
#### **2.3. Utjecaj napada gusjenice moljca minera na asimilacijski potencijal lista divljeg kestena**

Holoborodko i sur. (2021.) opisuju kako ishrana gusjenica moljca minera uzrokuje inhibiciju fotosintetske aktivnosti lišća divljeg kestena. Smanjenje fotosintetske aktivnosti je utvrđeno na lišću kestena bez obzira na prostorni položaj lišća u krošnji stabla. Istim istraživanjem je utvrđeno da ishrana gusjenica smanjuje količinu klorofila koji sudjeluje u prijenosu energije. Lisni miner utječe na funkcionalno stanje divljeg kestena što potvrđuju promjene u sadržaju topljivih bjelančevina, aktivnosti i izoenzimskom sastavu benzinid peroksidaze tijekom vegetacije. Proučavanje dinamike lako topljivih bjelančevina pokazalo je njihovo smanjenje zbog visoke razine oštećenja lišća divljeg kestena. Statistički značajne razlike utvrđene su za enzim peroksidazu čija se aktivnost povećala u prosjeku 2,1 puta zbog velikih oštećenja lišća divljeg kestena (Seliutina i sur., 2020.). Kod 10% oštećenja lisne površine minama asimilacijski potencijal lišća se smanjuje za 10%. Pri ovom stupnju oštećenja nije zabilježena značajna

razlika u transpiraciji i izmjeni plinova u odnosu na kontrolne listove koji nisu sadržavali mehanička oštećenja u obliku mina (Raimondo i sur., 2003.). Lišće s 50% oštećene površine nije pokazalo značajnu razliku u transpiraciji i izmjeni plinova u odnosu na lišće s 10% oštećene površine. Ovako velika oštećenja nisu utjecala na sušenje lišća, ali su pokazala utjecaj na stres biljke domaćina i izrazito negativno su utjecala na suhu masu sjemena (Salleo i sur., 2003.). Napad lisnog minera rezultira ukupnim padom prijenosa elektrona i do 37,2 %. Ovaj gubitak energije ima izražen štetni utjecaj na vegetativan rast (produženje stabljike), skladištenje hranjiva (ugljikohidrati korijena, sadržaj škroba u stabljici) i razmnožavanje (veličina i kvaliteta sjemena). Smanjene mase sjemena a i smanjenje stope klijanja imaju štetan utjecaj na dugotrajnu postojanost divljeg kestena (Percival i sur., 2011.).

### 3. Materijali i metode

Istraživanje je provedeno tijekom 2023. godine u kasno proljeće i rano ljeto. Lišće divljeg kestena prikupljeno je s tri različite lokacije na području grada Zagreba: ulica Milovana Kovačevića, Maksimirska cesta i Prilaz Đure Deželića (Slika 3.1.). Prikupljalo se napadnuto lišće divljeg kestena na kojima su se nalazile mine uzrokovane ishranom gusjenice kestenovog moljca minera. Prvo uzorkovanje obavljeno je u mjesecu svibnju, odnosno nakon pojave prvih mina (09.05.2023.). Sljedeće uzorkovanje obavljeno je početkom lipnja (07.06.2023.) i posljednje krajem lipnja (28.06.2023.). Prikupljeni listovi ubrani su iz sredine krošnje, listovi su bili potpuno razvijeni, imali su po pet liski i svi su bili slične veličine (Slika 3.2.). Kod svakog uzorkovanja prikupljeno je po 50 listova. Prikupljeno lišće je pohranjeno u papirnate vrećice. Lišće je isti dan fotografirano, a fotografije su obrađene u računalnom programu „Adobe Photoshop“ kako bi se utvrdio postotak oštećenog tkiva mezofila lista divljeg kestena. Rezultati su potom statistički obrađeni. Dobiveni rezultati prikazat će u kojoj mjeri gusjenice kestenovog moljca minera utječu na smanjenje asimilacijskog potencijala divljeg kestena.



**Slika 3.1.** Lokacije sakupljanja lišća divljeg kestena (*A. Hippocastanum* L.)

Izvor: Google earth

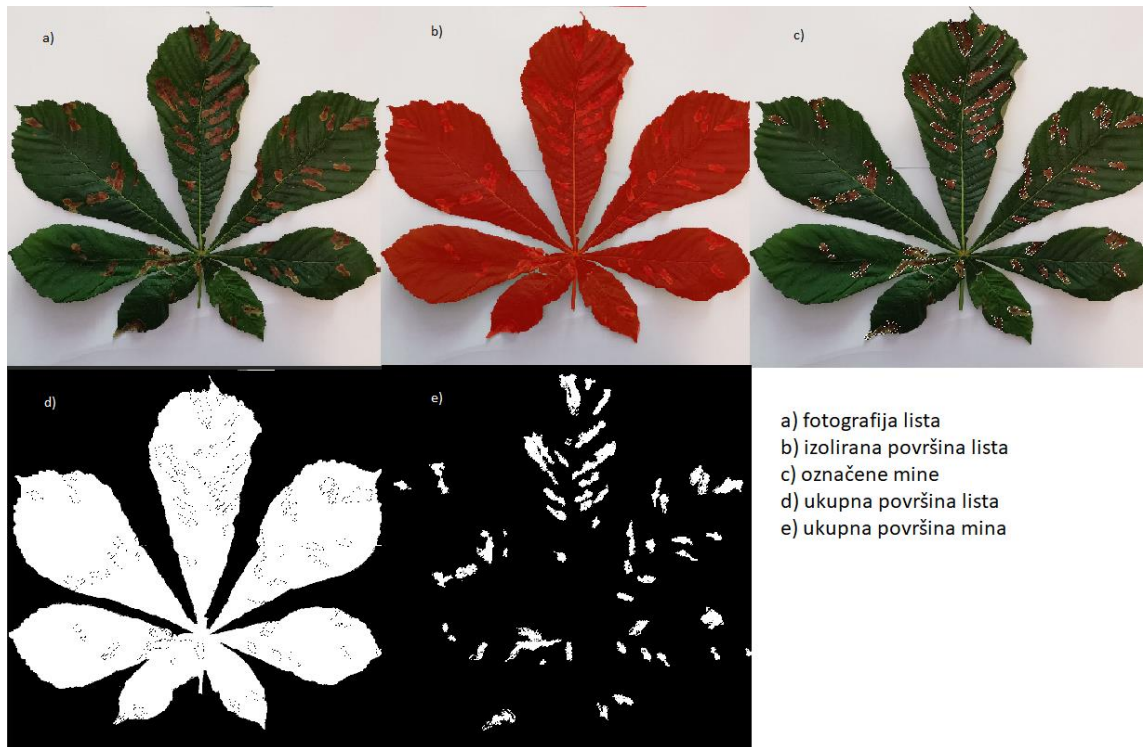
<https://google.com/earth/> - pristup 20.09.2023.



**Slika 3.2.** Prikupljeno napadnuto lišće divljeg kestena (*A. hippocastanum* L.)

### **3.1. Obrada fotografija**

Da bi se utvrdio udio oštećenja fotosintetski aktivnog biljnog tkiva fotografije su obrađene u računalnom programu „Adobe Photoshop“ (Slika 3.1.1.). Prvi korak u obradi fotografija bio je izolacija ukupne površine lista od ostatka fotografije. Drugi korak bio je označiti površinu lista koju zauzima mina. Relativna ukupna površina lista i relativna ukupna površina mina su zatim razdvojene u programu i određena im je relativna vrijednost. Omjer relativne vrijednosti ukupne površine mina i ukupne lisne površine daje vrijednost postotka oštećenog tkiva lista.



**Slika 3.1.1.** Prikaz obrade fotografija

## 4. Rezultati i rasprava

Rezultati pokazuju da je najmanji udio lisne površine oštećen minama tijekom pojave prve generacije. Kako se pojavljuju naknadne generacije tako štete rastu. Stoga je najveći udio šteta na lišću prisutan nakon pojave treće generacije gusjenica kestenovog moljca minera. Rezultati pokazuju da prilikom prvog uzorkovanja postotak oštećenog tkiva u prosjeku iznosi 1,55 %, kod drugog uzorkovanja prosječan postotak oštećenja iznosi 3,26 % i kod trećeg uzorkovanja prosječan postotak oštećenja iznosi 7,27 % (Slika 4.1.).



**Slika 4.1.** Grafički prikaz prosječnog oštećenja lisnog tkiva po pojedinom uzorkovanju

Postotak površine lista prekrivena minama u ovom istraživanju se kretao u rasponu od 0,76% do 10,36% što je prikazano u Tablici 4.1. Utvrđen je porast površine lista koja je prekrivena minama sa pojavom svake nove generacije štetnika.

**Tablica 4.1.** Postotak oštećenja tkiva lišća po pojedinom uzorkovanju

Redni broj uzorka	1. uzorkovanje	2. uzorkovanje	3. uzorkovanje
1.	1,09 %	3,02 %	5,53 %
2.	0,89 %	3,68 %	10,17 %
3.	1,23 %	3,52 %	10,36 %
4.	2,54 %	3,89 %	6,64 %
5.	0,96 %	4,17 %	7,51 %
6.	3,24 %	1,96 %	5,48 %
7.	1,14 %	3,83 %	6,39 %
8.	2,98 %	3,96 %	9,47 %



9.	2,23 %	2,48 %	6,63 %
10.	1,87 %	3,03 %	10,06 %
11.	3,02 %	2,07 %	8,79 %
12.	1,01 %	2,13 %	8,68 %
13.	0,78 %	3,19 %	6,67 %
14.	1,36 %	2,99 %	9,80 %
15.	2,00 %	3,55 %	7,25 %
16.	1,87 %	2,42 %	9,28 %
17.	0,96 %	4,28 %	7,82 %
18.	2,54 %	4,14 %	6,60 %
19.	2,12 %	2,20 %	6,06 %
20.	3,03 %	3,47 %	6,02 %
21.	0,88 %	2,04 %	4,85 %
22.	1,12 %	3,60 %	4,52 %
23.	1,02 %	2,21 %	6,78 %
24.	0,80 %	2,05 %	10,18 %
25.	1,78 %	4,32 %	4,97 %
26.	1,45 %	2,88 %	5,69 %
27.	1,68 %	2,98 %	10,23 %
28.	0,94 %	4,44 %	9,32 %
29.	0,83 %	4,24 %	7,43 %
30.	1,41 %	3,10 %	5,24 %
31.	1,10 %	4,19 %	7,66 %
32.	0,97 %	2,00 %	5,12 %
33.	1,50 %	4,28 %	8,75 %
34.	1,83 %	4,03 %	5,63 %
35.	0,86 %	2,91 %	6,66 %
36.	1,00 %	4,60 %	6,95 %
37.	1,81 %	2,92 %	8,21 %
38.	2,07 %	4,38 %	6,19 %
39.	2,02 %	2,46 %	6,44 %
40.	2,22 %	2,62 %	7,21 %
41.	1,07 %	3,68 %	5,83 %
42.	1,85 %	4,61 %	7,66 %
43.	0,80 %	2,29 %	8,77 %
44.	1,87 %	1,98 %	6,47 %
45.	1,14 %	2,16 %	8,21 %
46.	1,65 %	3,79 %	7,51 %
47.	0,83 %	4,96 %	4,87 %
48.	0,97 %	2,75 %	7,60 %

49.	1,54 %	4,61 %	4,63 %
50.	1,86 %	2,02 %	8,87 %
Prosjek	1,55 %	3,26 %	7,27 %

Zabilježeni udio oštećenja u ovom istraživanju je manji u odnosu na istraživanje koje su proveli Raimondo i sur. (2003.), a koji se kretao u rasponu od 10 % – 50 %. Istraživanjem koje su proveli Holoborodko i sur. (2021.) utvrđeno je da ishrana gusjenica smanjuje asimilacijski potencijal lišća jer se ishranom smanjuje količina klorofila u samom listu.

Rezultati ovoga istraživanja pokazuju da ishrana gusjenica kestenovog moljca minera smanjuje količinu fotosintetski aktivnog lisnog tkiva, a samim time smanjuje se i asimilacijski potencijal lista. Percival i sur. (2011.) navode da osim utjecaja na smanjenje asimilacijskog potencijala lišća napad štetnika ima utjecaj na vegetativan rast, skladištenje hranjiva i razmnožavanje. Smanjene mase sjemena, stopa klijanja i fitnes sadnica imaju štetan utjecaj na dugotrajnu postojanost divljeg kestena (Percival i sur., 2011.).

Suzbijanjem kestenovog moljca minera može se znatno povećati asimilacijski potencijal lišća divljeg kestena čime se pridonosi povećanju fitnesa biljke. Isto tako povećanje asimilacijskog potencijala može pridonijeti smanjenju količine ugljičnog dioksida u urbanim sredinama. Na taj način povećava se količina apsorbiranog ugljika što pridonosi uspostavljanju tzv. neto ugljične ravnoteže.

## 5. Zaključci

- Provedenim istraživanjem je utvrđeno da ishrana gusjenice kestenovog moljca minera dovodi do smanjenja količine fotosintetski aktivnog tkiva, a samim time smanjuje se i asimilacijski potencijal lišća divljeg kestena.
- Provedeno istraživanje pokazalo je da svaka nova generacija štetnika tijekom vegetacije dodatno pridonosi smanjenju asimilacijskog potencijala lišća.
- Najveće smanjenje asimilacijskog potencijala lišća zabilježeno je kod posljednje praćene generacije štetnika.
- Smanjenje asimilacijskog potencijala lišća kretalo se u rasponu od 0,78% do 10,36%.
- Da bi se smanjio utjecaj kestenovog moljca minera na asimilacijski potencijal lišća divljeg kestena potrebno je pravovremeno pristupiti suzbijanju štetnika.

## 6. Popis literature

1. Cebeci H. H., Acer S. (2007). The occurrence of some Lepidopterous species on the horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) at Istanbul-Belgrad Forest in Turkey. *Acta Agriculturae Slovenica*, 89(1):95-102.
2. Drvodelić, D. (2015). Divlji kesten (*Aesculus hippocastanum* L.) na području grada Velike Gorice. *Ljetopis grada Velike Gorice*, 12, 63 – 70.
3. European parliament, <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20190926STO62270/w-hat-is-carbon-neutrality-and-how-can-it-be-achieved-by-2050> – pristup 26.08.2023.
4. Ferracini C., Alma A. (2008). How to preserve horse chestnut trees from *Cameraria ohridella* in the urban environment. *Crop protection* 27, 1251 – 1255.
5. Gilbert M., Gregoire J. C., Freise J. F., Heitland W. (2004). Long – distance dispersal and human population density allow the prediction of invansive patterns in the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella*. *Journal of Animal Ecology*. 73, 459 – 468.
6. Gilbert M., Svatos A., Lehmann M., Bacher S. (2003). Spatial patterns and infestation processes in the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella*: a tale of two cities. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 107 (1), 25 – 37.
7. Glavaš M. (1999). Gljivične bolesti šumskog drveća. Sveučilište u Zagrebu. Šumarski fakultet, Zagreb.
8. Hadrović H. (1987). Gajenje pitomog kestena, Beograd: Nolit.
9. Harapin M. (1999). Kestenov moljac miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) opasan štetnik u Europi. *Šumarski list* br. 3 – 4, 129 – 132.
10. Holoborodko K. K., Seliutina, O. V., Ivanko, I. A., Alexeyeva, A. A., Shulman, M. V., & Pakhomov, O. Y. (2021). Effect of *Cameraria ohridella* feeding on *Aesculus hippocastanum* photosynthesis. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(2), 346–352.
11. Idris S., Mishra A., Khushtar M. (2020). Phytochemical, ethanomedicinal and pharmacological applications of escin from *Aesculus hippocastanum* L. towards future medicine. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*, 31(5).
12. Lesinger I., (2006). Kućna biljna ljekarna. Adamić, Rijeka.
13. Maceljki M,L., Bertić D. (1996). Kestenov moljac-miner -*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić (Lep.: Lithocolletidae)- novi opasni štetnik u Hrvatskoj. *Fragmenta phytomedica et herbologica*. Hrv. agronomsko društvo, Zagreb. Vol. 23, No 2.9-18.
14. Matošević D. (2001). Kestenov moljac miner- opasni štetnik. *Hrvatske šume* 57: 30-31.
15. Matošević D., Pernek M., Županić M. (2006). Utjecaj štetne entomofaune na zdravstveno stanje urbanog zelenila Zagreba. *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*. 41 (1–2):141–146.

16. Mešić A., Gotlin Čuljak T., Miličević T. (2010). Dinamika populacije invanzivne vrste *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić (*Lepidoptera: Gracilariidae*) u središnjoj Hrvatskoj. Šumarski list br. 7 – 8, 387 – 394.
17. Mešić A., Miličević T., Grubišić D., Duralija B., Marić A., Popović A. (2012). Suzbijanje kestenovog moljca minera (*Cameraria ohridella*) tretiranjem lišća. Šumarski list 5 – 6, 245 – 252.
18. Molet T. (2011). CPHST Pest Datasheet for *Cameraria ohridella*. USDA.
19. Paulić V., Drvodelić D., Mikac S., Gregurović G., Oršanić M. (2015). Arboricultural and dendroecological analysis of the condition of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) trees in the town of Velika Gorica. Sumar list 1-2: 21-34.
20. Percival G.C., Barrowb I., Novissa K., Kearyc I., Penningtond P. (2011). The impact of horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka and Dimic; HCLM) on vitality, growth and reproduction of *Aesculus hippocastanum* L. Urban Forestry & Urban Greening, 11–17.
21. Poštenjak F., Poštenjak K. (2012). Horse Chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) Urban Habitat – Pollution Influence on Some Phenotypic and Morphological Characteristics. South – East European Forestry. Vol. 3, No. 2. štetnik u Europi. Sumar list 3-4: 129-132.
22. Raimondo F., Ghirardelli L., Nardini A., Salleo S. (2003). Impact of the leaf miner *Cameraria ohridella* on photosynthesis, water relations and hydraulics of *Aesculus hippocastanum* leaves. Trees (2003) 17:376–382.
23. Salleo S., Nardini A., Raimondo F., Lo Gullo M.A., Pace F., Giacomich P. (2003) Effects of defoliation caused by the leaf miner *Cameraria ohridella* on wood production and efficiency in *Aesculus hippocastanum* growing in North-Eastern Italy.
24. Seliutina O. V., Shupranova L. V., Holoborodko K. K., Shulman M. V., Bobylev Y. P. (2020). Effect of *Cameraria ohridella* on accumulation of proteins, peroxidase activity and composition in *Aesculus hippocastanum* leaves. Regulatory Mechanisms in Bio-systems, 11(2), 299–304.

## 6.1. Popis korištenih izvora - poveznica

1. Rasadnik Škevar.  
<https://rasadniksevar.com/prodavnica/liscarsko-drvece/divlji-kesten-aesculus-hippocastanum/> - pristup 20.09.2023.
2. Plantea.  
<https://www.plantea.com.hr/divlji-kesten/#divlji+kesten-9> – pristup 10.10.2023.
3. Agromedia.  
<https://www.agromedia.rs/agro-teme/vocarstvo/kako-da-razlikujete-plod-pitomog-i-divljeg-kestena/> – pristup 20.09.2023.
4. EPPO Global Database.  
<https://gd.eppo.int/taxon/LITHOD/distribution> – pristup 11.10.2023.
5. Biolib.

- <https://www.biolib.cz/en/image/id253643/> - pristup 09.09.2023.
6. Biolib.  
<https://www.biolib.cz/en/image/id253643/> - pristup 09.09.2023.
7. Agrobases  
<https://agrobasesapp.com/croatia/pest/kestenov-moljac-miner> - pristup 09.09.2023.
8. Agrobiotest.  
<https://agrobiotest.hr/zastita-palmi-i-drveca/zastita-drveca/stetnici-ukrasnog-drveca/kestenov-moljac-miner/> - pristup 09.09.2023.
9. Google earth.  
<https://google.com/earth/> - pristup 20.09.2023.

## **Životopis**

Autor je rođen 02.11.1994. godine u Zadru. Tamo završava osnovnu i srednju školu. Završio je srednju medicinsku školu Ante Kuzmanić. Nakon završetka srednje škole upisuje preddiplomski studij Zaštita bilja na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Nakon završetka preddiplomskog studija upisuje diplomski studij Fitomedicina na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.