

Mogućnost suzbijanja stjenica iz porodice Pentatomidae biljnim ekstraktima

Grgošević, Kristina

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:282179>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-24**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Kristina Grgošević
Diplomski studij Bilinogojstvo
Smjer Zaštita bilja

MOGUĆNOST SUZBIJANJA STJENICA IZ PORODICE PENTATOMIDAE
BILJNIM EKSTRAKTIMA
Diplomski rad

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Kristina Grgošević
Diplomski studij Bilinogojstvo
Smjer Zaštita bilja

MOGUĆNOST SUZBIJANJA STJENICA IZ PORODICE PENTATOMIDAE
BILJNIM EKSTRAKTIMA

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Ivana Majić, predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. Ankica Sarajlić, mentor
3. doc. dr. sc. Marija Ravlić, član

Osijek, 2023.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE.....	3
2.1. ZELENA ŠTITASTA STJENICA, <i>NEZARA VIRIDULA</i> L.....	3
2.1.1. <i>Morfologija zelene stjenice</i>	5
2.1.2. <i>Biologija i ekologija</i>	7
2.1.3. <i>Simptomi napada i štete od zelene stjenice</i>	9
2.1.4. <i>Mjere zaštite kulturnih biljaka od zelene stjenice</i>	14
2.2. BILJNI EKSTRAKTI	16
2.2.1. <i>Morfološka i kemijska svojstva korištenih biljnih vrsta</i>	17
2.2.1.1. <i>Ambrozija (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)</i>	17
2.2.1.2. <i>Obični vratić (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)</i>	19
3. MATERIJAL I METODE	21
3.1.1. <i>Prikupljanje zelene stjenice</i>	21
3.1.2. <i>Priprema vodenog ekstrakta</i>	22
3.1.3. <i>Biotest</i>	22
4. REZULTATI	25
5. RASPRAVA	30
6. ZAKLJUČAK.....	34
7. POPIS LITERATURE	35
8. SAŽETAK	47
9. SUMMARY	48
10. POPIS TABLICA.....	49
11. POPIS SLIKA.....	49
12. POPIS GRAFIKONA.....	49
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	
BASIC DOCUMENTATION CARD	

1. UVOD

Stjenice iz porodice Pentatomidae, poznate kao štitaste ili smrdljive stjenice, predstavljaju jednu od najvažnijih grupa štetnika u poljoprivredi diljem svijeta. One pripadaju u red, Hemiptera, koje obuhvaćaju veliki broj vrsta s prepoznatljivim oblikom tijela i nejednakom strukturom krila. Zbog karakteristične građe krila podred Heteroptera potječe od grčkih riječi "hetero" što znači različit i "ptera" što znači krila, a odnosi se na različitu strukturu prednjih krila (Schaefer i Panizzi, 2000.). Podred Heteroptera predstavlja najraznovrsniju i najveću skupinu kukaca s nepotpunom preobrazbom (Pal Elisa i sur., 2023.). Procjenjuje se da postoji oko 40 000 do sada opisanih vrsta štitastih stjenica diljem svijeta (Henry, 2017.). U Europi je za sada poznato oko 3000 vrsta (Rabitsch, 2008.) dok je više od 700 vrsta utvrđeno u Hrvatskoj (Maceljki, 2002.). Unutar podreda Heteroptera, Pentatomidae su četvrta najbrojnija porodica koja uključuje više od 4700 vrsta (Grazia i sur., 2015.). Ove brojke ukazuju na bogatstvo raznolikosti unutar ove porodice kukaca, kao i njihovu prilagodljivost klimatskim uvjetima i različitim ekosustavima te se tako mogu naći na različitim biljnim vrstama, uključujući poljoprivredne usjeve i divlje biljke. Zbog svoje male veličine te intenzivnog prometa biljem i poljoprivrednim proizvodima stjenice se lako prenose u druga područja te se tako ubrajaju u najuspješnije strane vrste kukaca koje opstaju izvan prirodnog staništa i mogu postati potencijalno štetne vrste (Matošević i Pajač Živković, 2013.).

Jedna od najznačajnijih vrsta štitastih stjenica u Europi, uključujući i Republiku Hrvatsku, je *Nezara viridula* Linnaeus, poznata kao zelena štitasta stjenica. U Hrvatskoj se sve više primjećuje prisutnost *N. viridule* što je rezultat klimatskih promjena, odstupanja od oborinskih i temperaturnih prosjeka te nedostatak dostupnih mjera zaštite bilja (Pintar i sur., 2019.). Široko je rasprostranjena i ekonomski značajan štetnik. Stjenice oštećuju biljke sišući sokove, uzrokujući deformaciju, slabljenje i propadanje biljnih organa. To može rezultirati smanjenjem prinosa i kvalitete plodova, kao i povećanim troškovima zaštite usjeva. Osim toga, stjenice mogu razviti otpornost na određene insekticide, što otežava njihovo učinkovito suzbijanje. Zelena štitasta stjenica je izrazito polifagna vrsta, i može napadati razne biljne kulture kao što su leguminoze, žitarice, povrće, voće, i druge poljoprivredne usjeve (Grazia i sur., 2015.; Pal Elisa i sur., 2023.).

Važnost suzbijanja štitastih stjenica, uključujući i vrstu *Nezara viridula*, naglašava se upravo zbog ekonomske štete koju mogu prouzročiti u poljoprivredi. U Hrvatskoj, poljoprivreda ima značajnu ulogu u gospodarstvu, a štetnici poput vrste *Nezara viridula* predstavljaju izazov za poljoprivrednike i zahtijevaju učinkovite metode suzbijanja. U posljednje vrijeme, istraživanja su se usmjerila na ne kemijske mjere suzbijanja štetnih vrsta.

Biološke metode su jedan od pristupa koji se koristi, a one uključuju upotrebu prirodnih neprijatelja, poput predatora i parazita, koji se hrane ili parazitiraju na ovoj vrsti stjenica (Fabricius, 1781.; Malais i Ravensberg, 2003.). Isto tako postoji i velik broj istraživanja primjene biljnih ekstrakata koji imaju velik potencijal u suzbijanju stjenica iz porodice Pentatomidae (Manuputty i sur., 2023.; Jurić i sur., 2023.). Biljni ekstrakti predstavljaju spoj ili smjesu spojeva koji se dobivaju iz svježih ili osušenih aromatičnih biljaka ili njihovih dijelova. Ti ekstrakti mogu sadržavati spojeve koji imaju insekticidno ili repelentno djelovanje. Proces dobivanja biljnih ekstrakata uključuje različite postupke ekstrakcije, pri čemu se aktivni spojevi iz tih biljaka izdvajaju zajedno s ostalim spojevima prisutnim u biljnoj masi (Vinatoru, 2001.). Njihova primjena je ekološki prihvatljivija, minimalno utječu na okoliš i ljudsko zdravlje, te smanjuju primjenu kemijskih insekticida.

Cilj rada je utvrditi potencijal biljnih ekstrakata u suzbijanju stjenica iz porodice Pentatomidae, vrsta *Nezara viridula* L. korištenjem vodenih ekstrakata ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia* L.) i običnog vratića (*Tanacetum vulgare* L.).

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Zelena štitasta stjenica, *Nezara viridula* L.

Zelena štitasta stjenica, *Nezara viridula* L. (Hemiptera: Pentatomidae), invazivna je vrsta stjenice koja je prema sistematskoj pripadnosti uvrštena u porodicu fitofagnih stjenica Pentatomidae (Pintar i sur., 2019.). Vrstu je prvi opisao Karl Linnaeus 1758. pod nazivom *Cimex viridulus* te su je Amyot i Serville svrstali u rod *Nezara* (Freeman, 1940.). Postoje razna mišljenja o podrijetlu zelene stjenice, pretpostavke su bile da potječe iz južne Azije (Yukawa i Kiritani, 1965.), no ipak se u kasnijim studijama navodi da je podrijetlom iz Etiopije, istočne Afrike (Jones, 1988.). Od tamo se zelena stjenica proširila u tropska i suptropska područja Azije, Amerike, Europe, Novog Zelanda i Australije (Todd, 1989.; Squitier, 2010.).

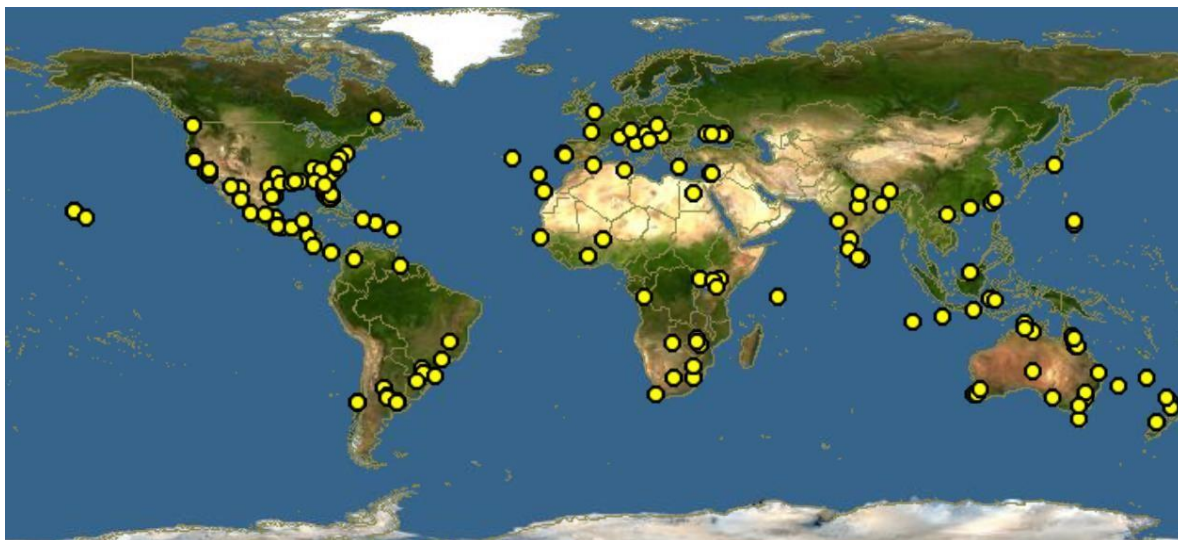
Tablica 1. Sistematska pripadnost vrste *Nezara viridula* L.

(<https://www.gbif.org/species/2078852>)

SISTEMATSKA PRIPADNOST VRSTE <i>N. VIRIDULA</i>	
CARSTVO	Animalia – životinje
KOLJENO	Arthropoda – člankonošci
RAZRED	Insecta – kukci
PODRAZRED	Pterygota – krilaši
RED	Hemiptera Linnaeus, 1758 – polukrilci, rilčari
PODRED	Heteroptera Latreille, 1810 – stjenice ili raznokrilci
PORODICA	Pentatomidae Leach, 1815 – ploštice
POTPORODICA	Pentatominae Leach, 1815
ROD	<i>Nezara</i> Amyot i Serville, 1843
IME VRSTE	<i>Nezara viridula</i> (Linnaeus, 1758)

Kao uzrok širenja vrste zelene stjenice navodi se globalno zatopljenje koje omogućuje prilagođavanje stjenice u područja umjerene klime koja nisu bila prije dovoljno topla za prilagodbu i opstanak vrste (Musolin i Numata, 2003.). Povećanje prosječnih temperatura vjerojatno će imati utjecaj na rasprostranjenost kukaca iz reda Heteroptera. Nekoliko

istraživanja provedenih u Japanu na primjeru zelene štitaste stjenice, *Nezara viridula* L., i drugih kukaca iz istog reda, ukazuje na to da klimatske promjene zaista potiču njihovo širenje na novim područjima (Kiritani 2006.; Tougou i sur., 2009.; Musolin i sur., 2010.; Musolin, 2012.).



Slika 1. Rasprostranjenost zelene stjenice (*N. viridula* L.) u svijetu (Izvor: Internet)

Prema Korleviću (1887.) zelena stjenica u Republici Hrvatskoj prvi puta se spominje 1887. godine te kao lokalitet prisutnosti navodi se Dalmacija, a tek 2008. i 2009. objavljenje su studije o značajnijoj pojavi i štetama od zelene stjenice na soji (Vratarić i Sudarić, 2009.; Majić i sur., 2010.). Iako ovaj štetnik već duže vrijeme obitava u našoj zemlji, posljednjih godina primjećuje se sve veća prisutnost zelenih štitastih stjenica te se bilježe sve veće štete na različitim biljkama u kontinentalnom dijelu naše zemlje. Ova vrsta se ističe svojom sposobnošću prilagodbe različitim izvorima hrane, no to nije jedino što je čini opasnim štetnikom. Njihova iznimna otpornost na nepovoljne uvjete okoline, poput nedostatka hrane, niskih temperatura, dugotrajne izloženosti sunčevoj svjetlosti ili čak lošeg rukovanja prilikom držanja u laboratoriju, omogućuje im izvanredno preživljavanje (Panizzi, 2015.). *Nezara viridula* je izrazito polifagna vrsta stjenice koja se hrani na više od 150 biljnih vrsta iz više od 30 porodica kultiviranih biljaka i korova (Panizzi, 1997.; Majić i sur., 2010.). Tijekom godine, *N. viridula* može mijenjati biljke domaćine, nije nužno da razvoj završi na jednoj biljci (Panizzi, 1997.; Panizzi i sur. , 2000.).

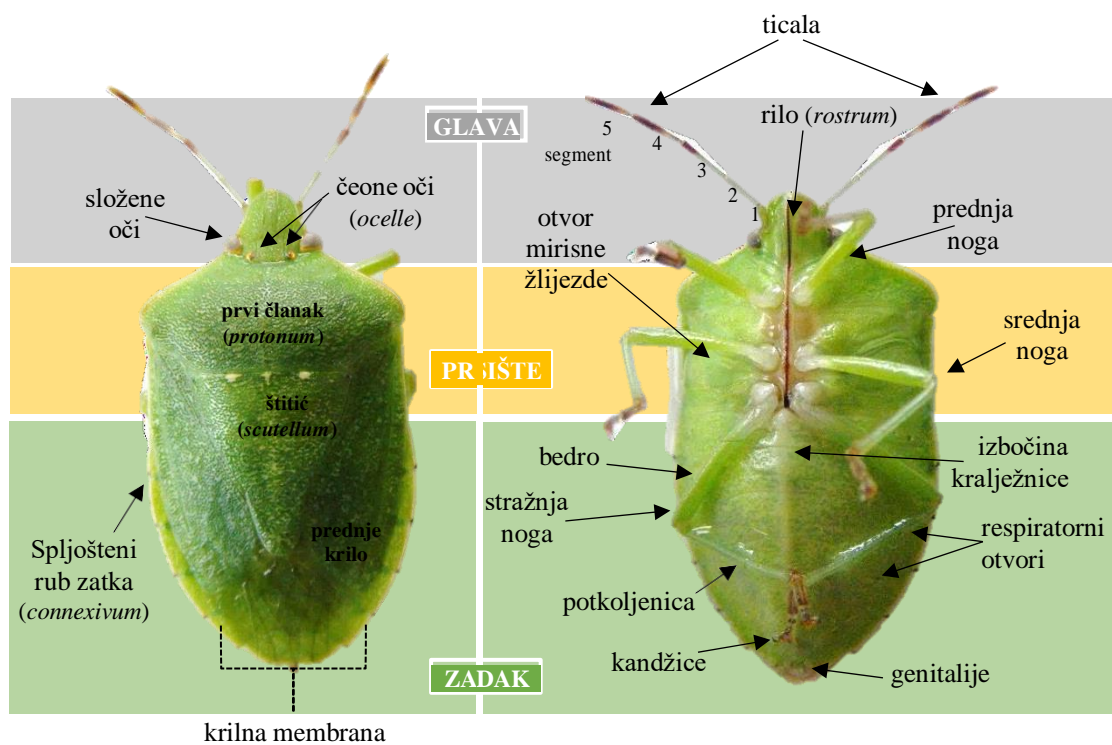
Nezara viridula se može pojaviti u polju i u zaštićenim prostorima. Ova vrsta ima značajnu ulogu u ratarskoj proizvodnji. Štetnik je žitarica (Poáceae), uzrokuje oštećenja na pšenici

(Reay Jones, 2010.), riži, kukuruzu (Hunt i sur., 2017.; Ciceoi Roxana i sur., 2017.) te sirku (Hall IV i Teetes, 1982.; Leppla i sur., 2023). Stjenice također nanose štetu uljaricama poput suncokreta, uljane repice (Oliveira, 2023.) i soje (Knight i Gurr, 2007.). Soja (*Glycine max* L.) je posebno istaknuta kao preferirani domaćin stjenica prema mnogim autorima (Knight i Gurr, 2007.; Majić i sur., 2010.; Olson i sur., 2011.). Jači napadi stjenica na soju obično se češće javljaju u područjima s toplijom klimom diljem svijeta. Promjene klime i povećana učestalost sušnih razdoblja u određenim područjima, poput naših, pogoduju razvoju stjenica i uzrokuju veću štetu na biljkama (Vratarić i Sudarić, 2009.). Također, stručnjaci tvrde da širenje uzgoja soje u sjeveroapadnim dijelovima naše zemlje omogućava povećanje populacije zelene štitaste stjenice. Osim ratarski kultura hrane se i na velikom broju povrća: rajčica (Grozea i sur., 2012.; Leppla i sur., 2023.), paprika, grah, grašak (Nilakhe i sur., 1981.) mahune, kupus, patlidžan, krumpir, batat, krastavac, lubenice (Rédei i Torma, 2003.), te u manjoj mjeri hrane tikvenjače (Pintar i sur., 2019.). Stjenice se hrane i na drugim poljoprivrednim kulturama kao što su duhan, pamuk, a mogu se pojaviti i na orašastim kulturama kao što su orah, badem i lješnjak (Xiaofeng i sur., 2020.). Na voćkama, stjenice preferiraju sočne plodove poput breskve, marelice, maline (Rédei i Torma, 2003.), jabuke (Gupta i Pathania, 2017). dok se na ukrasnom bilju mogu pojaviti na gladiolama, ricinusu, jorgovanu, kalini, pasiflori, paulovnici (Rédei i Torma, 2003.). U proljeće su dostupne divlje krstašice (gorušica), te ostale nekultivirane vrste koje predstavljaju prijelazne domaćine i imaju ulogu u održavanju populacije stjenica kada preferirani usjevi nisu dostupni (Todd, 1989.; Knight i Gurr, 2007.) Među značajnim domaćinima korova su *Amaranthus spinosus* L., *Ricinus communis* L., *Solanum nigrum* L., *Malva parviflora* L., *Rubus fruticosus* L. i *Cyperus rotundus* L. (Kereši i sur., 2012.).

2.1.1. Morfologija zelene stjenice

Imago, odrasli oblik zelene stjenice ima ovalno dorzoventralno spljošteno tijelo u obliku štita duljine od 13 do 20 mm. Glavu stjenica ima sićušnu, oblikom trokutastu s hipognatnim položajem, gdje je rilo, usnog ustroja za bodenje i sisanje, povijeno između prednjih nogu, te usni otvor okrenut prema nazad, a čelo prema dolje. Rilo stjenice ima člankovitu strukturu i nalazi se na donjoj strani prsišta. Sastoji se od četiri hitinska bodeža koji oblikuju dvije cjevčice. Kroz jednu cjevčicu stjenica izlučuje slinu s probavnim enzimima u biljni organ, dok kroz drugu cjevčicu usisava djelomično razgrađeni sadržaj. Probavni enzimi obavljaju

kemijsku i fizikalnu razgradnju biljnog tkiva, nakon čega stjenica usisava poluprobavljenu masu i dalje je razgrađuje u svom probavnom sustavu. Budući da stjenice koriste takav način prehrane, za njihovu ishranu je potrebna velika količina vode koju crpe iz biljnog tkiva (<https://www.savjetodavna.hr/>). Na glavi ima ticala koja mogu biti građena od tri do pet segmenata (Sharif i sur., 2020.), te jedan par manjih složenih očiju. Iznad složenih očiju nalaze se čeone oči (*ocelle*) koje nisu prisutne kod ličinki stjenica. Te oči su sitnije i služe za primanje intenziteta svjetlosti. Prsište stjenica (*thorax*) građeno je od tri članka. Prvi članak (*protonum*) ujedno je i najveći, a drugi i treći članak su međusobno prislonjeni ili srasli. Štitić (*scutellum*) kod stjenica je velik, trokutastog oblika i proteže se na zadnja dva članka prsišta (Schuh i Slater, 1995.). Stjenice imaju dva para krila. Prednji par krila, polupokrilja (*semielytrae*) služe za letenje, djelomično su hitinizirana, a vršni dio prednjih krila opnaste je građe i naziva se membrana. Membrana je bezbojna, prozirna te ima vidljive razgranate žile. Stražnja krila su u cijelosti opnaste građe (Schuh i Slater, 1995.; Maceljski, 2002.). Noge stjenice građene su za hodanje i trčanje te se sastoje od nekoliko segmenata koji omogućuju fleksibilnost i pokretljivost. Stjenice u usporedbi s tijelom imaju duge i tanke noge te se zbog njih kreću brzo i okretno i vrlo lako mogu promijeniti smjer kada su u opasnosti.

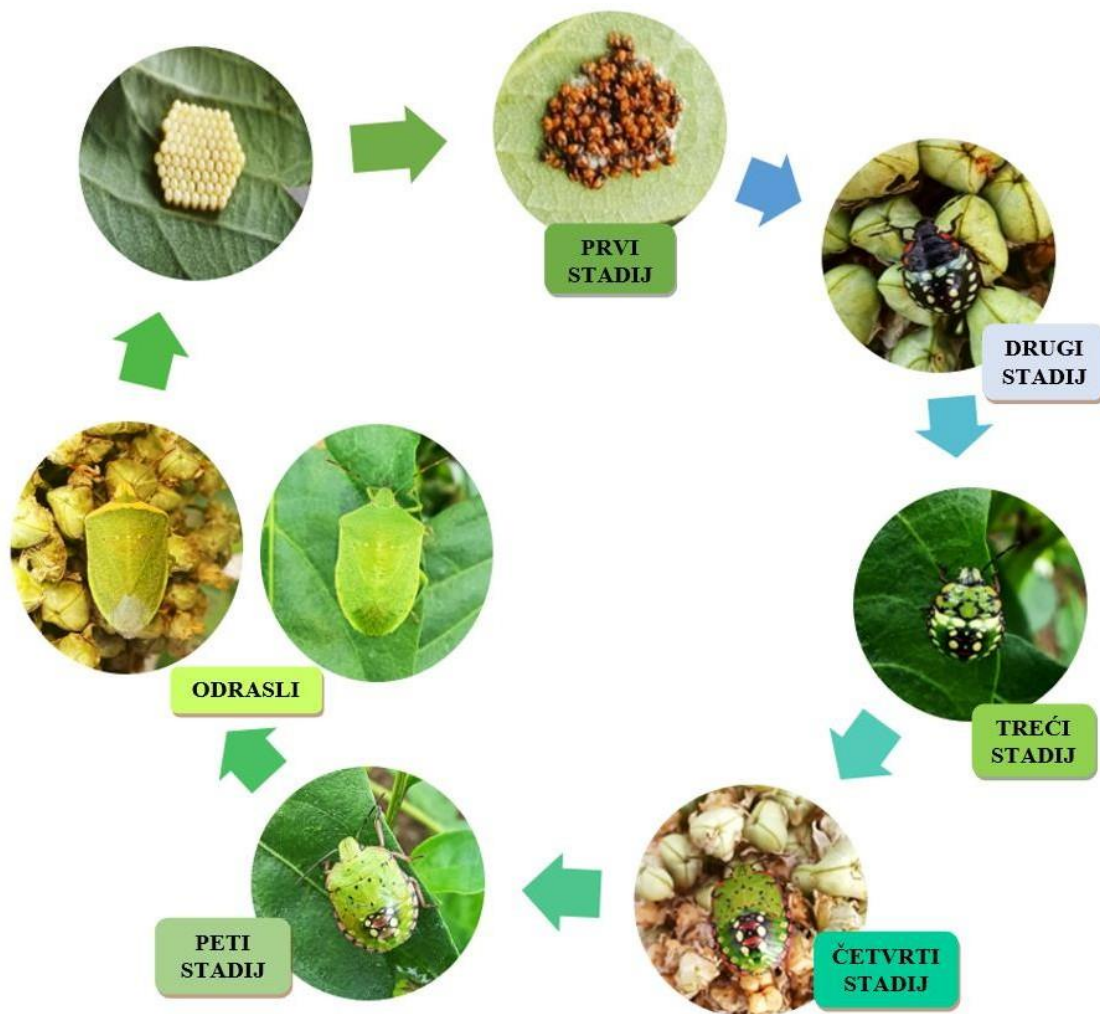


Slika 2. i 3. Detaljan prednji i stražnji morfološki prikaz tijela zelene stjenice
(Foto:Grgošević, 2023.)

Stopala su sastavljena od dva članka, a na kraju stopala nalaze se dvije kandžice između kojih se nalazi prihvatni mjehurić (arolium). Kandžice služe za prijanjanje na površine i osiguravanje stabilnosti tijekom kretanja (Schuh i Slater, 1995.). Jaja su pri polaganju bijelo-žute do ružičasto žute boje, a sazrijevanjem poprimaju tamniju boju, bačvasta su oblika, veličine 1,3 x 0,9 mm (Pintar i sur., 2019.). Jaja su uvijek položena u grupama, jedno jaje je zalijepljeno za drugo bez međuprostora. Ličinke kad se izlegu nemaju krila, ali su vidljivi začetci krila (CABI Digital Library, 2022.), te se razlikuju bojom ovisno u kojem su razvojnom stadiju. Prvi stadij ličinke zelene stjenice je smeđe narančaste boje, u drugom stadiju crne boje sa smeđim dijelovima, u trećem stadiju su crne sa zelenkastim nepravilnim točkama na leđnoj strani prsišta te četvrti stadij ličinke sličan je trećem samo što ima razvijenu zelenu boju na glavi i gornjem leđnom dijelu prsišta. Zadnji, peti stadij, ističe se jer je ličinka skoro cijela poprimala zelenu boju odrasle jedinke, jedino na zatku ima karakteristične bijelo žute točke. Veličine ličinke variraju kroz razvoj, u prvom stadiju su 1,6 mm pa rastom u zadnjem stadiju mogu doseći i do 10 mm (Pintar i sur., 2019.).

2.1.2. Biologija i ekologija

Zelena stjenica godišnje ima četiri do pet generacija. Za razvoj jedne generacije prosječno je potrebno 35 do 37 dana, no sve ovisi o životnim uvjetima odnosno temperaturi i pristupačnosti hrane (Capinera, 2001.). Zelena stjenica prezimljuje u odraslom stadiju pod biljnim ostatcima, u podnožju biljaka ili u pukotinama kore drveća u stanju dijapauze koje je karakterizirano crvenkasto smeđom obojenošću tijela stjenice. No i tijekom zime, ako je ona blaga, moguće je uočiti odrasle stadije stjenice, a njihovo preživljavanje poboljšano je prisutnošću stalnog izvora hrane kao što je gorušica (*Brassica spp.*) ili divlja rotkvica (*Raphanus sp.*) (Todd, 1989.). Tek u proljeće kada temperatura poraste iznad 21°C stjenice izlaze iz zimskih pokrova i postaju aktivne, lete na biljke domaćine i počinju ishranu. Nakon ishrane spremni su za parenje, potom ženke odlažu jaja na naličju listova, stabljici, na mahunama u skupinama od 30 do 130 jajašaca (Capinera, 2001.; Majić i sur., 2010.).



Slika 4. Životni ciklus zelene stjenice (Foto: Grgošević, 2023.)

Jaja stjenice odlažu na velik broj kultura kao što su djetelina, soja, strne žitarice, rano proljetno povrće te na prisutnim domaćinima korova (Todd, 1989.). Razvoj jaja, ali i ličinki, brži je tijekom ljeta jer temperatura ima važan utjecaj na razdoblje razvoja (Drake, 1920.). U proljeće i jesen potrebno je dva do tri tjedna da se stjenice izlegu iz jaja, dok je ljeti potrebno samo pet dana. Prva tri stadija ličinke se zadržavaju u skupinama na biljnom tkivu sišući biljne sokove, dok ličinke četvrtog i petog stadija, pojedinačno kreću prema ostalim dijelovima biljke. Najveće štete pravi peti stadij ličinke. Već nakon pet tjedana mogu se uočiti odrasli oblici u polju. Temperatura i kvaliteta prehrane utječe na brzinu razvoja ličinki. Prema nekim studijima optimalne temperature za razvoj su oko 30 °C, gdje stadij ličinke traje 23 dana, dok je na 20 °C potrebno 8 tjedana za njihov razvoj (Todd, 1989.). Pri temperaturi od 27±5°C ličinke sena primarnim biljkama domaćinima kao što je soja, razvijaju dvostruko brže nego kada se hrane drugim vrstama biljaka kao što je djetelina

(Velasco i Walter, 1992.). Odrasli oblici najčešće se pronalaze na rubnim dijelovima polja u skupinama na pojedinim mjestima.



Slika 5. i 6. Ličinke drugog, trećeg i četvrtog stadija na soji (Foto: Grgošević, 2022.)

Najveća populacija zelenih stjenica je tijekom ljetnih mjeseci, tada im je i aktivnost veća i to najviše u jutarnjem dijelu dana. Ličinke zadnja dva stadija i odrasli oblici stjenica tijekom dana se skrivaju na sjenovite i skrivenije dijelove biljaka, kao naličje lista, te time otežavaju suzbijanje (Majić i sur., 2010.; Pintar i sur., 2019.).

2.1.3. Simptomi napada i štete od zelene stjenice

N. viridula usnim ustrojem za bodenje i sisanje prodiru tkivo biljke i sišu hranjive tvari. Hrane se svim dijelovima biljke, stabljikom (Panizzi i Rossi, 1991.), lišćem, osobito lisnim žilama, cvjetovima, no najpoželjnija faza razvoja biljke je formiranje ploda i mahuna te mladice u razvoju (Todd i Herzog 1980.; Squitier, 2010.; Giacometti Romina i sur., 2020.). Kako biljke stare, stjenice se sele na domaćine koji imaju sočnije dijelove biljke (Todd, 1989.). Hranjenjem, stjenice oduzimaju biljci hranjive sokove, a kroz svoje ubode ubrizgavaju snažne probavne enzime i time otvaraju put za ulazak patogenih organizama, posebice uzročnika truleži. Kod ishrane na plodovima, stjenice daju prednost nezrelim plodovima u odnosu na zrele, što rezultira znatno usporavanje njihovog rasta, promjene boje te deformiranje ploda. Stjenice ubodom rila stvaraju sitne, tvrde, smečkaste ili crnkaste mrlje

na biljci (Todd i Herzog 1980.). Oštećenja od uboda vidljiva su na plodovima, dok oštećene mladice obično uvenu (Squitier, 2010.; Giacometti Romina i sur., 2020.). Takva oštećenja imaju negativan utjecaj na kvalitetu plodova, značajno smanjujući njihovu tržišnu vrijednost (Drake, 1920.). Osim toga, oštećenja mladica i sjemenki rezultiraju velikim ekonomskim gubicima zbog smanjenja prinosa (Giacometti Romina i sur., 2020.).

U proizvodnji biljaka, stjenica *Nezara viridula* postaje sve ozbiljniji izazov. U nastavku su navedeni simptomi i štete koji se javljaju na često zahvaćenim kulturama na našem području. Zelena stjenica ima izraženu sklonost prema biljkama mahunarki kao što su grah, grašak, soja. Oštećenja pretežno radi na mladim mahunama i uzrokuje smanjenje broja i kvalitete zrna, manji sadržaj ulja te smanjenu klijavost (Jensen i Newsom, 1972.; Todd i sur. 1988.). Kod soje, hranjenje stjenicama tijekom rane faze formiranja sjemena može rezultirati smežuranim, deformiranim i premalim sjemenkama, dok hranjenje u kasnijoj fazi većim, iako još uvijek zelenim, sjemenom stjenice sisajući prave rupice na biljnom tkivu koje s vremenom postanu crne i nekrotične (Kilpatrick i Hartwig 1955.; Turner 1967.; Majić i sur., 2010.)



Slika 7. i 8. Crne, nekrotične, mahune soje s oštećenim zrnima (Izvor: Internet)

Kod jakih napada ove stjenice u prvim fazama razvoja sjemena soje, može se pojaviti simptom tzv. zelenog sjemenja, što dovodi do odgođene zriobe (Majić i sur., 2010.). Osim toga, oštećeno sjeme ima promjene u kvaliteti ulja, s nešto višim sadržajem bjelančevina i nižim sadržajem ulja u usporedbi s neoštećenim sjemenom. Također se primjećuje povećanje određenih masnih kiselina, poput linolne, palmitinske, stearinske i oleinske kiseline, dok se linolenska kiselina smanjuje (Todd i sur. 1988.). Klijavost sjemena također može biti

smanjena nakon jakog napada stjenice. Mjesto uboda ima veći utjecaj nego broj uboda, pa ubod stjenice u os radikulu hipokotila sjemena može spriječiti klijanje, dok više uboda u kotiledonu može utjecati na energetska ravnotežu biljke, ali ne i na klijanje (Jensen i Newsom, 1972.). Stjenice uzrokuju najveća oštećenja na mahunama i sjemenu soje, ali se također mogu hraniti na stabljikama i lišću (Vratarić i Sudarić, 2009.). Soja ih jako privlači tijekom cvatnje i ranih stadija mahune, dok se najveća gustoća stjenice obično javlja tijekom srednjih do kasnih fenoloških stadija mahune (Musser i sur., 2011.). Prema literaturi, smatra se kritičnim brojem prisutnosti jedne zelene stjenice na svakih 0,3 m reda soje (Majić i sur., 2010.)

U različitim fazama razvoja žitarica stjenica može nanijeti ozbiljnu štetu, uzrokujući negativne posljedice na prinos i kvalitetu usjeva. U vegetativnom stadiju kukuruza, ličinke i odrasle jedinke stjenice nanose štetu hraneći se pri dnu biljke kukuruza klijanaca. Također, tijekom reproduktivne faze, buše ljske i hrane se zrnima u razvoju od početka formiranja zrna do faze mliječne zriobe, iako se mogu hraniti i kroz fazu tvrdog tijesta. Ova vrsta oštećenja dovodi do izostanka zrna ili smežuranih zrna, pri čemu su smežurana zrna posebno osjetljiva na gljivične infekcije (Hunt i sur., 2017.). U ranim fazama razvoja, prije nalijevanja zrna, jaki napad stjenice može deformirati klip kukuruza, dajući mu izgled kravljeg roga ili bumeranga, i izložiti zrna oštećenjima od ptica i drugih kukaca jer se i ljska klipa prestaje razvijati (Ciceoi Roxana i sur., 2017.).



Slika 9. i 10. Simptom "kravlji rog" na kukuruza uzrokovan napadom zelene stjenice

(Izvor: Internet)

U kasnijim fazama, njihova ishrana rezultira 'pjegavim' izgledom, pojavom ožiljaka ili modrica na zrnima, kao i žutim rubovima na lišću (Hunt i sur., 2017.). Kukuruz šećerac posebno je privlačan domaćin stjenicama, s prijavljenim gubicima do 100%. Slično kao i kod soje, stjenice se obično nalaze na rubovima polja, bez velikog širenja prema

unutrašnjosti (Ciceoi Roxana i sur., 2017.). Na pšenici, prisutnost zelene stjenice može uzrokovati značajna oštećenja tijekom faze mliječne zriobe, ali nema značajan utjecaj u fazi zrenja zrna. Njihova ishrana može rezultirati smanjenom klijavošću, smanjenom težinom zrna i smanjenom kvalitetom zrna. Iako nisu uobičajeni štetnici na pšenici, zelene stjenice se mogu nakupiti na pšenici prije nego što se presele na osjetljivije usjeve ili druge biljne domaće (Reay-Jones, 2010.).

Stjenice, poput vrste *Nezara viridula*, pripadaju među jednog od najčešćih štetnika biljaka iz porodice *Solanaceae*. Najčešće se uočavaju stjenice na rajčici, paprici, patlidžanu te krumpiru. Napad na plodove rajčice javlja se tijekom svih faza zrelosti, plodove mogu napasti i ličinke i odrasle jedinke stjenica (Leppla i sur., 2023.). Ličinke se češće primjećuju na zelenim plodovima, dok odrasle jedinke preferiraju crvene plodove rajčice. Ovaj napad rezultira promjenom boje plodova, gdje se na početku pojavljuju žute mrlje u području blizu peteljke, koje se s vremenom šire po cijelom plodu, a u unutrašnjosti ploda razvija se plutasto tkivo (Grozea i sur., 2012.; Wakil i sur., 2017.).



Slika 11., 12. i 13. Simptom napada zelene stjenice na rajčici (Izvor: Internet)

Ovi se simptomi mogu primijetiti u istoj mjeri kako na mladim, zelenim plodovima tako i na zrelim, crvenim plodovima rajčice. Također, kada stjenice napadaju zelene plodove, može doći do usporenog razvoja rajčice. Zelene štitaraste stjenice najaktivnije su pri intenzivnom svjetlu i visokim temperaturama, a to je u preiodu između 11 i 16 sati. Plodovi koji su pogođeni ovim simptomima nisu prikladni za konzumaciju zbog njihovog lošeg okusa (Grozea i sur., 2012.). Na plodu paprike uočavaju se vrlo slični simptomi od napada stjenice kao i na rajčici, žute mrlje proširene po cijelom plodu te plutasto razvijeno područje u unutrašnjosti ploda.



Slika 14. i 15. Simptomi napada zelene stjenice na paprici (Izvor: Internet)

Na biljkama patlidžana ishrana zelene stjenice može uzrokovati različite vrste oštećenja, sišući biljno tkivo stjenice uzrokuje sušenje cvjetnih pupova i vrhova, te promjenu boje i deformaciju plodova. Ovi simptomi dovode do značajnog smanjenja prinosa i kvalitete plodova. Tijekom vrhunca napada, koji se obično javlja od kraja lipnja do sredine srpnja, zelena stjenica može uništiti do 75% cvjetnih pupova. To rezultira nedostatkom plodova tijekom nekoliko tjedana (Gard i sur., 2022.). Posljednjih godina na našem području primijećen je porast populacije ovog štetnika tijekom ljetnih mjeseci na povrću.

Stjenice mogu nanositi oštećenja biljkama iz porodice Cucurbitaceae, posebno tikvama i krastavcima. Oštećenja nastaju kada ličinke i odrasle jedinke probadaju rilom biljno tkivo kako bi se hranile, usisavajući biljne sokove i ubrizgavajući toksičnu slinu. Mjesta uboda postaju tamnija i tvrđa. Oštećeni plodovi gube na kvaliteti i tržišnoj vrijednosti. Plodovi koji su intenzivno napadnuti postaju deformirani, manji po masi i veličini, te mogu prijevremeno otpasti s biljke. Snažan napad može potpuno uništiti mlade biljke. Najveća oštećenja uzrokuju ličinke u petom razvojnom stadiju i odrasle stjenice. Ishrana se obično odvija noću, na stabljici, listovima, cvjetovima i plodovima, iako im plodovi i mladi izdanci predstavljaju preferirane izvore hrane (Pintar i sur., 2019.). Napadnuti plodovi voća imaju gotovo iste simptome kao i napadnuto povrće, gube prirodnu boju kože, dobivaju gorak okus i smanjuju tržišnu vrijednost. Na primjer, isto kao i kod rajčice kod napada breskve može uzrokovati sporiji rast te rezultirati sa sitnijim plodovima ili može doći do preranog opadanja plodova (Johnson i sur., 1985.; Squitier, 2010.). U posljednje vrijeme primjećuju se sva izraženija oštećenja jezgre lješnjaka, koja postaju vidljiva tek nakon procesa čišćenja i pripreme za tržište. Oštećeni plodovi su smežurani s tamnim pjegama ispod kojih se nalazi bijelo ili tamno-žuto plutasto tkivo. Ovako oštećeni plodovi su jestivi, ali im je tržišna vrijednost značajno smanjena. Zanimljivo je da se na ljusci neočišćenih lješnjaka ne mogu primijetiti vidljiva oštećenja ili tragovi bolesti, iako je jezgra oštećena.



Slika 16. Oštećenja od zelenih stjenica na očišćenoj jezgri lješnjaka (Izvor: Internet)

Ova pojava može se objasniti ranim napadom stjenice na zelene plodove lješnjaka, tijekom lipnja, gdje ubodna mjesta zarastaju i postaju nevidljiva kasnije u razvoju ploda. Napad stjenice na jezgru lješnjaka najopasniji je tijekom faze nalijevanja jezgre (svibanj-srpanj), što dovodi do smežuranosti plodova (<https://www.savjetodavna.hr>).

2.1.4. Mjere zaštite kulturnih biljaka od zelene stjenice

Korištenje kemijskih insekticida u velikoj mjeri dovodi do razvoja otpornosti štetnika na određene aktivne tvari. Zbog toga je važno naglasiti važnost integrirane zaštite bilja. Jedna od alternativnih metoda koju je moguće primijeniti u kontroli štetnika je „trap cropping“ metoda ili primjena lovnih biljaka. To je agrotehnička mjera koja ima za cilj smanjiti štetu na glavnoj kulturi putem sadnje/sjetve biljaka koje privlače/odvlače štetnike s glavne kulture. Ova metoda doprinosi kontroliranju štetnika tako što ih privlači na biljke koje nisu cilj uzgoja, umanjujući njihovu štetnost na glavnoj kulturi. Važno je tretirati lovne biljke pesticidima ili ih zaorati prije nego što se stjenice razviju u odrasli stadij, kako bi se spriječilo njihovo širenje na glavni usjev. Insekticidi se obično primjenjuju, na lovnim biljkama, tijekom faze cvatnje i formiranja plodova (Squitier, 2010.). Tillman (2006.) je u svojem istraživanju utvrdio da se odrasle jedinke *N. viridula* mogu uspješno kontrolirati sjetvom sirka, *Sorghum bicolor* L. (Moench), kao lovne biljke, uz pamuk ili kukuruz. Stjenice su pokazale preferenciju prema sirku te se populacija u usjevu pamuka smanjila. U istraživanju koje su proveli Rea i suradnici (2002.), bijela gorušica (*Sinapis alba* L.), grašak (*Pisum sativum* L.) i crna gorušica (*Brassica nigra* L.) korištene su kao lovne biljke za smanjenje populacije stjenice *N. viridula* u kukuruzu šećercu. Rezultati istraživanja su pokazali da su populacije *N. viridula* bile veće na lovnom usjevu nego na glavnoj kulturi kukuruza. Također, proučavan je utjecaj rano sazrijevajuće sorte soje, *Glycine max* (L.) Merr., i južnog graška, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, kao lovne biljke u usjevu soje (McPherson i Newsom 1984.; Todd i Schumann, 1988.). Utvrđeno je da kombinacija

navedenih lovnih biljaka i primjena insekticida u određenim fazama na iste smanjuje brojnost stjenica na lovnim biljkama te smanjuje mogućnost prijelaza stjenica na glavni usjev soje. Uzrokovanjem sjemena rezultati su pokazali da je oštećenje sjemena u glavnom usjevu soje iznosilo 3%, dok je kod rane sorte soje, lovne biljke, oštećenje sjemena bilo 60%. Također, rezultati pokazuju da bi se kemijska tretiranja trebala primijeniti na usjeve lovnih biljaka prije nego što se pojave odrasli. Isto tako, tretiranje lovnih biljaka trebalo bi se obaviti prije nego što glavni usjev soje uđe u fazu formiranja mahuna (R3) i punog razvoja mahuna (R4), budući da ženke tada polažu jaja, a prisutnost vrste *N. viridula* u soji je povećana u tom fenološkom stadiju. Ove studije utvrdile su da metoda lovnih biljaka može biti korisna strategija za kontrolu fitofagne stjenice *N. viridula*. Prskanje kemijskim insekticidima na glavni usjev provodi se samo kada je apsolutno nužno. Ovakav pristup ima za cilj smanjiti upotrebu kemijskih insekticida, kako bi se smanjio negativni utjecaj na okoliš i korisne organizme.

Mehaničke mjere su od velike važnosti u suzbijanju stjenica i predstavljaju glavni dio ne kemijskih mjera. Ove mjere uključuju uklanjanje listova s odloženim jajnim leglima te ručno skupljanje stjenica u svim razvojnim stadijima iz nasada. One su vrlo učinkovite u smanjenju broja štetnika, osobito na manjim površinama i kod blagog napada. Uklanjanje ženki prije nego što polože jaja smanjuje brojnost ličinki sljedeće generacije. Redoviti i detaljni vizualni pregledi biljaka preduvjet su za uspješno provođenje ovih mjera, kako navodi Capinera (2001.). U nasadima lješnjaka, osim vizualnog pregleda stabala, potrebno je provoditi i pratiti štetnika pomoću piramidalnih crnih lovki kako bi se utvrdila brojnost stjenica. Uklanjanje korova također može biti korisno u smanjenju štete od stjenica na određenim kulturama, ali učinkovitost ove mjere može varirati ovisno o biljnoj vrsti. Istraživanje Killiana i Meyera (1984.) pokazalo je da kontrola korova na breskvama može smanjiti štetu, dok istraživanje Altieri i suradnika (1981.) pokazuje da ne smanjuje štetu na soji.

Stjenice su vrsta kukaca koja je poznata po svojoj otpornosti, a u svijetu se njihova populacija često kontrolira putem biološkog suzbijanja, pomoću prirodnih neprijatelja. Postoje određeni organizmi koji se koriste za biološko suzbijanje zelene stjenice. Jedan od takvih organizama je muha *Trichopoda pennipes* (Fabricius, 1781.), koja parazitira ličinke i odrasle stadije zelene stjenice. Ova muha polaže jaja na tijelo stjenica, a ličinke koje se izlegnu hrane se njihovim tijelom i tako pridonose smanjenju brojnosti populacije stjenica. Također, osice *Trissolcus basalus* mogu se koristiti za suzbijanje jaja zelene stjenice. One polažu svoja jaja unutar jaja stjenica, a ličinke koje se izlegu hrane se njihovim sadržajem (Malais i Ravensberg, 2003.).

Unatoč tome, trenutna globalna strategija za upravljanje populacijom stjenica i dalje se oslanja na insekticide kao primarno sredstvo suzbijanja, iako ova praksa ima nekoliko nedostataka. Korištenje insekticida često dovodi do nepovoljnih ekoloških posljedica i može dovesti do razvoja otpornosti kod štetnika (Snodgrass i sur., 2005.). U Republici Hrvatskoj svi registrirani pripravci namijenjeni suzbijanju *N. viridula* L. su na bazi aktivne tvari deltametrin (Decis 2,5 EC, Decis 100 EC, Scatto, Rotor Super, Demetrina 25 EC i Deltagri). Ovi insekticidi mogu se primijeniti u uzgoju rajčice, paprike, patlidžana na otvorenom i zatvorenom prostoru, kao i češnjaka na otvorenom (<https://fis.mps.hr/>). Iako su insekticidi široko dostupni i trenutno se koriste za suzbijanje stjenica, važno je biti svjestan njihovih ograničenja, stoga se preporuča primijeniti insekticide samo kada je to apsolutno nužno i uz strogo pridržavanje uputa za uporabu. Pragovi štetnosti za stjenice *N. viridula* važne su smjernice za poljoprivrednike i stručnjake pri primjeni kemijskih mjera zaštite. Kemijske mjere su opravdane samo ako prelaze određene pragove štetnosti, što osigurava ekonomičnost i očuvanje okoliša. Važno je napomenuti da se ovi pragovi mogu razlikovati ovisno o uvjetima uzgoja, regiji i sortama biljaka. Stoga je preporučljivo redovito pratiti prisutnost stjenica i konzultirati stručnjake za ispravne odluke o primjeni mjera zaštite prema lokalnim uvjetima i preporukama.

2.2. Biljni ekstrakti

Insekticidi igraju važnu ulogu u razvoju ljudskog društva, ali zabrinjava njihova sve češća uporaba koja neprestano raste. Jedna od alternativa sintetskim pesticidima je primjena biljnih ekstrakata s insekticidnim svojstvima. Insekticidni učinci biljnih ekstrakata razlikuju se ovisno o vrsti biljke, vrsti štetnika, zemljopisnom području i dijelovima biljke koji se koriste, kao i o metodologiji ekstrakcije i otapalima koja se koriste. Biljke proizvode sekundarne metabolite kao obrambeni mehanizam protiv štetnika i patogena (Dubey 2011.; Miresmailli i Isman, 2014.). Sekundarni biljni metaboliti, imaju nisku toksičnost za ljude i okoliš, višestruke mehanizme djelovanja, te njihova primjena može pridonijeti održivoj poljoprivredi (Isman, 2006.; Khare i sur., 2020.). Biljni ekstrakti sadrže različite kemijske spojeve koji rezultiraju različitim načinima djelovanja (Khare i sur., 2020.), poput terpenoida, koji imaju zaštitnu ulogu u biljkama, ali istovremeno negativno djeluju na ponašanje i fiziološke procese kukaca. Sekundarni metaboliti biljaka poput alkaloida, tanina, terpena, fenola, flavonoida i smola, imaju antifungalna, antibakterijska, antioksidativna ili insekticidna svojstva (Divekar, 2023.) Ti se spojevi mogu izolirati različitim metodama

ekstrakcije, kao što su maceracija biljnog materijala u vodi, pomoću organskih otapala različitih polariteta ili razne vrste destilacije (Dubey, 2011.; Pavela, 2016.). Kora, lišće, korijenje, cvijeće, plodovi, sjemenke, klinčići, rizomi i stabljike biljaka mogu se koristiti za proizvodnju biljnih pripravaka, a odabir dijela biljke ovisi o predviđenim bioaktivnim kemikalijama i njihovoj koncentraciji (Divekar, 2023.)

Istraživanje mehanizma djelovanja biljnih kemijskih spojeva pruža mogućnost za razvoj ekološki prihvatljivih botaničkih pesticida (Prakash i sur., 2008.). Danas postoji više botaničkih proizvoda koji se koriste za kontrolu kukaca, kao što su rotenon, piretrum, neem i razna eterična ulja, a njihova ekološka sigurnost jedna je od njihovih glavnih prednosti (Isman, 2006.). Biljni pesticidi su općenito ekološki prihvatljivi jer se brzo raspadaju u prirodi, obično brže od sintetskih insekticida, i manje su opasni za prirodne neprijatelje (Korunić i Rozman, 2012.). Proizvodi koji se temelje na biljnim ekstraktima obično sadrže mješavine aktivnih tvari s različitim mehanizmima djelovanja, što sprječava razvoj otpornih populacija štetnika (Isman, 2006.; Miresmailli i Isman, 2014.). Učinkovitost, biorazgradivost, raznolikost, načina djelovanja, niska toksičnost i dostupnost izvornih materijala čimbenici su koji doprinose važnosti botaničkih pesticida (Neeraj i sur., 2017.).

2.2.1. Morfološka i kemijska svojstva korištenih biljnih vrsta

2.2.1.1. *Ambrozija (Ambrosia artemisiifolia L.)*

Ambrozija ili pelinolisni limundžik (*Ambrosia artemisiifolia* L.) je jednogodišnja zeljasta biljka iz porodice glavočika (Asteraceae), koja potječe iz Sjeverne Amerike. Na našim prostorima se javlja kao invazivna vrsta korova. Ambrozija uspješno raste na suhim staništima s umjerenim zahtjevima prema hranjivim tvarima. Preferira neutrofilna tla, svjetlo i izrazito topla staništa, te ima visoku sposobnost prilagodbe, što joj omogućava da se širi na različite vrste staništa (Kojić i sur. 1997.). Prvi put je zabilježena u Hrvatskoj 1941. u okolini Pitomače (Kovačević i Groman, 1964.).

Ambrozija intenzivno zakorovljuje poljoprivredne površine, kao što su okopavinski usjevi, povrtnice i trajni nasadi, ali također se javlja i na ruderalnim površinama poput željezničkih pruga, dijelova uz autoceste, područja uz rijeke i jezera te zapuštenim površinama u gradovima (Galzina i sur., 2009.) Stabljika ambrozije je uspravna, četverbridna i grmolika,

doseže visinu do 150 cm, ponekad i više, te je prekrivena grubim dlačicama (Ostojić, 2001.). Koriijen je vretenastog oblika i dobro razvijen bočnim korjenčićima. Ne prodire duboko u tlo, što omogućuje ambroziji da se ukorijeni na plitkim i zbijenim zemljištima (Petrić i Tomašević, 2003.; Nikolić i sur., 2014.). Listovi ambrozije su nasuprotni, jajasti oblika, dugi 5-10 cm, duboko perasto razdijeljeni, što im daje sličnost s listovima pelina (*Artemisia sp.*), što je i dovelo do naziva ove biljke. Listovi su gusto obrasli dlakama, plavkasto-zelene boje, s tamnijim licem i svjetlijim naličjem (Petrić i Tomašević, 2003.; Nikolić i sur., 2014.). Cvjetovi ambrozije su jednodomni, što znači da se muški i ženski cvjetovi formiraju na istoj biljci, ali su odvojeni. Skupljeni su u uspravne grozdaste cvatove na vrhovima stabljika i bočnim izdancima. Muški cvjetovi ambrozije pojavljuju se nekoliko dana (7-10) prije ženskih cvjetova i smješteni su na vrhu biljke. Oni su skupljeni u poluloptaste cvati slične glavicama i služe za proizvodnju peludi (Kazinczi i sur., 2008.). Svaka biljka ambrozije oslobađa stotine milijuna peludnih zrnaca tijekom sezone, a vjetar ih raznosi na udaljenosti veće od 300 km (Petrić i Tomašević, 2003.; Nikolić i sur., 2014.).



Slika 17. Ambrozija biljka (Foto: Grgošević, 2023.)



Slika 18. Ambrozija sjeme (Izvor: Internet)

Ženski cvjetovi su grupirani u jednospolne cvatove i nalaze se u pazušcima gornjih listova, iznad njih su muških cvjetovi (Essl i sur., 2015.), a cvjetanje se javlja od srpnja do rujna (Gebben, 1965.). Prašnika ima pet i plodnica je podrasla. Sjeme ambrozije stvara se kasno u jesen, obavijeno je čvrstim omotačem i nalazi se unutar roške. Roška može varirati po obliku i veličini, najčešće je jajastog oblika, velika oko 3 mm, s 5-7 bodljastih izraštaja na jednoj strani, pri čemu je središnji izraštaj najduži (Plavšić-Gojković, 1986.; Petrić i

Tomašević, 2003.; Nikolić i sur., 2014.). Boja sjemena može biti svjetlo-smeđa do tamno-smeđa (Trkulja i sur., 2009.). Ambrozija proizvodi veliku količinu sjemena po biljci, što je karakteristično za tu vrstu, i predstavlja izvor zakorovljenosti u narednim godinama. Svaka biljka ambrozije godišnje može proizvesti čak do 6000 sjemenki (Petrić i Tomašević, 2003.; Nikolić i sur., 2014.). Sjeme može ostati dormantno u tlu i do 40 godina, čak i po niskim temperaturama kada dolazi do smrzavanja (Darlington, 1922.).

Prema nedavnom istraživanju provedenom od strane Hall i njegovih suradnika (2023.), u eteričnom ulju ambrozije otkriveno je ukupno 57 različitih kemijskih spojeva, koji većinom pripadaju terpenima i seskviterpenima. Najčešće prisutan spoj bio je germakren D s udjelom od 48,9%, zatim germakren B s udjelom od 7,8% i β -kariofilen s udjelom od 3,8%. Terpeni su velika skupina sekundarnih metabolita u biljkama, od vitalne važnosti za obranu biljaka te igraju uloge u primarnim funkcijama kao što su rast i razvoj. Terpeni su klasificirani u više od 25.000 različitih spojeva koji obavljaju različite funkcije, kao što su alelopatičnost i obrambeni toksini. Primjeri terpena koji aktivno sudjeluju u obrani biljaka uključuju iridoide, benzoksazole i hlapljive spojeve kao što su monoterpeni i seskviterpeni, poput α -bisabolen i β -kariofilena (Divekar i sur., 2022.).

Obični vratić (*Tanacetum vulgare* L.)

Obični vratić (*Tanacetum vulgare* L.) je trajna zeljasta biljka koja pripada porodici glavočika (Asteraceae). Samonikla je biljna vrsta na području Republike Hrvatske. Ova biljna vrsta raste na različitim mjestima kao što su vlažna područja uz rijeke i potoke, neodržavane livade, uz rubove puteva i druga slična mjesta. Preferira sunčana staništa i različite vrste tla poput pjeskovitog, ilovastog ili glinenog tla (Knežević, 2006.).

Stabljika običnog vratića je uspravna i može doseći visinu do 150 cm te je razgranata u gornjem dijelu, stvarajući grmoliki oblik biljke. Njezina površina je hrapava i prekrivena dlačicama koje dodatno pridonose njezinoj teksturi. Korijen je vretenastog oblika i dobro razgranat. Iako korijen biljke nije dug, on je sposoban prodirati u plitka i zbijena tla. Listovi su smješteni naizmjenično, duljine su između 15 i 25 cm, jednostruko ili dvostruko perasto razdijeljeni na lancetaste segmente. Ovi segmenti su sjedeći i grubo nazubljeni, što daje listovima zanimljiv izgled. Donji listovi su pričvršćeni na peteljku, dok su gornji listovi sjedeći i obavijaju stabljiku. Cvjetovi su dvospolni i oblikuju se u guste paštite cvatove koji se nalaze na vrhovima stabljika. Cvjetovi su cjevasti i imaju žutu boju.



Slika 19. i 20. Biljka obični vratić i sjeme (Izvor: Internet)

Involukrum, vanjski omotač cvata, je polukuglast i građen je od svjetlozelenih, golih listića. Obični vratić cvate od srpnja do sredine studenog, pružajući svježinu i boje u prirodi tijekom ljetnih i jesenskih mjeseci. Cvjetove oprašuju razni kukci, a pčelama pružaju malu količinu nektara i peluda (Hulina, 1998.; Knežević, 2006.). Cvjetovi i listovi običnog vratića sadrže eterično ulje koje ima karakterističnu žutu ili zelenkasto-žutu boju. Glavna komponenta ovog eteričnog ulja je β -tujon. Osim toga, ulje sadrži i druge važne sastavnice poput α -tujona, pinena, α -kamfora i borneola. Ove komponente eteričnog ulja poznate su po svojim insekticidnim i repelentnim svojstvima te su ključne u pripravcima koji se koriste za zaštitu od štetnika (Palsson i sur., 2008.).

Pripravci od običnog vratića imaju insekticidno djelovanje protiv pipe jagodine peteljke (*Caenorhinus germanicus* Herbst), jagodine grinje (*Tarsonemus pallidus* Banks), kupinove grinje (*Acalitus essigi* Hassan), malininog pupara (*Byturus tomentosus* Fabr.), osa listarica (*Athalia rosae* L.), te fungicidno djeluje protiv hrđe, pepelnice i plijesni (Hulina, 1998.), jabučnog savijača (*Cydia pomonella* L.)(Zanor, 1996.).

3. MATERIJAL I METODE

3.1.1. Prikupljanje zelene stjenice

Odrasle jedinke i ličinke *N. viridula* prikupljene su na soji (*Glycine max* L.Merr.) u polju, te u plasteniku na rajčici (*Lycopersicon esculentum* (L.) H. Karst.) i paprici (*Capsicum annuum* L.) na području Osijeka. Prikupljanje je obavljeno za vrijeme mirnog i sunčanog vremena između 10 i 15 sati te u večernjim satima između 18 i 20 sati. U usjevu soje, prikupljanje je bilo nasumičnim odabirom biljaka na rubnim dijelovima usjeva. Prilikom prikupljanja stjenica korištene su ručne tehnike prikupljanja i metoda otresanja s lišća. Uхваćene stjenice su smještene u spremnike s otvorima, gdje su im osigurani hrana (listovi i mahune soje) i voda. Spremnici su potom preneseni u Laboratorij za entomologiju na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, gdje su jedinke prebrojane i smještene u entomološke kaveze.



Slika 21. Prikupljanje stjenica u soji
(Grgošević, 2022.)



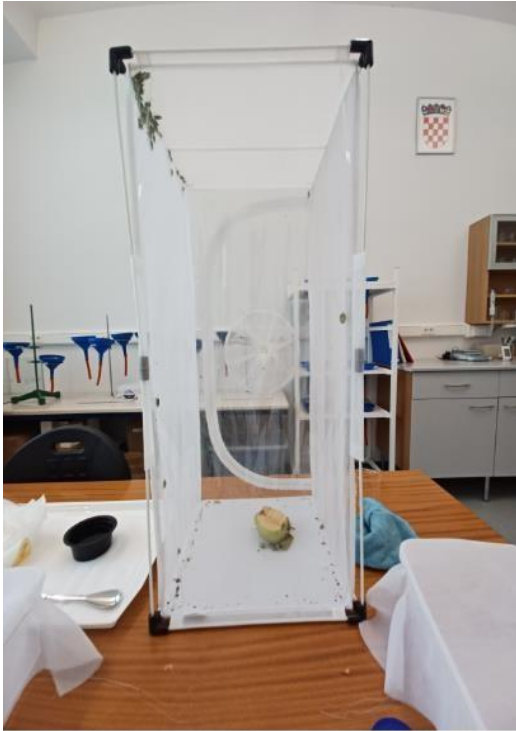
Slika 22. Prebrojavanje stjenica u laboratoriju
(Grgošević, 2022.)

3.1.2. Priprema vodenog ekstrakta

Nadzemni dio korovnih vrsta ambrozija i obični vratić, prikupljen je u fazi cvatnje (Hess i sur., 1997.) na ruderalnim staništima u Osječko-baranjskoj županiji. Prikupljene jedinke su bile neoštećene. Svježa masa biljke je sušena na zraku u laboratoriju tijekom dva dana, a zatim dodatno sušena u sušioniku na 50°C tijekom 72 sata. Osušena biljna masa zatim je usitnjena u prah pomoću električnog mlina. Miješanjem 10 g suhe biljne mase sa 100 ml destilirane vode pripremljeni su vodeni ekstrakti ambrozije i običnog vratića u koncentraciji 10% te je vodeni ekstrakt običnog vratića naknadno razrijeđen kako bi se dobila koncentracija od 5% (Norsworthy, 2003.). Pripremljena smjesa ostavljena je 24 sata, nakon čega je procijedena kroz muslinsko platno kako bi se uklonile veće čestice, a zatim filtrirana kroz filter papir.

3.1.3. Biotest

Laboratorijski pokusi u svrhu utvrđivanja toksičnosti vodenih ekstrakata na ličinke zadnja dva stadija (IV. i V.) i odrasle stadije zelene štitaste stjenice (*Nezara viridula* L.) provedeni su u Laboratoriju za entomologiju, Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku tijekom rujna 2022. godine. U pokusu su upotrijebljena dva biljna ekstrakta, ekstrakt ambrozije u koncentraciji od 10% i ekstrakt običnog vratića u koncentracijama od 10% i 5%. Kao negativna kontrola korištena je voda, dok je komercijalno sredstvo kemijski insekticid Laser poslužilo kao pozitivna kontrola. Pokus je bio postavljen u četiri ponavljanja, pri čemu je svako ponavljanje sadržavalo 10 jedinki, ukupno 40 jedinki po tretmanu. Prije početka pokusa, odrasle jedinke i ličinke zelene stjenice su prikupljene i smještene u entomološke kaveze.



Slika 23. i 24. Pripremljena otopina i laboratorijsko posuđe za pokus (Grgošević, 2022.)

Jedinke stjenica uronjene su u pripremljene vodene otopine na 5 sekundi i potom su stavljene u posudu s filter papirom na sušenje. Nakon sušenja prebačene su u plastične, prethodno označene, posude koje su prekrivene mrežastim platnom te im je osigurana hrana i voda. Hrana je mijenjana svaka dva dana. Posude sa stjenicama su čuvane u sobnim uvjetima. Mortalitet je utvrđivan nakon: 24, 48, 72 i 96 h (Durmusoglu, 2003). Ličinke i odrasle jedinke su promatrane golim okom, a one mrtve su uklanjane iz kutija.



Slika 25. Jedinke stjenica u posudama nakon tretiranja (Grgošević, 2022.)

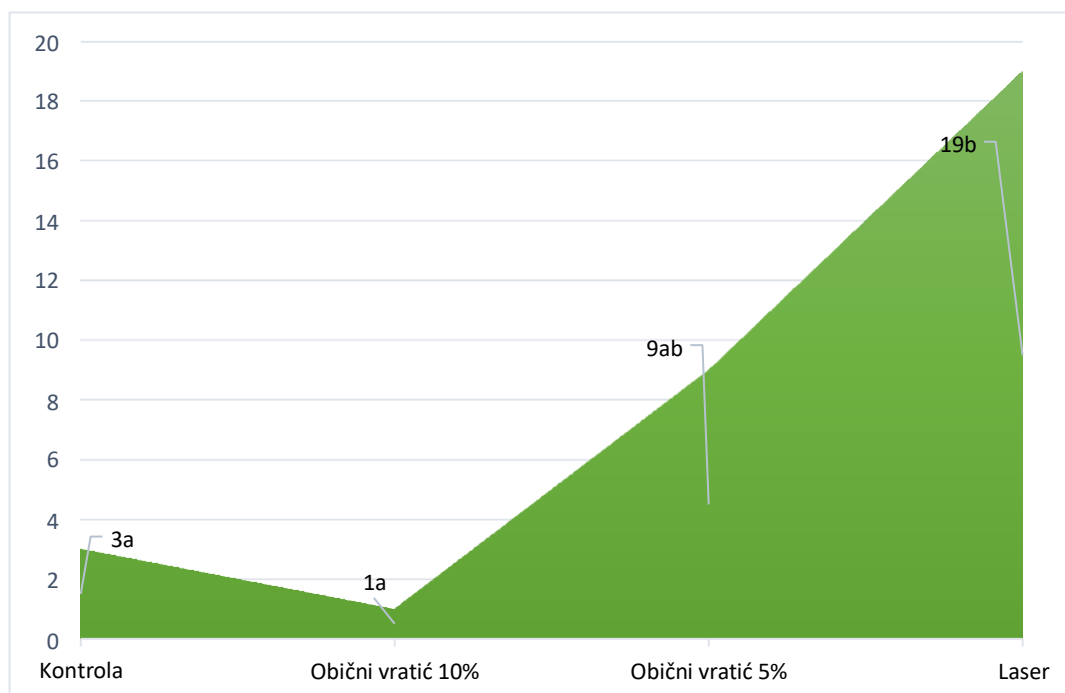
Svi prikupljeni podaci su analizirani u programu Statistica 14.0.0.15 (2020). Napravljena je analiza varijance (ANOVA), s jednim promjenljivim faktorom, a razlike između srednjih vrijednosti tretmana testirane su posthoc Fisher-ovim testom.

Učinkovitost tretmana iskazana je u postotcima i obračunata je po Abbott-u prema formuli (Abbott, 1925.)

$$\text{Učinkovitost \%} = \frac{(1 - \text{broj preživjelih nakon tretmana})}{\text{broj preživjelih u kontroli}} \times 100$$

4. REZULTATI

Najveća smrtnost odraslih stadija *N. viridula* utvrđena je u tretmanu s Laserom. Ukoliko napravimo usporedbu Lasera s biljnim ekstraktima iz Grafikona 1 je vidljivo da je obični vratić u 5%-oj koncentraciji bio učinkovitiji u odnosu na 10%-u koncentraciju što je i statistički bilo značajno. Iako je kod tretmana s Laserom utvrđena najveća smrtnost ona se nije statistički značajno razlikovala od smrtnosti kod tretmana s običnim vratićem (5%) tako da je otvorena mogućnost daljnjih istraživanja na drugim kukcima i drugim razvojnim stadijima. Prema dobivenim rezultatima vidljivo je da je smrtnost odraslih jedinki bila veća u kontrolnom tretmanu u odnosu na tretman s običnim vratićem u koncentraciji 10% što može ukazivati na to da ovaj tretman može stimulatивно djelovati na preživljavanje odraslih stadija te je potrebno provesti dodatna ispitivanja kako bi se to utvrdilo.

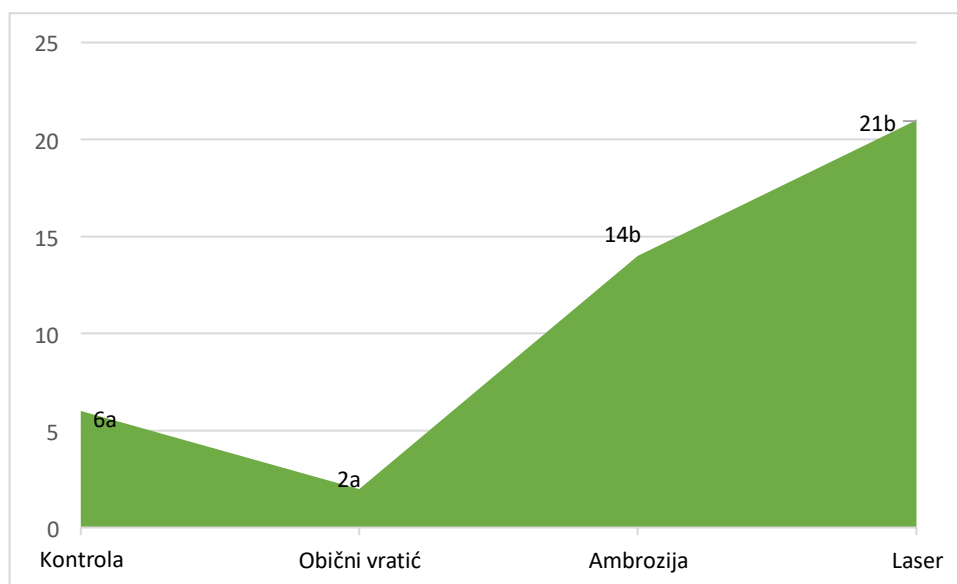


*Vrijednosti u stupcima označene istim slovom statistički se ne razlikuju na temelju LDS testa

Grafikon 1. Mortalitet odraslog stadija *N. viridula*

Tretman s Laserom rezultirao je najvećom smrtnošću ličinki *N. viridula*. Dok je od korištenih biljnih ekstrakata, ambrozija pokazala statistički značajno veću učinkovitost od običnog vratića u koncentraciji od 10%. Unatoč tome što je tretman s Laserom rezultirao najvećom smrtnošću ličinki, statistička analiza nije pokazala značajnu razliku u odnosu na smrtnost u tretmanu s ambrozijom. Stoga se pruža prilika za daljnja istraživanja s ovim ekstraktom koja

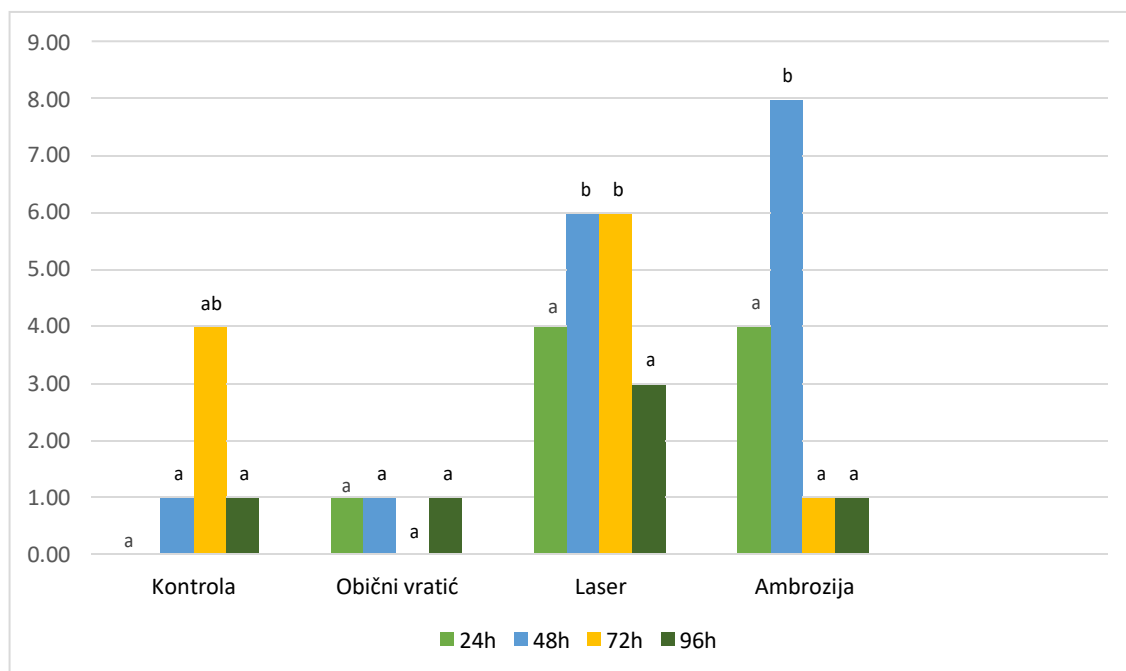
bi obuhvatila druge vrste štetnih kukaca. Također, istraživanje može obuhvatiti različite razvojne stadije kukaca kako bi se utvrdilo ima li tretman različite učinke na ličinke, kukuljice ili odrasle jedinke. Na temelju dobivenih rezultata, primijećeno je da je smrtnost ličinki bila viša u kontrolnoj skupini u usporedbi s tretmanom običnog vratića u koncentraciji od 10%. Ova razlika je uočena i kod odraslih i kod ličinki što ukazuje na mogućnost da tretman običnim vratićem u navedenoj koncentraciji stimulira preživljavanje odraslih stadija. Kako bi se to sigurno utvrdilo, potrebna su daljnja istraživanja koja će detaljnije ispitati utjecaj tretmana na različite razvojne stadije kukaca (Grafikon 2.).



*Vrijednosti u stupcima označene istim slovom statistički se ne razlikuju na temelju LSD testa

Grafikon 2. Mortalitet ličinki *N. viridula*

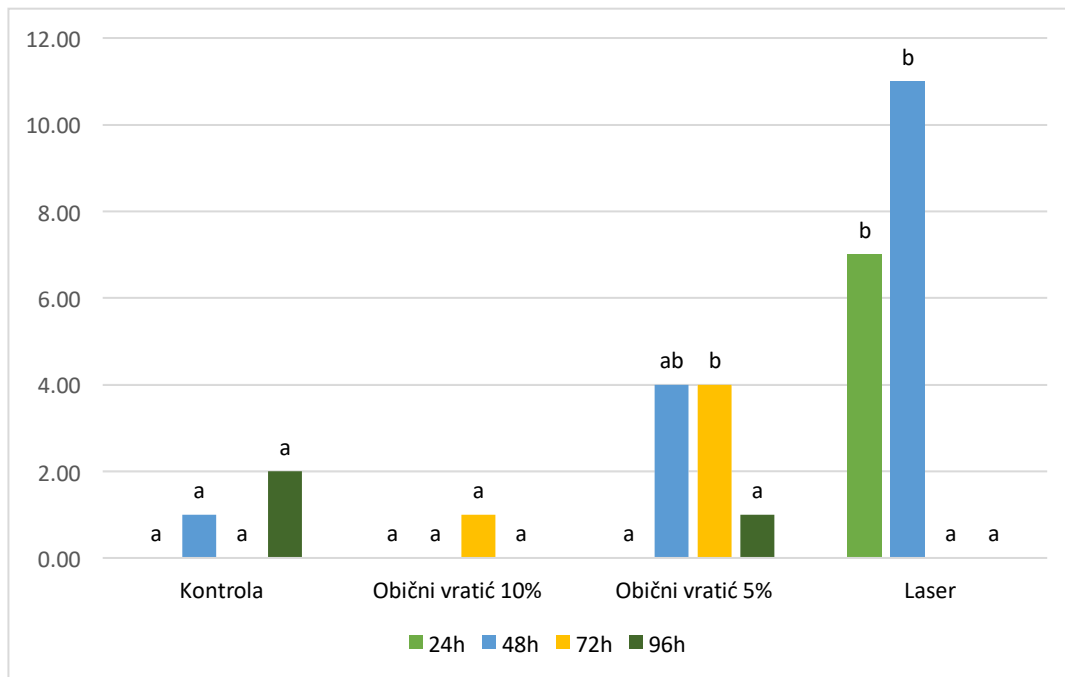
Prema dobivenim rezultatima u grafikonu 1. i 2. možemo vidjeti kako je obični vratić u koncentraciji od 10% imao slično djelovanje i kod odraslih jedinki i kod ličinki *N. viridula*. Uspoređujući s tretmanom kontrole pretpostavka je da tretman obični vratić u višoj koncentraciji ima stimulativno djelovanje na preživljavanje jedinki štetnika, dok je u nižoj koncentraciji zabilježen mortalitet kod ličinki koji se statistički nije razlikovao od pozitivne kontrole iako je bio nešto niži.



*Vrijednosti u stupcima označene istim slovom statistički se ne razlikuju na temelju LSD testa

Grafikon 3. Mortalitet ličinki *N. viridula* po danima

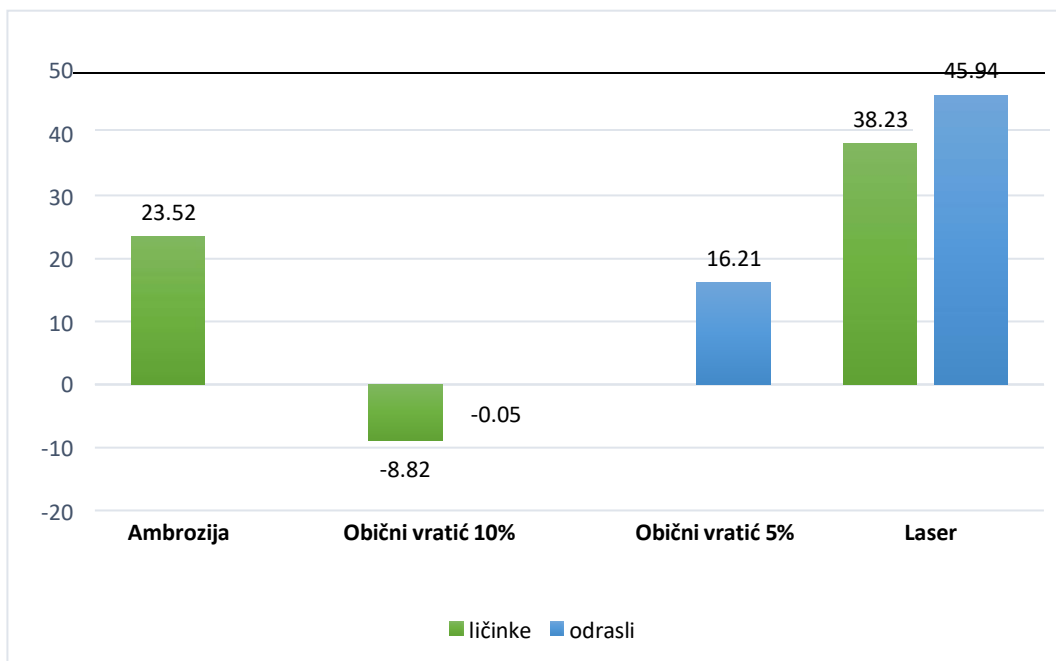
Kod tretmana s Laserom i vodenim ekstraktom ambrozije zabilježena je jednaka smrtnost nakon 24 h kod tretmana s ličinkama, ali ona nije bila statistički značajna u odnosu na ostale tretmane. Najveća smrtnost kod ličinki zabilježena je na tretmanu s ambrozijom 48 h nakon tretiranja koja je bila i statistički značajna u odnosu na kontrolu i tretman s običnim vratićem. Iako je kod Lasera nakon 48h utvrđena niža smrtnost u odnosu na tretman s ambrozijom, statistički značajne razlike nisu utvrđene između ova dva tretmana. Nakon 72 h, mortalitet se povećao u kontrolnom tretmanu što je bilo i očekivano. Kod Lasera se bilježi jednaka smrtnost kao i nakon 48h sati i ona je i statistički značajna u odnosu na tretmane s biljnim ekstraktima međutim budući da statističke značajnosti nisu utvrđene u odnosu na kontrolu, učinkovitost je nakon navedenog vremenskog perioda jako niska. Kod ambrozije smrtnost opada na minimum nakon tri dana i niža je nego u kontroli što znači da ima kratko djelovanje. Može se zaključiti da se učinkovitost kod svih tretmana naglo smanjuje treći dan nakon tretmana. Učinkovitost tretmana nakon 96 h, bila je niska. Najveću smrtnost bilježi se kod Lasera dok je kod ostalih tretmana utvrđena jednaka smrtnost (Grafikon 3.).



*Vrijednosti u stupcima označene istim slovom statistički se ne razlikuju na temelju LDS testa

Grafikon 4. Mortalitet odraslog stadija *N. viridula* po danima

Kod odraslog stadija nakon 24 h utvrđen je mortalitet samo kod tretmana s Laserom koji je bio i statistički značajan u odnosu na ostale tretmane. Nakon 48 h, ponovno se bilježi najveća smrtnost kod istog tretmana, međutim zabilježena je smrtnost i kod 5%-og tretmana s običnim vrtićem, iako dosta niža smrtnost u odnosu na Laser međutim nije bila statistički različita. Učinkovitost kod običnog vrtića (5%) nije bila visoka jer se nije statistički značajno razlikovala od kontrolnog tretmana. Nakon 72 h, najveća smrtnost zabilježena je kod tretmana s običnim vrtićem u nižoj koncentraciji koja je bila statistički značajna u odnosu na ostale tretmane. Nakon 96 h smrtnost kod svih tretmana bila je niža u odnosu na smrtnost u kontrolnom tretmanu (Grafikon 4.).



Grafikon 5. Učinkovitost tretmana prema Abbott-u (%)

Prema rezultatima provedenog istraživanja (Grafikon 5.) najveća učinkovitost kod ličinki (38,23%) i odraslih (45,94%) *N. viridula* utvrđena je kod tretmana s Laserom. Od navedenih ispitivanih biljnih vodenih ekstrakata najveću učinkovitost pokazao je tretman s ambrozijom (23.52%) koja je bila primijenjena na ličinke *N. viridula*. Učinkovitosti tretmana običnog vratića utvrđena je samo kod odraslih (16,21%) pri nižoj koncentraciji, dok je kod više koncentracije isti tretman imao stimulativno djelovanje na preživljavanje kod oba ispitivana stadija.

5. RASPRAVA

Uspoređujući dobivene rezultate s drugim istraživanjima, slične rezultate dobili su i drugi autori u istraživanju insekticidnog djelovanja biljnih ekstrakata *A. artemisiifolia* i *T. vulgare* na različite vrste kukaca. Učinkovitost vodenog ekstrakta ambrozije na ličinke *N. viridula* u ovom istraživanju iznosila je 23,52%, dok je u istraživanju koje su proveli Sarajlić i sur. (2022.) na stjenicama (Pentatomidae) zabilježena smrtnost od 15% kod ličinki vrste *N. viridula* te 32,5% kod ličinki vrste *Halyomorpha halys*. U mnogim znanstvenim istraživanjima utvrđivana je djelotvornost ekstrakta ambrozije na različite stadije ličinki. U ovom istraživanju ispitivana je učinkovitost vodenih ekstrakata na ličinke četvrtog i petog stadija *N. viridula* te nije utvrđena visoka učinkovitost, dok su rezultati istraživanja Granados-Echegoyen i sur. (2015.) pokazali da je etanolski ekstrakt *A. artemisiifolia* imao jači insekticidni učinak (50%) na ličinke u drugom, trećem i petom stadiju *Bactericera cockerelli* Sulc. nakon tretmana s koncentracijama od 0,001 g/ml, 0,01 g/ml i 0,1 g/ml. Toksično djelovanje utvrdili su i Zhang i sur. (2010.) u istraživanju koje su proveli. Kukavičji suznik (*Malacosoma neustria* L.) pokazao je visoku stopu smrtnosti nakon primjene ekstrakta *A. artemisiifolia*, čak i pri razrjeđivanju. Letalna koncentracija (LC₅₀) sirovog ekstrakta ambrozije iznosila je 1048,7 mg/L. U istraživanju koje su proveli Ge i Hu (2010.), proučavana je, također, toksičnost ekstrakta *A. artemisiifolia* na štetnika *Dictyoploca japonica* Moore, te je razmatrana njegova primjena kao metoda kontrole. Kada je razrjeđeni ekstrakt primijenjen u koncentracijama od 10, 20 i 40 puta, učinkovitost je iznosila 73,75%, 70,00% i 57,50%. Ovi rezultati ukazuju na potencijal *A. artemisiifolia* kao sigurne i učinkovite alternative konvencionalnim pesticidima u suzbijanju navedenog štetnika. Osim toksičnog djelovanja na štetnika koje ekstrakt ambrozije može imati, rezultati istraživanja koje su proveli Mendoza-Garcia i sur. (2014.) potvrđuju na repelentno djelovanje vodenih i etanolskih ekstrakata *A. artemisiifolia*, iako se to djelovanje postupno smanjivalo tijekom vremena. Navedeni ekstrakt, osim repelentnog djelovanja pokazao je i sposobnost inhibiranja ovipozicije cvjetnog štitastog moljca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood). No, na određene štetne kukce nije utvrđena učinkovitost određene ispitivane djelotvornosti ekstrakta ambrozije. Istraživanja Gvozdenac i sur. (2012.) su pokazala da etanolski ekstrakt *A. artemisiifolia* nije imao "antifeeding" djelovanje, odnosno nije utjecao na intenzitet ishrane ličinki gubara (*Lymantria dispar* L.). Zhao i suradnici (2015.) utvrdili su da vodeni ekstrakt *A. artemisiifolia* nije pokazao značajnu toksičnost za zlatnog jabučnog puža (*Pomacea canaliculata* Lamarck). Dok su, Paul i Choundry (2016.) istaknuli slabo

larvicidno djelovanje metanolskih ekstrakata *A. artemisiifolia* na ličinke četvrtog stadija žute kukuruzne sovice (*Helicoverpa armigera* Hübner, 1808). Osim što utječe na kukce, *A. artemisiifolia* također pokazuje alelopatski učinak na druge biljke. To znači da biljni ekstrakt *A. artemisiifolia* može izlučivati kemikalije koje utječu na rast, razvoj ili klijanje drugih biljnih vrsta u svojoj okolini. Te kemikalije mogu djelovati inhibicijski ili poticajno na druge biljke, ovisno o koncentraciji i vrsti biljaka s kojima dolaze u kontakt (Hall, 2023.). U istraživanju koje su proveli Hall i suradnici (2023.), utvrđeno je da korištenje vodenih ekstrakata izdanaka, ekstrakata korijena i eteričnog ulja ambrozije značajno utječe na morfološke karakteristike različitih biljnih vrsta. Na primjer, primjena ovih ekstrakata rezultirala je smanjenjem duljine i mase korijena te nadzemne biomase kod soje u laboratorijskim i stakleničkim uvjetima. Međutim, ekstrakti nisu imali utjecaj na nadzemnu biomasu pšenice, dok je rast korijena klijanaca pšenice pokazao negativan utjecaj u oba ispitivanja. S druge strane, primijećeno je značajno smanjenje nadzemne biomase kukuruza, ali je rast korijena jasno potaknut primjenom ekstrakata izdanaka ambrozije i eteričnog ulja ambrozije, dok nije bilo utjecaja kada je kukuruz bio izložen ekstraktima korijena ambrozije.

Rezultati istraživanja su pokazali da vodeni ekstrakt *Tanacetum vulgare* može imati različite vrste djelovanja na razne kukce. Također, primijećene su sličnosti i razlike dobivenih rezultata u ovom istraživanju i rezultata raznih autora. Kwiecień i sur. (2020.) su utvrdili da je vodeni ekstrakt *T. vulgare* pokazao insekticidni učinak protiv ličinki lisnih uši na grahu (*Aphis fabae* Scop.). Za postizanje najboljeg učinka, koji je bio vidljiv tek nakon 12 sati, bilo je potrebno primijeniti najmanje 20% ekstrakta svježeg *T. vulgare* i 5% ekstrakta osušene mase. Učinkovitost ekstrakta niže koncentracije se pojavila kasnije, tek nakon 36-60 sati primjene. Uspoređujući navedeno istraživanje i dobivene rezultate, najbolji učinak vodenog ekstrakta običnog vratića (5%) postignut je na odraslim jedinkama *N. viridula* tek 48h nakon tretmana, dok kod ličinki i kod odraslih nije utvrđena učinkovitost kod istog tretmana pri višoj koncentraciji (10%). Utvrđena je veća brojnost preživjelih jedinki (ličinke 8,82% i odrasli 0,05%) u odnosu na kontrolu što može ukazivati na stimulativnost pri preživljavanju kod ovog tretmana. Ove rezultate je potrebno ponoviti kako bi se teorija mogla potvrditi. U istraživanju koje su proveli Brewer i Ball (1981.), ispitala se repelentnost ekstrakta *T. vulgare* na ličinkama trećeg i četvrtog stadija tri vrste štetnika kupusnjača: kupusne grbice (*Trichoplusia ni* Hubner), dijamantnog moljca (*Plutella xylostella* L.) i repičinog bijelca (*Pieris rapae* L.). Rezultati su pokazali značajno (5%) smanjenje hranjenja kod repičinog bijelca i dijamantskog moljca, te u manjoj mjeri kod kupusne grbice. Hough-Goldstein i

Hahn (1992.) su primijetili da je vodeni ekstrakt *T. vulgare* usporio razvoj ličinki kupusnog bijelca (*Artogeia rapae* L.) i rezultirao manjom težinom kukuljica uzgojenim na listovima kupusa tretiranim vodenim ekstraktom *T. vulgare* od onih razvijenih na kontrolnim listovima. Također, tijekom polaganja jaja, dijamantni moljci (*Plutella xylostella* L.) položili su više nego dvostruko jaja na kontroli nego na biljkama tretiranim vodenim ekstraktom *T. vulgare*. Ovi rezultati potvrđuju repelentnost koju su Brewer i Ball (1981.) prethodno utvrdili. Čak i u poljskim pokusima Hough-Goldstein i Hahn navode da su tretmani vodenog ekstrakta *T. vulgare* koncentracije 1% i 5% značajno smanjili brojnost štetnika na kupusu te su štete pri berbi bile značajno niže na glavicama kupusa tretiranog vodenim ekstraktom *T. vulgare* nego glavice tretirane vodom što možemo usporediti s dobivenim rezultatima gdje je značajna učinkovitost na odrasle jedinke *N. viridula* također bila u koncentracija od 5% ekstrakta običnog vratića. Također, snažno repelentno i "antifeeding" djelovanje *T. vulgare* otkrili su Magierowicz i sur. (2020.) u istraživanju na štetnika *Acrobasis advenella* (Zinck.). Njihovi rezultati ukazuju na značajan utjecaj biljnih ekstrakata na izbor mjesta za polaganje jaja i hranjenje *A. advenella*. Najmanji broj jaja (2,43%) i ličinki (2,09%) zabilježen je na cvatovima koji su bili tretirani eteričnim uljem i ekstraktom *T. vulgare*, što potvrđuje veliki potencijal ove biljke u zaštiti biljaka od ovog štetnika. Prema istraživanjima Schearer (1984.) i Panasiuk (1984.), utvrđeno je da različite komponente ekstrakta *T. vulgare* imaju repelentno djelovanje na krumpirove zlatice (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Panasiuk (1984.) je istaknuo da komponente ulja *T. vulgare*, kao što su a-terpinen, tujon, dihidrokarvon i karvon, pokazuju repelentna svojstva, također i terpinen, ali u nešto manjoj mjeri. Također, Hough-Goldstein (1990.) je istaknuo da vodeni ekstrakt lišća *T. vulgare* ima "antifeeding" djelovanje na ličinke krumpirovih zlatica (*Leptinotarsa decemlineata* Say), izbjegavajući da se hrane lišćem namočenim u 10% ekstrakt. Isto tako i odrasle jedinke koje su imali lišće tretirano s ekstraktom od 1% otopine odbile su se njime hraniti. Isto tako, istraživanja su pokazala da za značajno ograničenje ishrane vrste *Sitona lineatus* L. bilo je potrebno koristiti najmanje 5% ekstrakta osušene mase ili 20% ekstrakta svježih mase *T. vulgare* (Hough-Goldstein i Hahn 1992.). "Antifeeding" djelovanje *T. vulgare* utvrdili su i Ertürk i sur. (2004.) nad ličinkama jabučnog moljca (*Yponomeuta malinellus* Zeller) gdje je etanolni ekstrakt *T. vulgare* pokazao učinak od 46,12% dok toksično djelovanje na ličinke i kukuljice nije imao. Osim korištenja *T. vulgare* u zaštiti kultura od određenih štetnika, ova biljka ima primjenu i u drugim područjima te djeluje na različite organizme u različite svrhe. Također, slično kao i *A. artemisiifolia*, biljka *T. vulgare* može imati alelopatički utjecaj na druge biljne vrste. To je potvrđeno istraživanjem koje su proveli

Hodišan i Csep (2010.). Njihovi rezultati otkrili su prisutnost kemikalija s alelopatskim učinkom inhibicije, vodenim ekstraktima vegetativnih organa *T. vulgare*, kao što su korijen, list, stabljika i cvijet. U svim ispitivanim varijantama, vodeni ekstrakti iz *T. vulgare* negativno su utjecali na klijanje sjemena i rast biljaka pšenice (*Triticum aestivum* L.) dok je najjači inhibicijski učinak primijećen je kod tretiranja vodenim ekstraktom lista i cvijeta. Biljka ječma (*Hordeum vulgare*) također je pokazala visoku osjetljivost na inhibirano klijanje i trenutni rast biljaka nakon proljetne sjetve, osobito u slučajevima kada su biljke tretirane vodenim ekstraktima lista i cvijeta. Što se tiče biljke uljane repice (*Brassica napus* L.), rezultati su pokazali visoko značajne negativne utjecaje na visinu biljaka u svim ispitivanim varijantama, posebno kada su korišteni vodeni ekstrakti listova i cvjetova, gdje su visoko značajni negativni utjecaji zabilježeni i u klijanju. Lahlou i sur. (2008.) istraživali toksičnost vodenog ekstrakta lišća *T. vulgare* na glodavcima kako bi procijenili akutne i kronične učinke te utvrdili sigurnu upotrebu vodenog ekstrakta *T. vulgare* lišća u tradicionalnoj medicini. Rezultati pokazuju da je ekstrakt relativno netoksičan kod jedne oralne ili intraperitonealne doze za miševe, s izračunatim LD₅₀ vrijednostima od 9,9 g/kg i 2,8 g/kg. Prema tome, oralna doza od 7 g/kg ne bi trebala uzrokovati akutne simptome ili smrt kod životinja, što ukazuje na potencijalno sigurnu uporabu ekstrakta. Također, i pčelari često koriste biljne ekstrakte u borbi protiv pčelinjih patogena. Kruszakin i Migdal (2022.) su istraživali toksičnost triju biljnih ekstrakata, uključujući *T. vulgare*, koji se koriste u biljnoj medicini kako bi se procijenilo njihovo djelovanje na ličinke medonosnih pčela (*Apis mellifera* L.). Rezultati pokazuju da primjena ekstrakta *T. vulgare* uzrokuje smrtnost ličinki pčela u razini od 21,4%, što nije statistički značajno različito od kontrolne skupine (28,6%). Iako postoji određena razina toksičnosti, zaključuje se da je potrebno daljnje istraživanje biljnih ekstrakata namijenjenih pčelarstvu na svim stadijima razvoja medonosnih pčela kako bismo bolje razumjeli njihovu sigurnu i učinkovitu primjenu. Ekstrakt *T. vulgare* sadržava i farmakološko djelovanje u veterinarskoj medicini protiv parazita. Kłaviņa i sur. (2023.) proveli su istraživanje na nematodi *Trichostrongylus lidae* kod ovaca i utvrdili značajno ovoidno i larvicidno djelovanje. Najveći učinak inhibicije jaja (95,8%) postignut je primjenom 200 mg/mL 50%-tnog acetonskog ekstrakta lista, dok je najveći učinak primjene ekstrakta iz cvijeta bio 91,5% tijekom primjene 500 mg/mL 50%-tnog acetonskog ekstrakta. Slično prethodnim rezultatima, ekstrakti lista pokazali su jače larvicidno djelovanje, što ukazuje na potencijalnu upotrebu biljke *T. vulgare* na pašnjacima kako bi se koristila za dehelmintizaciju kod životinja.

6. ZAKLJUČAK

- Kod tretmana ličinki biljnim ekstraktima najveća smrtnost zabilježena je na tretmanu s ambrozijom gdje nisu utvrđene statistički značajne razlike u odnosu na tretman s laserom koji je imao ukupno najveću smrtnost .
- Kod tretmana odraslog stadija biljnim ekstraktima najveća smrtnost zabilježena je na tretmanu s običnim vratićem (5%) gdje nisu utvrđene statistički značajne razlike u odnosu na tretman s laserom koji je imao ukupno najveću smrtnost.
- Najveća učinkovitost vodenog ekstrakta ambrozije utvrđena je 48 h nakon tretmana.
- Učinkovitost svih tretmana značajno opada 72 h nakon tretmana.
- Utvrđena je veća učinkovitost Lasera na odrasle za 7,71% u odnosu na ličinke.
- Učinkovitost vodenog ekstrakta ambrozije iznosila je 23,52% primijenjenog na ličinke dok je učinkovitost običnog vratića u koncentraciji 5% iznosila 16,21% primijenjenog na odrasli stadij zelene stjenice
- Najveća učinkovitost Lasera zabilježena je kod odraslih (45,94%) dok je kod ličinki zabilježena niža učinkovitost (38,23%) što ukazuje na nedovoljnu učinkovitost komercijalnog sredstva na bazi spinosada te može ukazivati na moguću pojavu rezistentnosti stoga su ovakva istraživanja nužna kako bi se pronašla alternativa na tržištu.

7. POPIS LITERATURE

1. Abbott, W. S. (1925.). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265-267.
<https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
2. Altieri, M. A., Todd, J. W., Hauser, E. W., Patterson, M., Buchanan, G. A., Walker, R. H. (1981.). Some effects of weed management and row spacing on insect abundance in soybean fields. *Protection Ecology*, 3(4), 339-343.
3. Brewer, G. J., Ball, H. J. (1981.). A Feeding Deterrent Effect of a Water Extract of Tansy (*Tanacetum vulgare* L., Compositae) on Three Lepidopterous Larvae. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 733-736.
4. CABI (2022.) '*Nezara viridula* (green stink bug)', CABI Compendium. CABI International. doi: 10.1079/cabicompndium.36282.
5. Ciceoi, R., Dumbrava, M., Jerca, I. O., Pomohaci, C. M., Dobrin, I. (2017.). Assessment of the damages on maize crop by the invasive stink bugs *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) and *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758)(Hemiptera: Pentatomidae). *Acta Zoologica Bulgaria Supplements* 9, 211-217.
6. Darlington, H. T. (1922.). Dr. WJ Beal's seed-viability experiment. *American Journal of Botany*, 9(5), 266-269.
7. Divekar, P. (2023.). Botanical Pesticides: An Eco-Friendly Approach for Management of Insect Pests. *Acta Scientific Agriculture*, 7(2).
8. Divekar, P. A., Narayana, S., Divekar, B. A., Kumar, R., Gadratagi, B. G., Ray, A., Behera, T. K. (2022.). Plant secondary metabolites as defense tools against herbivores for sustainable crop protection. *International journal of molecular sciences*, 23(5), 2690.
9. Drake, C. L. (1920). The southern green stink bug in Florida. *The State Plant Board of Florida*, 4, 41-94.
10. Dubey, N. K. (Ed.). (2011.). *Natural Products in Plant Pest Management*. CABI.
11. Durmusoglu, E., Karsavuran, Y., Ozgen, I., Guncan, A. (2003.). Effects of two different neem products on different stages of *Nezara viridula* (L.)(Heteroptera, Pentatomidae) *Journal of Pest Science*. 76:151–154.
12. Ertürk, Ö., Şekeroğlu, V., Kalkan, A. K. Y. (2004.). Antifeedant and toxicity effects of some plant extracts on *Yponomeuta malinellus* Zell.(Lep.: Yponomeutidae). *Journal of Plant Protection Research*, 165-174.

13. Essl, F., Biró, K., Brandes, D., Broennimann, O., Bullock, J. M., Chapman, D. S., Follak, S. (2015.). Biological flora of the British Isles: *Ambrosia artemisiifolia*. *Journal of Ecology*, 103(4), 1069-1098.
14. Fabricius, J. C. (1781.). *Species insectorum impensis Carol. Ernest. Bohnii*.
15. Freeman, P. (1940.) A contribution to the study of the genus *Nezara* Amyot and Serville (Hemiptera, Pentatomidae). *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 90, 351–374.
16. Galzina, N., Barić, K., Šćepanović, M., Goršić, M., Ostojić, Z. (2010.). Distribution of invasive weed *Ambrosia artemisiifolia* L. in Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 75(2), 75-81.
17. Galzina, N., Ostojić, Z., Barić, K., Šćepanović, M., Goršić, M. (2009.). Distribution of allergen weed species *Ambrosia artemisiifolia* L. in the City of Zagreb. In *Zbornik Radova Seminar DDD i ZUPP 2009: Djelatnost dezinfekcije, dezinsekcije, deratizacije i zaštite uskladištenih*, Zadar, Croatia, 25. do 27. March 2009 (pp. 189-198). Korunić doo Zagreb.
18. Gard, B., Bout, A., Pierre, P. (2022.). Release strategies of *Trissolcus basalis* (Scelionidae) in protected crops against *Nezara viridula* (Pentatomidae): Less is more. *Crop Protection*, 161, 106069. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2022.106069>
19. Gebben, A. I. (1965.). The ecology of common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia* L., in southeastern Michigan. University of Michigan.
20. Giacometti, R., Jacobi, V., Kronberg, F., Panagos, C., Edison, A. S., Zavala, J. A. (2020.). Digestive activity and organic compounds of *Nezara viridula* watery saliva induce defensive soybean seed responses. *Scientific Reports*, 10(1), 1-12.
21. Granados-Echegoyen, C., Pérez-Pacheco, R., Bautista-Martínez, N., Alonso-Hernández, N., Sánchez-García, J. A., Martínez-Tomas, S. H., Sánchez-Mendoza, S. (2015.). Insecticidal effect of botanical extracts on developmental stages of *Bactericera cockerelli* (Sulc)(Hemiptera: Triozidae). *Southwestern Entomologist*, 40(1), 97-110. <https://doi.org/10.3958/059.040.0108>
22. Grazia, J., Panizzi, A. R., Greve, C., Schwertner, C. F., Campos, L. A., de A. Garbelotto, T., Fernandes, J. A. M. (2015.). Stink Bugs (Pentatomidae). *Entomology in Focus*, 681–756. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9861-7_22
23. GROZEA, I., ȘTEF, R., VIRTEIU, A. M., Cărăbeț, A., Molnar, L. (2012). Southern green stink bugs (*Nezara viridula* L.) a new pest of tomato crops in western Romania. *Research Journal of Agricultural Science*, 44(2).

24. Gupta, R., Pathania, P. C. (2017). Report on Hemipteran pest diversity on apple plantations (*Malus domestica* Borkh.) in Jammu and Kashmir State of India. *Records of the Zoological Survey of India*, 117(4), 356-366. Capinera, J. L. (2001.). *Handbook of vegetable pests*. Academic Press, San Diego, 729.
25. Gvozdenc, S. M., Inđić, D. V., Vuković, S. M., Grahovac, M. S., Tanasković, S. T. (2012.). Antifeeding activity of several plant extracts against *Lymantria dispar* L.(Lepidoptera: Lymantriidae) larvae. *Pesticides and Phytomedicine/Pesticidi i fitomedicina*, 27(4). <https://doi.org/10.2298/pif.v27i4.2673>
26. Hall IV, D. G., Teetes, G. L. (1982.). Damage to grain sorghum by southern green stink bug, conchuela, and leaf-footed bug. *Journal of Economic Entomology*, 75(4), 620-625.
27. Hall, R. M., Wagentristl, H., Renner-Martin, K., Urban, B., Durec, N., Kaul, H. P. (2023.). Extracts and Residues of Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) Cause Alterations in Root and Shoot Growth of Crops. *Plants*, 12(9), 1768.
28. Henry, T. J. (2017.). Biodiversity of heteroptera. *Insect biodiversity: science and society*, 279-335. <https://doi.org/10.1002/9781118945568.ch10>
29. Hess, M., Barralis, G., Bleiholder, H., Buhr, H., Eggers, T., Hack, H., Stauss, R. (1997.). Use of the extended BBCH scale – general for the description of the growth, stages of mono-and dicotyledonous species. *Weed Res.* 37: 433-441.
30. Hodišan, N., Csep, N. (2010.). Research on the allelopathic effect among the species *Tanacetum vulgare* and some agricultural crops. *Acta Agraria Debreceniensis*, (39), 105-109.
31. Hough-Goldstein, J. A. (1990.). Antifeedant effects of common herbs on the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology*, 19(2), 234-238. <https://doi.org/10.1093/ee/19.2.234>
32. Hough-Goldstein, J., Hahn, S. P. (1992.). Antifeedant and oviposition deterrent activity of an aqueous extract of *Tanacetum vulgare* L. on two cabbage pests. *Environmental Entomology*, 21(4), 837-844. <https://doi.org/10.1093/ee/21.4.837>
33. Hulina, N. (1998.). *Korovi. Školska knjiga*.
34. Hunt T., Wright B. Jarvi K. (2017.). Stink bugs reported in corn and soybeans. In: *CropWatch*, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln, USA.
35. Isman, M. B. (2006.). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review Entomology*, 51, 45-66.

36. Jensen, R. L., Newsom, L. D. (1972.). Effect of stink bug-damaged soybean seeds on germination, emergence, and yield. *Journal of Economic Entomology*, 65(1), 261-264. <https://doi.org/10.1093/jee/65.1.261>
37. Johnson, C. E., Pollet, D. K., Lancaster, D. M. (1985.). Controlling insect pests on peaches. *Louisiana Agriculture*, 28(3), 18-20.
38. Jones W.A., (1988.). World review of the parasitoids of the Southern Green Stick Bug, *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera-Pentatomidae), Entomology paper from other sources, paper 70.
39. Jurić, S., Vinceković, M., Marijan, M., Vlahoviček-Kahlina, K., Galešić, M., Orešković, M., Pajač Živković, I. (2023.). Effectiveness of aqueous coffee extract and caffeine in controlling phytophagous heteropteran species. *Applied ecology and environmental research*, 21(2), 1499-1513.
40. Kazinczi, G., Béres, I., Novák, R., Bíró, K., Pathy, Z. (2008.). Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*): a review with special regards to the results in Hungary. I. Taxonomy, origin and distribution, morphology, life cycle and reproduction strategy. *Herbologia*, 9(1), 55-91.
41. Kereši, T., Sekulić, R., Protić, L., Milovac, Ž. (2012.). Pojava stenice *Nezara viridula* L. (Heteroptera: pentatomidae) u Srbiji. *Biljna medicina*, 40 (4), 296-304.
42. Khare, S., Singh, N. B., Singh, A., Hussain, I., Niharika, K. M., Yadav, V., Amist, N. (2020.). Plant secondary metabolites synthesis and their regulations under biotic and abiotic constraints. *Journal of Plant Biology*, 63, 203-216.
43. Killian, J. C., Meyer, J. R. (1984.). Effect of orchard weed management on catfacing damage to peaches in North Carolina. *Journal of economic entomology*, 77(6), 1596-1600.
44. Kilpatrick, R. A., Hartwig, E. E. (1955.). Fungus infection of soybean seed as influenced by stink bug injury. *Plant Disease Rep*, 39(1), 77-80.
45. Kiritani, K. (2006.). Predicting impacts of global warming on population dynamics and distribution of arthropods in Japan. *Population Ecology*, 48(1), 5-12. <https://doi.org/10.1007/s10144-005-0225-0>
46. Kļaviņa, A., Keidāne, D., Ganola, K., Lūsis, I., Šukele, R., Bandere, D., & Kovalcuka, L. (2023.). Anthelmintic Activity of *Tanacetum vulgare* L. (Leaf and Flower) Extracts against *Trichostrongylidae* Nematodes in Sheep In Vitro. *Animals*, 13(13), 2176. <https://doi.org/10.3390/ani13132176>

47. Knežević, M. (2006.). Atlas korovne, ruderalne i fa travnjačke flore. Poljoprivredni fakultet.
48. Knight, K. M., Gurr, G. M. (2007.). Review of *Nezara viridula* (L.) management strategies and potential for IPM in field crops with emphasis on Australia. *Crop Protection*, 26(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.03.007>
49. Kojić, M., Popović, R., Karadžić, B. (1997.). Vaskularne biljke Srbije: kao indikatori staništa. Institut za istraživanja u poljoprivredi" Srbija".
50. Korlević, A. (1887.). Popis raznokrilih riličara (Rhynchota, Heteroptera) okolice riečke. *Glasnik hrvatskog naravoslovnog društva, Zagreb*, 2, 35-44.
51. Korunić, Z., Rozman, V. (2012.). Biljni insekticidi. Zbornik radova seminara DDD i ZUPP, 24, 269-307.
52. Kovačević, J., Groman, E. (1964.). Korov limundžik (*Ambrosia artemisiifolia* L.) u Jugoslaviji. *Zaštita bilja*, 77, 81-85.
53. Kruszakin, R., Migdal, P. (2022.). Toxicity evaluation of selected plant water extracts on a honey bee (*Apis mellifera* L.) larvae model. *Animals*, 12(2), 178. <https://doi.org/10.3390/ani12020178>
54. Kwiecień, N., Gospodarek, J., Boligłowa, E. (2020.). The Effects of Water Extracts from Tansy on Pea Leaf Weevil and Black Bean Aphid. *Journal of Ecological Engineering*, 21(3). <https://doi.org/10.12911/22998993/118275>
55. Lahlou, S., Israili, Z. H., & Lyoussi, B. (2008.). Acute and chronic toxicity of a lyophilised aqueous extract of *Tanacetum vulgare* leaves in rodents. *Journal of ethnopharmacology*, 117(2), 221-227.
56. Leppla, N. C., Stacey, K. J., Rooney, L. M., Lennon, K. M., Hodges, A. C. (2023.). Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) Occurrence, Reproduction, and Injury to Fruit in an Organic Tomato Crop Bordered by Sorghum. *Journal of Economic Entomology*, 116(1), 144-152. <https://doi.org/10.1093/jee/toac194>
57. Maceljski, M. (2002.). Poljoprivredna entomologija. II. Izdanje, Zrinski, Čakovec, 519.
58. Magierowicz, K., Górska-Drabik, E., Golan, K. (2020.). Effects of plant extracts and essential oils on the behavior of *Acrobasis advenella* (Zinck.) caterpillars and females. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 127, 63-71. <https://doi.org/10.1007/s41348-019-00275-z>
59. Majić, I., Marija, I., Raspudić, E., Vratarić, M., Sudarić, A., Brmež, M., Sarajlić, A. Matoša, M. (2010.) Pojava stjenica na soji u Osijeku. U: Cvjetković, B. (ur.) Glasilo biljne zaštite, Sažeci 54. seminar biljne zaštite

60. Malais, M. H., Ravensberg, W. J. (2004.). Knowing and recognizing: the biology of glasshouse pests and their natural enemies. Koppert BV.
61. Manuputty, C., Patty, J. A., Noya, S. H. (2023.). Effectiveness Some Plant Extracts of Third Instar Nymphs *Nezara viridula* L.(Hemiptera: Pentatomidae) Attack on String Bean Pod. *Jurnal Agrosilvopasture-Tech*, 2(1), 37-44. <https://doi.org/10.30598/j.agrosilvopasture-tech.2023.2.1.37>
62. Matošević, D., i Pajač Živković, I. (2013.). 'Strane fitofagne vrste kukaca i grinja na drvenastom bilju u Hrvatskoj', *Šumarski list*, 137(3-4), str. 191-203. <https://hrcak.srce.hr/101870>
63. McPherson, R. M., Newsom, L. D. (1984.). Trap crops for control of stink bugs (Hemiptera, Pentatomidae) in soybean. *Journal of the Georgia Entomological Society*, 19(4), 470-480.
64. Mendoza-García, E. E., Ortega-Arenas, L. D., Pérez-Pacheco, R., Rodríguez-Hernández, C. (2014.). Repellency, toxicity, and oviposition inhibition of vegetable extracts against greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)(Hemiptera: Aleyrodidae). *Chilean journal of agricultural research*, 74(1), 41-48. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392014000100007>
65. Šubić, M. (2021.) "Novi štetnici" povrća <https://gospodarski.hr/rubrike/povrcarstvo-rubrike/novi-stetnici-povrca/> (datum pristupa: 10. 6. 2023.)
66. Šubić, M. (2023.) Obavijest tržnim proizvođačima krumpira, <https://www.savjetodavna.hr/2023/06/09/obavijest-trznim-proizvodacima-krumpira-32/> (datum pristupa: 10. 6. 2023.)
67. Miresmailli, S., Isman, M. B. (2014.). Botanical insecticides inspired by plant–herbivore chemical interactions. *Trends in plant science*, 19(1), 29-35.
68. Musolin, D. L. (2012.). Surviving winter: diapause syndrome in the southern green stink bug *Nezara viridula* in the laboratory, in the field, and under climate change conditions. *Physiological Entomology*, 37(4), 309-322. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.2012.00846.x>
69. Musolin, D. L., Numata, H. (2003.). Timing of diapause induction and its life-history consequences in *Nezara viridula*: is it costly to expand the distribution range?. *Ecological Entomology*, 28(6), 694-703. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2003.00559.x>
70. Musolin, D. L., Tougou, D., Fujisaki, K. (2010.). Too hot to handle? Phenological and life-history responses to simulated climate change of the southern green stink bug *Nezara*

- viridula* (Heteroptera: Pentatomidae). *Global Change Biology*, 16(1), 73-87. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.01914.x>
71. Musser, F. R., Catchot, A. L., Gibson, B. K., Knighten, K. S. (2011.). Economic injury levels for southern green stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in R7 growth stage soybeans. *Crop protection*, 30(1), 63-69. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.09.011>
 72. NC STATE Agriculture and Life Sciences „Hemiptera, suborder Heteroptera“ General Entomology, NC State University Raleigh, <https://genent.cals.ncsu.edu/insect-identification/order-hemiptera-suborder-heteroptera/> (datum pristupa: 29. 5. 2023.)
 73. Neeraj, G. S., Kumar, A., Ram, S., Kumar, V. (2017.). Evaluation of nematicidal activity of ethanolic extracts of medicinal plants to *Meloidogyne incognita* (kofoid and white) chitwood under lab conditions. *International journal of pure and applied bioscience*, 5, 827-831.
 74. Nikolić, T., Mitić, B., Boršić, I. (2014.). *Flora Hrvatske: invazivne biljke*. Izdavač ALFA dd.
 75. Nilakhe, S. S., Chalfant, R. B., Singh, S. V. (1981.). Evaluation of southern green stink bug damage to cowpeas. *Journal of Economic Entomology*, 74(5), 589-592., <https://doi.org/10.1093/jee/74.5.589>
 76. Norsworthy, J. K. (2003.). Allelopathic Potential of Wild Radish (*Raphanus raphanistrum*) 1. *Weed Technology*, 17(2), 307-313.
 77. Oliveira, L. R., Lucini, T., Smaniotto, M. A., Panizzi, A. R. (2023.). Nymph development and adult feeding on, and damage to, immature siliquae of canola by different species of stink bugs. *Neotropical Entomology*, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s13744-023-01051-3>
 78. Olson, D. M., Ruberson, J. R., Zeilinger, A. R., Andow, D. A. (2011.). Colonization preference of *Euschistus servus* and *Nezara viridula* in transgenic cotton varieties, peanut, and soybean. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 139(2), 161-169. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2011.01116.x>
 79. Ostojić, Z. (2001.). *Ambrosia*—veći medicinski nego poljoprivredni problem. *Gospodarski list*, 8, 21.
 80. Pal, E., Allison, J. D., Hurley, B. P., Slippers, B., Fourie, G. (2023.). Life History Traits of the Pentatomidae (Hemiptera) for the Development of Pest Management Tools. *Forests*, 14(5), 861. <https://doi.org/10.3390/f14050861>
 81. Palsson K, Jaenson G. T., Bäckström P., Borg-Karlson A. K. (2008.). Tick Repellent Substances in the Essential Oil of *Tanacetum vulgare*. *Journal of Medical Entomology* Volume. 45: 88 – 93. <https://doi.org/10.1093/jmedent/45.1.88>

82. Panasiuk, O. (1984.). Response of Colorado potato beetles, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), to volatile components of tansy, *Tanacetum vulgare*. *Journal of chemical ecology*, 10, 1325-1333. <https://doi.org/10.1007/BF00988114>
83. Panizzi, A. R. (1997.). Wild hosts of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crops. *Annual review of entomology*, 42(1), 99-122. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.42.1.99>
84. Panizzi, A. R. (2015.). Growing problems with stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): species invasive to the US and potential Neotropical invaders. *American Entomologist*, 61(4), 223-233. <https://doi.org/10.1093/ae/tmv068>
85. Panizzi, A. R., McPherson, J. E., James, D. G., Javahery, M., McPherson, R. M. (2000.). Stink bugs (Pentatomidae). *Heteroptera of economic importance*, 828.
86. Panizzi, A. R., Rossi, C. E. (1991.). The role of *Acanthospermum hispidum* in the phenology of *Euschistus heros* and of *Nezara viridula*. *Entomologia experimentalis et applicata*, 59(1), 67-74.
87. Paul, D., Choudhury, M. (2016.). Larvicidal and antifeedant activity of some indigenous plants of Meghalaya against 4th instar *Helicoverpa armigera* (Hübner) larvae. *Journal of Crop Protection*, 5(3), 447-460. <http://jcp.modares.ac.ir/article-3-3118-en.html>
88. Pavela, R. (2016.). History, presence and perspective of using plant extracts as commercial botanical insecticides and farm products for protection against insects—a review. *Plant Protection Science*, 52(4), 229-241.
89. Petrić, P., Tomašević, M. (2003.). Biljne vrste uzročnice peludnih alergija. *Spin Valis*.
90. Pintar, M., Šimala, M., i Masten Milek, T. (2019.). Southern green stink bug *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) – less important cucurbit pest, *Glasilo biljne zaštite*, 19(3), 432-0.
91. Plavšić-Gojković, N. (1986.). *Poljoprivredna botanika i morfologija*, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.
92. Prakash, A., Rao, J., Nandagopal, V. (2008.). Future of botanical pesticides in rice, wheat, pulses and vegetables pest management. *Journal of Biopesticides*, 1(2), 154-169.
93. Protić, L. (2011.). New Heteroptera for the fauna of Serbia. *Bulletin of the Natural History Museum*, 4, 119-125.
94. Rabitsch, W. (2008.). Alien true bugs of Europe (Insecta: Hemiptera: Heteroptera). *Zootaxa*, 1827(1), 1-44.
95. Rea, J. H., Wratten, S. D., Sedcole, R., Cameron, P. J., Davis, S. I., Chapman, R. B. (2002.). Trap cropping to manage green vegetable bug *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera:

- Pentatomidae) in sweet corn in New Zealand. *Agricultural and Forest Entomology*, 4(2), 101-107.
96. Reay-Jones, F. P. F. (2010.). Spatial and temporal patterns of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in wheat. *Environmental entomology*, 39(3), 944-955. <https://doi.org/10.1603/EN09274>
 97. Rédei, D., Torma, A. (2003.). Occurrence of the southern green stink bug, *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae) in Hungary. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 38(3-4), 365-367.
 98. Sarajlić, A., Majić, I., Raspudić, E., Baličević, R., i Ravlić, M (2022.). 'Učinkovitost suzbijanja stjenica *Nezara viridula* i *Halyomorpha halys* vodenim ekstraktom ambrozije', *Entomologia Croatica*, 21(1), str. 17-24. <https://doi.org/10.17971/ec.21.1.3>
 99. Schaefer, C. W., Panizzi, A. R. (2000.). Economic importance of Heteroptera: a general view. In *Heteroptera of economic importance* (pp. 25-30). CRC Press.
 100. Schearer, W. R. (1984.). Components of oil of tansy (*Tanacetum vulgare*) that repel Colorado potato beetles (*Leptinotarsa decemlineata*). *Journal of Natural Products*, 47(6), 964-969. <https://doi.org/10.1021/np50036a009>
 101. Schuh, R. T., Slater, J. A. (1995.). True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera): classification and natural history. Cornell UNIVERSITY press.
 102. Sharif, T., Waheed, I., Bashir, A., Saleem, A., Aftab, M., Ahmed, S. (2020.). Taxonomic studies of family Pentatomidae (Hemiptera) four genera from district Faisalabad Punjab Pakistan with taxonomic keys. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(1), 1338-1344.
 103. Slovic, S., Berić, J. (2021.) Utjecaj klimatskih promjena na pojavu štetnika u usjevima soje <https://www.savjetodavna.hr/2021/08/27/utjecaj-klimatskih-promjena-na-pojavu-stetnika-u-usjevima-soje/> (datum pristupa: 10. 6. 2023.)
 104. Smith, A. G., Gangolli, S. D. (2002.). Organochlorine chemicals in seafood: occurrence and health concerns. *Food and Chemical Toxicology*, 40(6), 767-779.
 105. Snodgrass, G. L., Adamczyk Jr, J. J., Gore, J. (2005.). Toxicity of insecticides in a glass-vial bioassay to adult brown, green, and southern green stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of Economic Entomology*, 98(1), 177-181. <https://doi.org/10.1093/jee/98.1.177>
 106. Squitier, J. M. (2010.). Southern Green Stink Bug, *Nezara viridula* (Linnaeus) (Insecta: Hemiptera: Pentatomidae), EENY016, one of a series of the Depart. of Entomol. and Nematol. UF/IFAS Extension, 1:5.

107. Tillman, P. G. (2006.). Sorghum as a trap crop for *Nezara viridula* L.(Heteroptera: Pentatomidae) in cotton in the southern United States. *Environmental Entomology*, 35(3), 771-783. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-35.3.771>
108. Todd, J. W. (1989.). Ecology and behavior of *Nezara viridula*. *Annual review of entomology*, 34(1), 273-292. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.34.010189.001421>
109. Todd, J. W., Herzog, D. C. (1980.). Sampling phytophagous Pentatomidae on soybean. *Sampling methods in soybean entomology*, 438-478. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-9998-1_23
110. Todd, J. W., Schumann, F. W. (1988.). Combination of insecticide applications with trap crops of early maturing soybean and southern peas for population management of *Nezara viridula* in soybean (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Entomological Science*, 23(2), 192-199.
111. Tougou, D., Musolin, D. L., Fujisaki, K. (2009.). Some like it hot! Rapid climate change promotes changes in distribution ranges of *Nezara viridula* and *Nezara antennata* in Japan. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 130(3), 249-258. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2008.00818.x>
112. Trkulja, V., Herceg, N., Ostojić, I., Škrbić, R., Petrović, D., Kovačević, Z. (2009.). *Ambrozija. Društvo za zaštitu bilja u Bosni i Hercegovini.*
113. Turner, J. W. (1967.). The nature of damage by *Nezara viridula* (L.) to soybean seed. *Queensl. Journal of Animal Science*, 24, 105-107.
114. Validžić, T. (2021.) Fitofagne stjenice („smrdljivi martini“) – sve značajniji štetnici lješnjaka <https://www.savjetodavna.hr/2021/12/27/fitofagne-stjenice-smrdljivi-martini-sve-znacajni-stetnici-ljesnjaka/> (datum pristupa: 11. 5. 2023.)
115. Velasco, L. R. I., Walter, G. H. (1992.). Availability of different host plant species and changing abundance of the polyphagous bug *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae). *Environmental Entomology*, 21(4), 751-759. <https://doi.org/10.1093/ee/21.4.751>
116. Vinatoru, M. (2001.). An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. *Ultrasonics sonochemistry*, 8(3), 303-313. [https://doi.org/10.1016/S1350-4177\(01\)00071-2](https://doi.org/10.1016/S1350-4177(01)00071-2)
117. Vratarić, M., Sudarić, A. (2009.). 'Važnije bolesti i štetnici na soji u Republici Hrvatskoj', *Glasnik Zaštite Bilja*, 32(6), str. 6-23.
118. Wakil, W., Brust, GE, Perring, T. (Eds.). (2017.). *Sustainable control of tomato arthropod pests.* Academic press.

119. Xiaofeng, Y. A. N. G., Hongping, L. I. A. N. G., Ying, L. I. U., Yunpeng, J. I., Tianhui, Z. H. U. (2020.). Investigation on walnut main diseases and insect pests in Hanyuan county, Sichuan Province, 41(1), 72-78.
120. Yukawa, J., Kiritani, K. (1965) Polymorphism in the southern green stink bug. *Pacific Insects* 7, 639–642.
121. Zhang, G., Zhao, Y., Ma, L., Bi, B., Huang, Y., Zhuang, C., Meng, S. (2010.). Ispitivanje toksičnosti insekticidno aktivnih tvari *Ambrosia artemisiifolia* i njezina sigurnost. *Journal of Northeast Forestry University* , 38 (6), 94-100.
122. Zhao, B. L., Fang, L., Zhang, J. E., An, M., Wang, R. L., Luo, M. Z., Liang, K. M. (2015.). Effects of five exotic invasive plants extracts on the survival of the invasive snail *Pomacea canaliculata* (Lamarck). *Allelopathy Journal*, 36(1), 123-132.
123. Znaor, D. (1996.). *Ekološka poljoprivreda–poljoprivreda sutrašnjice* (p. 467). Nakladni zavod Globus.

Izvori s interneta:

1. Slika 1. https://www.discoverlife.org/mp/20m?act=make_map&kind=Nezara+viridula (datum pristupa: 21. 5. 2023.)
2. Slika 7. <https://agrillife.org/mid-coast-ipm/2018/07/20/stink-bugs-in-cotton-and-soybeans/> (datum pristupa: 20. 6. 2023.)
3. Slika 8., 9. <https://www.corn-states.com/app/uploads/2018/07/Managing20Stink20Bugs20in20Corn20and20Soy-bean-TDA.pdf> (datum pristupa: 20. 6. 2023.)
4. Slika 10. <https://u.osu.edu/mastercorn/cow-horn-boomerang-and-banana-corn-ears/> (datum pristupa: 21. 6. 2023.)
5. Slika 11. i 12. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/nezara-viridula> (datum pristupa: 8. 6. 2023.)
6. Slika 13. <https://www.savjetodavna.hr/2017/09/21/tropski-stetnik-na-povrcu/> (datum pristupa: 7. 6. 2023.)
7. Slika 14. <https://www.benfried.com/nl-nl/nieuws/sluipwesp-tegen-nezara> (datum pristupa: 21. 6. 2023.)
8. Slika 15. <https://gd.eppo.int/taxon/NEZAVI/photos> (datum pristupa: 21. 5. 2023.)
9. Slika 16. <https://www.savjetodavna.hr/2021/12/27/fitofagne-stjenice-smrdljivi-martini-sve-znacajni-stetnici-ljesnjaka/?print=print> (datum pristupa: 11. 5. 2023.)
10. Slika 18. <https://www.plantea.com.hr/ambrozija/> (datum pristupa: 12. 6. 2023.)
11. Slika 19. i 20. <https://hirc.botanic.hr/fcd/DetailFrame.aspx?IdVrste=10623> (datum pristupa: 13. 6. 2023.)
12. Tablica 1. <https://www.gbif.org/species/2078852> (datum pristupa: 20. 5. 2023.)

8. SAŽETAK

Zelena štitasta stjenica, (*Nezara viridula* L., 1758) invazivna je vrsta stjenice uvrštena u porodicu fitofagnih stjenica Pentatomidae. Cilj istraživanja bio je utvrditi potencijal biljnih ekstrakata ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia* L.) i običnog vratića (*Tanacetum vulgare* L.) za suzbijanje ličinki i odraslih stadija stjenica. Istraživanje je provedeno u laboratorijskim uvjetima u četiri tretmana: vodeni ekstrakt ambrozije, vodeni ekstrakt običnog vratića u koncentracijama 5% i 10%, kemijski insekticid Laser i voda kao kontrola. Pokus je bio postavljen u četiri ponavljanja, pri čemu je svako ponavljanje sadržavalo 10 jedinki. Mortalitet je zabilježen nakon 24, 48, 72 i 96h. Kod vodenog ekstrakta ambrozije utvrđena je učinkovitost od 23,52% na ličinkama dok je kod tretmana običnog vratića (5%) utvrđena učinkovitost 16,21% na odraslim jedinkama. Tretman s običnim vratićem u koncentraciji 10% pokazao je stimulativno djelovanje na preživljavanje odraslih i ličinki. Potrebno je provesti dodatna istraživanja s više različitih koncentracija kako bi se ova teza mogla potvrditi.

Ključne riječi: *Nezara viridula*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Tanacetum vulgare*, vodeni ekstrakti

9. SUMMARY

The green shield bug, (*Nezara viridula* L., 1758) is an invasive phytophagus insect species and belongs to the Pentatomidae family. The objective of this study was to determine the potential of plant extracts of ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia* L.) and common tansy (*Tanacetum vulgare* L.) to control the larvae and adult stages of *N. viridula*. The experiment was conducted under controlled conditions in four treatments: aqueous extracts of ambrosia (10%) and common tansy (5% and 10%), chemical insecticide Laser and water as a control. The experiment was set up in four replicates, where each replicate contained 10 individuals. Mortality was recorded after 24, 48, 72 and 96 hours. Ambrosia had a 23.52% effectiveness at the larval stage, while the common tansy (5%) showed only 16.21% effectiveness on adults. Survival in both adults and larvae was stimulated by the common tansy treatment with higher concentration. Complementary research with several different concentrations is required to confirm this theory.

Key words: *Nezara viridula*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Tanacetum vulgare*, water extracts

10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Sistematska pripadnost vrste *Nezara viridula* L.

11. POPIS SLIKA

Slika 1.: Rasprostranjenost zelene stjenice (*N. viridula* L.) u svijetu

Slika 2. i 3.: Detaljan prednji i stražnji morfološki prikaz tijela zelene stjenice

Slika 4.: Životni ciklus stjenice zelene stjenice

Slika 5. i 6.: Ličinke drugog, trećeg i četvrtog stadija na soji

Slika 7 i 8.: Crne, nekrotične, mahune soje s oštećenim zrnima

Slika 9. i 10.: Simptom "kravlji rog" na kukuruzu uzrokovan napadom zelene stjenice

Slika 11., 12. i 13.: Simptom napada zelene stjenice na rajčici

Slika 14. i 15.: Simptomi napada zelene stjenice na paprici

Slika 16.: Oštećenja od zelenih stjenica na očišćenoj jezgri lješnjaka

Slika 17.: Ambrozija biljka

Slika 18.: Ambrozija sjeme

Slika 19. i 20.: Biljka obični vratić i sjeme

Slika 21.: Prikupljanje stjenica u soji

Slika 22.: Prebrojavanje stjenica u laboratoriju

Slika 23. i 24.: Pripremljena otopina i laboratorijsko posuđe za pokus

Slika 25.: Jedinke stjenica u posudama nakon tretiranja

12. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Mortalitet odraslog stadija *N. viridula*

Grafikon 2. Mortalitet ličinki *N. viridula*

Grafikon 3. Mortalitet ličinki *N. viridula* po danima

Grafikon 4. Mortalitet odraslog stadija *N. viridula* po danima

Grafikon 5. Učinkovitost tretmana prema Abbott-u (%)

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij, smjer Zaštita bilja

Mogućnost suzbijanja stjenica iz porodice Pentatomidae biljnim ekstraktima

Kristina Grgošević

Sažetak:

Zelena štitasta stjenica, (*Nezara viridula* L., 1758) invazivna je vrsta stjenice uvrštena u porodicu fitofagnih stjenica Pentatomidae. Cilj istraživanja bio je utvrditi potencijal biljnih ekstrakata ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia* L.) i običnog vratića (*Tanacetum vulgare* L.) za suzbijanje ličinki i odraslih stadija stjenica. Istraživanje je provedeno u laboratorijskim uvjetima u četiri tretmana: vodeni ekstrakt ambrozije, vodeni ekstrakt običnog vratića u koncentracijama 5% i 10%, kemijski insekticid Laser i voda kao kontrola. Pokus je bio postavljen u četiri ponavljanja, pri čemu je svako ponavljanje sadržavalo 10 jedinki. Mortalitet je zabilježen nakon 24, 48, 72 i 96h. Kod vodenog ekstrakta ambrozije utvrđena je učinkovitost od 23,52% na ličinkama dok je kod tretmana običnog vratića (5%) utvrđena učinkovitost 16,21% na odraslim jedinkama. Tretman s običnim vratićem u koncentraciji 10% pokazao je stimulativno djelovanje na preživljavanje odraslih i ličinki. Potrebno je provesti dodatna istraživanja s više različitih koncentracija kako bi se ova teza mogla potvrditi.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ankica Sarajlić

Broj stranica: 49

Broj grafikona i slika: 30

Broj tablica: 1

Broj literaturnih navoda: 123

Broj priloga: /

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: *Nezara viridula*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Tanacetum vulgare*, vodeni ekstrakti

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. prof. dr. sc. Ivana Majić, predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. Ankica Sarajlić, mentor
3. doc. dr. sc. Marija Ravlić, član

Rad je pohranjen u: u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
University Graduate Studies, Course Plant protection

Graduate thesis

Potential of plant extracts against species of the Pentatomidae family

Kristina Grgošević

Summary:

The green shield bug, (*Nezara viridula* L., 1758) is an invasive phytophagous insect species and belongs to the Pentatomidae family. The objective of this study was to determine the potential of plant extracts of ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia* L.) and common tansy (*Tanacetum vulgare* L.) to control the larvae and adult stages of *N. viridula*. The experiment was conducted under controlled conditions in four treatments: aqueous extracts of ambrosia (10%) and common tansy (5% and 10%), chemical insecticide Laser and water as a control. The experiment was set up in four replicates, where each replicate contained 10 individuals. Mortality was recorded after 24, 48, 72 and 96 hours. Ambrosia had a 23.52% effectiveness at the larval stage, while the common tansy (5%) showed only 16.21% effectiveness on adults. Survival in both adults and larvae was stimulated by the common tansy treatment with higher concentration. Complementary research with several different concentrations is required to confirm this theory.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ankica Sarajlić

Number of pages: 49

Number of figures: 30

Number of tables: 1

Number of references: 123

Number of appendices: /

Original in: Croatian

Key words: *Nezara viridula*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Tanacetum vulgare*, water extracts

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. prof. dr. sc. Ivana Majić, president
2. izv. prof. dr. sc. Ankica Sarajlić, mentor
3. doc. dr. sc. Marija Ravlić, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agrobiotechnical Science Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek