

Učinkovitost suzbijanja stjenica *Nezara viridula* i *Halyomorpha halys* vodenim ekstraktom ambrozije

Sarajlić, Ankica; Majić, Ivana; Raspudić, Emilija; Baličević, Renata; Ravlić, Marija

Source / Izvornik: **Entomologia Croatica, 2022, 21, 17 - 24**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

<https://doi.org/10.17971/ec.21.1.3>

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:798672>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-25**



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](#)



Učinkovitost suzbijanja stjenica *Nezara viridula* i *Halyomorpha halys* vodenim ekstraktom ambrozije

Efficacy of aqueous ragweed extract on *Nezara viridula* and *Halyomorpha halys*

Ankica Sarajlić^{1*}, Ivana Majić¹, Emilija Raspudić¹, Renata Baličević¹, Marija Ravlić¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Zavod za fitomedicinu, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek,

*Corresponding author Email adress: email: sankica@fazos.hr (A. Sarajlić)

Sažetak

Zelena stjenica (*Nezara viridula* L., 1758) i smeđa mramorasta stjenica (*Halyomorpha halys* Stål, 1855) su dominantne vrste kukaca iz porodice štinstih stjenica (Pentatomidae) na području Republike Hrvatske dok je ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia*) invazivan i agresivan korov prisutan u čitavoj državi. Cilj istraživanja bio je utvrditi učinkovitost suzbijanja odraslih stadija stjenica vodenim ekstraktom ambrozije. Istraživanje je provedeno u laboratorijskim uvjetima u rujnu 2021. godine u tri tretmana: vodeni ekstrakt ambrozije u koncentraciji 10%, azadiraktin (Ozoneem Trishul® -1%) i voda kao kontrola. Tretmani su postavljeni u četiri ponavljanja te je u pokus ukupno uključeno 240 odraslih jedinki stjenica. Svi tretmani pokazali su blagu toksičnost za ispitivane kukce. Vrsta *H. halys* bila je osjetljivija na tretman vodenog ekstrakta ambrozije u odnosu na vrstu *N. viridula*. Statistički značajne razlike mortaliteta odraslih stjenica između tretmana utvrđene su kod vrste *H. halys* 10 dana nakon tretiranja vodenim ekstraktom ambrozije. Budući da nije utvrđena visoka učinkovitost vodenog ekstrakta ambrozije na odraslim stadijima stjenica istraživanja je potrebno nastaviti i na ličinkama koje imaju viši stupanj osjetljivosti te uz vodene primijeniti i druge vrste biljnih ekstrakata.

Ključne riječi: *Nezara viridula*, *Halyomorpha halys*, vodeni ekstrakt ambrozije, azadiraktin

Abstract

Southern green stink bug (*Nezara viridula* L., 1758) and brown marmorated sting bug (*Halyomorpha halys* Stål, 1855) are the dominant species from the Pentatomidae family in Croatia, while *Ambrosia artemisiifolia* L. is an invasive and aggressive weed present throughout the country. The aim of this study was to determine the effectiveness of the aqueous ragweed extract in controlling adult stages of stink bugs. The study was conducted under laboratory conditions in September 2021 in three treatments: aqueous ragweed extract at a concentration of 10%, azadiractin

(Ozoneem Trishul® -1%) and water as a control. Treatments were set in four replicates and a total of 240 adults stink bugs (120 *N. viridula* and 120 *H. halys*) were included in the experiment. All treatments showed mild toxicity. *H. halys* was more sensitive to the aqueous ragweed extract compared to *N. viridula*. Statistically significant differences in mortality between treatments were found in *H. halys* species 10–14 days after treatment with aqueous ragweed extract. Since no high efficacy of ambrosia extract has been found in the adult stage, research will continue on larvae that have a higher degree of sensitivity to aqueous and ethanolic extracts compared to the adult insect stage.

Keywords: *Nezara viridula*, *Halyomorpha halys*, aqueous ragweed extract, azadiraktin

Uvod - Introduction

Dvije štetne vrste iz porodice štitastih stjenica (Pentatomidae) koje su široko rasprostranjene u Hrvatskoj su zelena stjenica (*Nezara viridula* L., 1758) i smeđa mramorasta stjenica (*Halyomorpha halys* Stal, 1855). Zelena stjenica je u Hrvatskoj prisutna od 19. stoljeća (Protin, 2011) dok je smeđa mramorasta stjenica prvi put zabilježena 2017. godine u okolici Rijeke (Šapina i Šerić-Jelaska, 2018). Obje vrste stjenica su izrazito polifagne te se hrane velikim brojem biljnih vrsta konzumirajući različito voće, povrće i žitarice (Pajač Živković i sur., 2021; Todd 1989). Iako dugo prisutna, zelena stjenica se povremeno masovno pojavljivala i pricinjavala štete (Majić i sur., 2010; Vratarić i Sudarić, 2009). Međutim usljed klimatskih promjena posljednjih nekoliko godina se sve češće masovno pojavljuje te izaziva štete, posebice u povrćarskoj proizvodnji (Pintar i sur., 2019). Smeđa mramorasta stjenica se smatra invazivnom vrstom koja se izuzetno brzo širi, masovno se pojavljuje i uzrokuju velike gubitke u poljoprivrednoj proizvodnji (Pajač Živković i sur., 2021). Uzimajući u obzir polifagnost ovih dviju vrsta stjenica kao i areal rasprostranjenja i masovne pojave, očekivati se mogu sve veće štete u poljoprivrednoj proizvodnji.

Budući da su proizvođači često ograničeni u izboru kemijskih sredstava, znanstvenici pokušavaju razviti i ponuditi nova rješenja. Sintetički insekticidi mogu biti štetni za okoliš i korisne organizme zbog čega je potrebno birati one koji su selektivni kako bi izbjegli dodatno onečišćenje okoliša. Biljni ekstrakti potencijalno su vrijedna alternativna metoda suzbijanja štetnih kukaca jer imaju nižu postojanost i toksičnost u okolišu (Isman, 2006), sadrže sekundarne spojeve poput terpenoida koji štite biljku, a negativno djeluju na ponašanje i fiziološke procese kukaca (Coley i sur., 2006). Postoji mnogo biljnih vrsta koje imaju insekticidno djelovanje i koje imaju velik potencijal u suzbijanju štetnih kukaca.

Ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia* L) je jednogodišnja zeljasta biljka iz porodice glavočika (Asteraceae). Invazivna je vrsta i često agresivan korov na oranicama i ruderalnim staništima (Knežević, 2006; Nikolić i sur., 2014). Budući da se brzo se širi znanstvenici su pokušali iskoristiti njenu agresivnost i kompetitivnost u zaštiti bilja te je zabilježen alelopatski (Bonea i sur., 2017), antifugalni (Kleef i Salman, 2021) i insekticidni učinak (Fernandes i sur., 2020). U istraživanju repeletnog

djelovanja Mendoza-Garcia i sur. (2014) su utvrdili visoku učinkovitost (>70%) ambrozije na cvjetnog štitastog moljca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856). Granados-Echegoyen i sur. (2015) su primjenom vodenog i etanolskog ekstrakta ambrozije zabilježili najveći mortalitet na prvim stadijima ličinki (1. i 2. stadij, > 80%) krumpirove lisne buhe (*Bactericere cockerelli* Sulc, 1909). Nadalje, etanolski ekstrakt ambrozije nije imao visoku djelotvornost na jaja ovog štetnika (< 10%) iako je njegova učinkovitost bila veća u odnosu na vodeni ekstrakt ambrozije. Izvrsni rezultati učinkovitosti metanolnih ekstrakata ambrozije, kao i nekih pojedinačnih komponenti ambrozije dobiveni su i na zlatnom pužu jabuke (*Pomacea canaliculata* Lamarck, 1822). Letalna koncentracija tijekom 24 h za puževe iznosila je 194 mg/L dok je subletalna koncentracija (100 mg/L) značajno utjecala na smanjenje težine i veličine puževa (Ding i sur., 2017).

Cilj istraživanja bio je utvrditi toksičnost vodenog ekstrakta *A. artemisiifolia* na odrasle jedinke vrsta *N. viridula* i *H. halys* u laboratorijskim uvjetima.

Cilj istraživanja bio je utvrditi toksičnost vodenog ekstrakta *A. artemisiifolia* na odrasle jedinke vrsta *N. viridula* i *H. halys* u laboratorijskim uvjetima.

Materijal i metode - *Material and Methods*

Prikupljanje kukaca

Ličinke zelene stjenice (*N. viridula*) i smeđe mramoraste stjenice (*H. halys*) prikupljene su u rujnu na soji (*Glycine max* L. Merr.) i korovima pokraj soje, poput oštrodлакavog šćira (*Amaranthus retroflexus* L.) i crne pomoćnice (*Solanum nigrum* L.) na pokušalištu Poljoprivrednog instituta u Osijeku (45.5406° N, 18.7360° E). Stjenice su prebaćene u entomološke kaveze u kojima su uzgajane do pojave odraslog stadija (imaga). Uzgajane su u klima komori na 25 ± 1°C, 65 ± 5% RH i fotoperiodu 16:8 h (L:D) na soji i jabukama te im je osigurana voda.

Priprema vodenog ekstrakta

Nadzemna masa korovne vrste ambrozije prikupljena je u fenološkoj fazi cvatnje (Hess i sur., 1997) na ruderalnim staništima u Osječko-baranjskoj županiji. Prikupljene su jedinke bez vidljivih vanjskih oštećenja. Prikupljena svježna masa sušena je u laboratoriju na zraku tijekom dva dana, a nakon toga dosušena u sušioniku na 50°C tijekom 72 sata. Suha biljna masa samljevena je u prah električnim mlinom. Vodeni ekstrakt pripremljen je miješanjem 10 g suhe biljne mase sa 100 ml destilirane vode (Norsworthy, 2003). Pripremljena mješavina je nakon 24 sata procijeđena kroz muslinsko platno kako bi se uklonile grube čestice, a nakon toga filtrirana kroz filter papir kako bi se dobio ekstrakt koncentracije 10%.

Pokus je postavljen u tri tretmana: vodeni ekstrakt ambrozije, Ozoneem Trishul® -1% EC - azadiraktin (BioGenesis), a kontrola je bila voda. U svaki tip tretmana uključeno je 10 odraslih stjenica, a svaki je postavljen u četiri ponavljanja. Ukupno je u pokus uključeno 240 odraslih stjenica (120 jedinki vrste *N. viridula* i 120 jedinki vrste *H. halys*).

Biotest

Stjenice su uronjene u pripremljene otopine na 3 sekunde i potom su prebačene u posudu s filter papirom na sušenje. Nakon 15 minuta, kada su se osušile, prebačene su u plastične posude koje su prekrivene mrežastim platnom te im je osigurana hrana i voda. Hrana je mijenjana svaka dva dana. Posude sa stjenicama su čuvane na $24 \pm 1^\circ\text{C}$, fotoperiod 16:8 h (L:D) i $50 \pm 5\%$ relativne vlage. Mortalitet je utvrđivan nakon: 1., 3., 5., 7., 10., 12. i 14. dana (Durmusoglu i sur., 2003).

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 *post hoc* Tukey HSD testom. Budući da prvi dan nakon postavljanja pokusa nije zabilježen mortalitet ni na jednom tretmanu ovi podatci su izostavljeni iz daljnje obrade.

Rezultati i rasprava - Results and Discussion

Nakon prikupljanja stjenica u polju, a prije postavljanja pokusa u procesu prilagodbe, na stresne uvjete promjene okoline, jače je reagirala smeđa mramorasta stjenica u odnosu na zelenu stjenicu što je rezultiralo i većom smrtnosti smeđe stjenice. Suprotno tome prema dobivenim rezultatima u pokusu, smrtnost zelene stjenice u kontrolnim varijantama bila je veća za 57% u odnosu na smrtnost smeđe mramoraste stjenice u ispitivanom vremenskom periodu. Kod tretmana s azadiraktinom obje vrste stjenica imale su nisku smrtnost (7,5%) s tim da je zabilježena u različitim vremenskim periodima. I kod ovog tretmana osjetljivija je bila zelena stjenica kod koje je zabilježena smrtnost peti dan nakon tretiranja dok je kod smeđe mramoraste stjenice smrtnost zabilježena 10. dan nakon tretiranja. Smeđa mramorasta stjenica najosjetljivija je bila na tretman s vodenim ekstraktom ambrozije gdje je zabilježena smrtnost (32,5%) dok je zelena stjenica pokazala nisku osjetljivost na ovaj tretman (15%) (Slika 1). Slične rezultate dobili su i drugi autori u istraživanjima insekticidnog djelovanja biljnih ekstrakata na različite vrste kukaca. Prema Gvozdenc i sur. (2012) etanolski ekstrakti ambrozije u različitim koncentracijama nisu značajno utjecali na intenzitet ishrane ličinki gubara glavonje (*Lymatria dispar* L., 1758). Slabo larvicidno djelovanje metanolskih ekstrakata ambrozije na ličinke četvrtog stadija žute kukuruzne sovice (*Helicoverpa armigera* Hübner, 1808) navode i Paul i Choudry (2016). Najviša koncentracija ekstrakata ambrozije iskazala je najbolje djelovanje, no smrtnost pri larvicidnoj (oralnoj) toksičnosti i „antifeeding“ aktivnost iznosili su svega 24,1% odnosno 17,1%. S druge strane, visoke stope smrtnosti vrste kukavičji suznik (*Malacosoma neustria* L. 1758) pri primjeni ekstrakta ambrozije zabilježili su Zhang i sur. (2010), čak i pri višestrukome razrjeđivanju ekstrakata. Letalna koncentracija (LC50) sirovog ekstrakta ambrozije iznosila je 1048,7 mg/L. Rezultati istraživanja Mendoza-Garcia i sur. (2014) ukazuju da vodeni i etanolski ekstrakti ambrozije posjeduju repelentno djelovanje te inhibiraju ovipoziciju cvjetnog štitastog moljca (*T. vaporariorum*).

Veća smrtnost kod obje vrste stjenica zabilježena je primjenom vodenog ekstrakta ambrozije u odnosu na azadiraktin. Iako je utvrđena veća stopa smrtnosti kod

vrste *N. viridula* primjenom vodenog ekstrakta ambrozije u odnosu na azadiraktin, toksičnost je bila vrlo niska bez statistički značajnih razlika u odnosu na ostale tretmane (Tablica 1). Smrtnost zelene stjenice primjenom vodenog ekstrakta ambrozije zabilježena je treći dan nakon tretiranja dok je kod azadiraktina smrtnost zabilježena tek peti dan.

Tablica 1. Mortalitet vrste *N. viridula* (%) nakon tretmana
Table 1. Mortality of *N. viridula* (%) after treatment

Tretman	<i>N. viridula</i>					
	Mortalitet (%) / dan					
	3	5	7	10	12	14
<i>Ekstrakt ambrozije</i>	0,6±0,6a	0,6±0,6a	2,5±1,0a	3,1±1,6a	3,1±1,6a	3,7±1,6a
<i>Azadiraktin</i>	0a	0,6±0,65a	0,6±0,65a	1,2±0,7a	1,9±1,2a	1,9±1,2a
<i>Kontrola</i>	0a	0a	1,2±0,7a	2,5±1,0a	3,1±0,6a	4,3±0,6a

Podatci u tablici srednje su vrijednosti četiriju ponavljanja \pm standardna pogreška. Podaci u koloni s istim slovima nisu statistički značajni na razini 5% prema Tukey testu.

U istraživanjima etanolski ekstrakti češće pokazuju veću učinkovitost od vodenih ekstrakata no to ipak može ovisiti i o drugim čimbenicima. Insekticidna učinkovitost ekstrakata ambrozije na vrstu *B. cockerelli* ovisila je o vrsti ekstrakta, koncentraciji te razvojnom stadiju štetnika (Granados-Echegoyen i sur. 2015). Etanolski ekstrakti imali su veći insekticidni učinak od vodenih ekstrakata, kao i viša koncentracija ekstrakata. Mortalitet ličinki smanjivao se kod viših razvojnih stadija kukca. Oba ekstrakta pokazala su smanjeno insekticidno djelovanje na odrasle oblike te na jaja štetnika.

Vrsta *H. halys* bila je osjetljivija na vodeni ekstrakt ambrozije u odnosu na vrstu *N. viridula*. Kod ovog tretmana utvrđena je najveća smrtnost smeđe mramoraste stjenice koja je bila i statistički značajna u odnosu na ostale tretmane nakon 10-og dana. Naspram tome, kod tretmana s azadiraktinom smrtnost smeđe mramoraste stjenice je bila niža u odnosu na kontrolu što znači da nije utvrđena učinkovitost u suzbijanju odraslog stadija stjenice (Tablica 2). Mogućih razloga za nisku učinkovitost azadiraktina je puno (prijevoz, rukovanje, skladištenje sredstva od proizvođača do potrošača) tako da bi ponavljanje pokusa svakako trebao dati jasniju sliku učinkovitosti navedenog sredstva na odrasle stjenice.

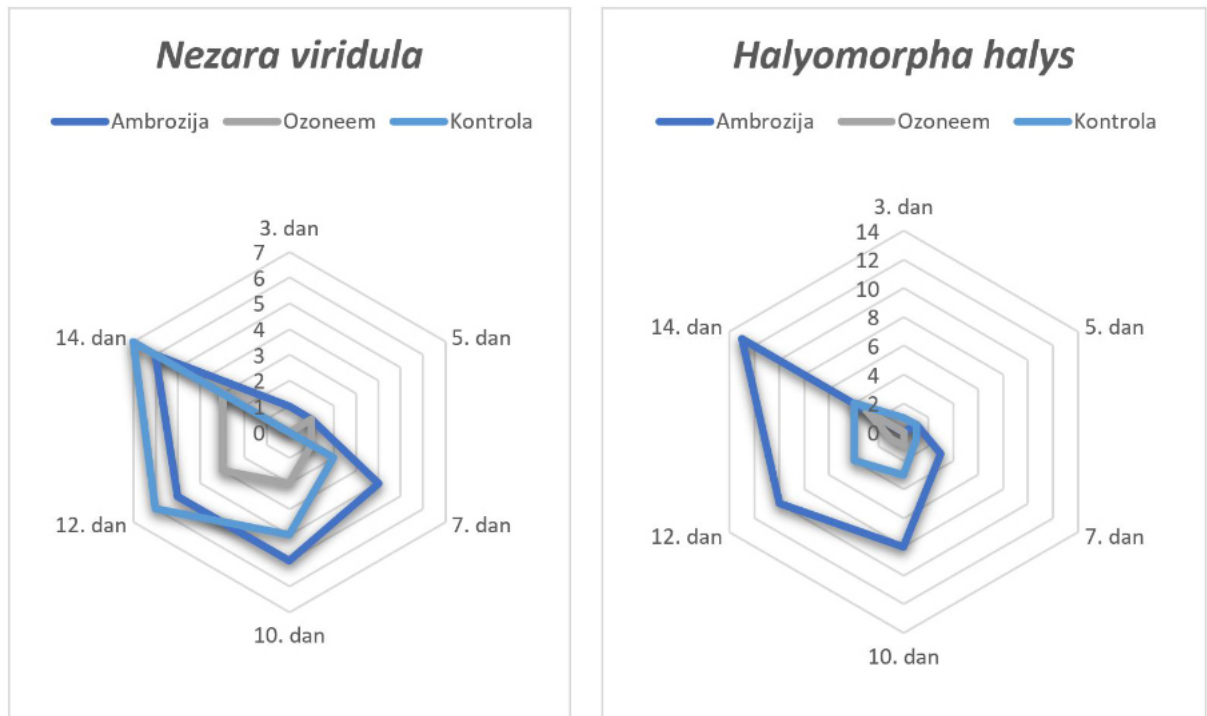
Tablica 2. Mortalitet vrste *H. halys* (%) nakon tretmana
 Table 2. Mortality of *H. halys* (%) after treatment

Tretman	<i>H. halys</i>					
	Mortalitet (%) / dan					
	3	5	7	10	12	14
<i>Ekstrakt ambrozije</i>	0a	0,6±0,6a	1,9±0,6a	5,0±1,0b	6,3±1,6b	8,1±1,2b
<i>Azadiraktin</i>	0a	0a	0a	0,6±0,6a	0,6±0,6a	1,9±1,2a
<i>Kontrola</i>	0,6±0,6a	0,6±0,6a	0,6±0,6a	1,9±0,6a	2,5±1,0a	2,5±1,0a

Podaci u tablici srednje su vrijednosti četiriju ponavljanja ±standardna pogreška. Podaci u koloni s istim slovima nisu statistički značajni na razini 5% prema Tukey testu.

Broj uginulih jedinki kod zelene stjenice bio je najveći u kontrolnoj varijanti (7) zadnji dan očitavanja dok je kod smeđe mramoraste stjenice zabilježen duplo veći broj uginulih (13), međutim najveća brojnost utvrđena je kod tretmana s vodenim ekstraktom ambrozije (Slika 1).

Prema Gvozdenac i sur. (2012) etanolski ekstrakti ambrozije u različitim koncentracijama nisu značajno utjecali na intenzitet ishrane ličinki gubara (*Lymatria dispar* L.) te nisu utvrdili „antifeeding“ djelovanje. Slabo larvicidno djelovanje metanolskih ekstrakata ambrozije na ličinke četvrtog stadija žute kukuruzne sovice (*Helicoverpa armigera* Hübner, 1808) navode i Paul i Choundry (2016). Najviša koncentracija ekstrakata ambrozije iskazala je najbolje djelovanje, no mortalitet pri larvicidnoj (oralnoj) toksičnosti i „antifeeding“ aktivnost iznosili su svega 24,1 % odnosno 17,1 %. S druge strane, visoke stope mortaliteta vrste *Malacosoma neustria testacea* Motsch. pri primjeni ekstrakta ambrozije zabilježili su Zhang i sur. (2010), čak i pri višestrukome razrjeđivanju ekstrakata. Letalna koncentracija (LC50) sirovog ekstrakta ambrozije iznosila je 1048,7 mg/L. Rezultati istraživanja Mendoza-Garcia i sur. (2014) ukazuju da vodeni i etanolski ekstrakti ambrozije posjeduju repelentno djelovanje te inhibiraju ovipoziciju cvjetnog štitastog moljca (*T. vaporariorum*).



Slika 1. Grafički prikaz broja uginulih jedinki *N. viridula* i *H. halys* nakon tretmana
Figure 1. Graphic review dead individuals of *N. viridula* and *H. halys* after treatment

Prema rezultatima drugih istraživanja (Durmusoglu i sur., 2003; Granados-Echegoyen i sur. 2015) ekstrakt ambrozije postiže najveću učinkovitost kod prvih stadija ličinki različitih vrsta kukaca. Morejón i sur. (2018) utvrdili su preko 90% učinkovitost vodenog ekstrakta ambrozije (*Ambrosia arborescens*, Mill.) kod suzbijanja ličinki komaraca (*Aedes aegypti*, Hasselquist, 1762) stoga je potrebno napraviti dodatna istraživanja učinkovitosti navedenog ekstrakta na različitim stadijima ličinki *N. viridula* i *H. halys* kako bi se dobila kompletnija slika učinkovitosti proučavanog vodenog ekstrakta na mortalitet zelene stjenice i smeđe mramoraste stjenice.

Zaključak - Conclusion

Vodeni ekstrakt ambrozije, kao i azadiraktin, imali su slabu toksičnost na odrasle stadije vrsta *N. viridula* i *H. halys*. Vrsta *H. halys* pokazala je veću osjetljivost na vodeni ekstrakt ambrozije u odnosu na vrstu *N. viridula*. Statistički značajne razlike učinkovitosti vodenog ekstrakta ambrozije u odnosu na ostale tretmane utvrđene su tek nakon 10 dana. Potrebno je provesti testiranje i na ličinkama ispitivanih vrsta koje su osjetljivije od odraslih u cilju dobivanja što jasnije slike učinkovitosti navedenog ekstrakta.

Literatura - References

- Bonea, D., Bonciu, E., Niculescu, M., Olaru, A. 2017. The allelopathic, cytotoxic and genotoxic effect of *Ambrosia artemisiifolia* on the germination and root meristems of *Zea mays*. *Caryologia*. 71(1): 24-28.

- Coley, P.D., Bateman, M.L., Kursar, T.A. 2006. The effects of plant quality on caterpillar growth and defense against natural enemies. *Oikos*. 115: 219–228.
- Ding, W., Huang, R., Zhou, Z., He, H., Li, Y. 2017. *Ambrosia artemisiifolia* as a potential resource for management of golden apple snails, *Pomacea canaliculata* (Lamarck). *Pest. Manag. Sci.* 74: 944–949.
- Durmusoglu, E., Karsavuran, Y., Ozgen, I., Guncan, A. 2003. Effects of two different neem products on different stages of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera, Pentatomidae). *J. Pest Science*. 76: 151–154.
- Fernandez, N. F., Defago, M. T., Palacios, S. M., Arena, J. S. 2020. Antifeedant effect of plant extracts on the poultry pest *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae): an exploratory study. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 79 (4): 23-30.
- Granados-Echegoyen, C., Perez-Pacheco, R., BautistaA-Martinez, N., Alonso-Hernandez, N., Sanchez-Garcia, J.A., Martinez-Tomas, S.H., Sanchez-Mendoza, S. 2015. Insecticidal Effect of Botanical Extracts on Developmental stages of *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Southwest. Entomol.* 40(1): 97-110.
- Gvozdenac, S., Inđić, D., Vuković, S., Grahovac, M., Tanasković, T. 2012. Antifeeding activity of several plant extracts against *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae) larvae. *Pestic. Phytomed.* 27(4): 305-311.
- 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.
- Isman, M.B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 45–66.
- Kleef, F., Salman, M. 2021. Antifungal Effect of *Ambrosia artemisiifolia* L. Extract and Chemical Fungicide Against *Spilocaea oleagina* Causing Olive Leaf Spot. *Arab. J. Sci. Eng.* <https://doi.org/10.1007/s13369-021-05397-x>
- Knežević, M. 2006. Atlas korovne, ruderalne i travnjačke flore. III. izdanje. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek. 402 str.
- Majić, I., Ivezić, M., Raspudić, E., Vratarić, M., Sudarić, A., Brmež, M., Sarajlić, A., Matoša, M. 2010. Pojava stjenica na soji u Osijeku. *Glasilo biljne Zaštite*. 51.
- Mendoza-Garcia, E.E., Ortega-Arenas, L.D., Perez-Pacheco, R., Rodriguez-Hernandez, C. 2014. Repellency, toxicity, and oviposition inhibition of vegetable extracts against greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Chilean J. Agric. Res.* 74(1): 41-48.
- Nikolić, T., Mitić, B., Boršić, I. 2014. Flora Hrvatske: invazivne biljke. Alfa d.d., Zagreb. 296 str.
- Norsworthy, J. K. 2003. Allelopathic potential of wild radish (*Raphanus raphanistrum*). *Weed Technol.* 17: 307-313.
- Pajač Živković, I., Skendžić, S., Lemić, D. 2021. Rapid spread and first massive occurrence of *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) in agricultural production in Croatia. *J. cent. Eur. agric.* 22 (3): 531-538.
- Paul, D., Choudhury, M. 2016. Larvicidal and antifeedant activity of some indigenous plants of Meghalaya against 4th instar *Helicoverpa armigera* (Hübner) larvae. *J. Crop Prot.* 5(3): 447-460.
- Protić, L. 2011. New Heteroptera for the fauna of Serbia. *Bull. Nat. Hist. Mus. Belgr.* 4:119-125.
- Šapina, I., Šerić-Jelaska, L. 2018. First report of invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) in Croatia. *EPPPO Bull.* <https://doi.org/10.1111/epp.12449>
- Vratarić, M., Sudarić, A. 2009. Važnije bolesti i štetnici na soji u Republici Hrvatskoj. *Glas. zašt. bilja.* 32(6): 6-23
- Zhang, G.-C., Zhao, Y., Ma, L., Bi, B., Huang, Y., Zhuang, C., Zhang, X.-Q., Meng, S. 2010. Toxicity testing of insecticidal active substances from *Ambrosia artemisiifolia* and its security. *J. Northeast For. Univ.* 38(6): 94-96.