

UDC(UDK)596+6.32.7

CODEN: ECROEL

ISSN 1330-6200

ENTOMOLOGIA CROATICA

GLASILO HRVATSKOG
ENTOMOLOŠKOG DRUŠTVA S
MEĐUNARODNOM RECENZIJOM

CROATIAN ENTOMOLOGICAL
SOCIETY OFFICIAL JOURNAL
WITH INTERNATIONAL REVIEW



HRVATSKO ENTOMOLOŠKO DRUŠTVO

ENTOMOL. CROAT. 2022, Vol. 21. Num: 1:1-48

ENTOMOLOGIA CROATICA

Glasilno Hrvatskog entomološkog društva s međunarodnom recenzijom
Sljednik časopisa Acta entomologica Yugoslavica (1971.-1990.)
Croatian Entomological Society official journal with international review
follower of the journal Acta entomologica Yugoslavica (1971.-1990.)
www.agr.hr/hed

ISSN 1330-6200 CODEN: ECROEL UDC(UDK)596+6.32.7

Izdavač / Publisher

HRVATSKO ENTOMOLOŠKO DRUŠTVO
c/o Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti
Vladimira Preloga 1, 31 000 Osijek, Hrvatska, Croatia

Dosadašnji glavni urednici / Past editors-in-chief

Akademik/ Academician Zdravko Lorković 1995-1998
Akademik/ Academician Milan Maceljčki 1998-2004
prof. dr. sc. Paula Durbešić 2004-2015

Glavni urednik / Editor in chief

dr. sc. Milan Pernek, Zagreb, Croatia
e-mail: milanp@sumins.hr

Urednici područja/ Subject Editors:

prof. dr. sc. Boris Hrašovec; dr. sc. Toni Koren; prof. dr. sc. Ivana Majić

Uređivački odbor / Editorial Board

prof. dr. sc. Božena Barić; doc. dr. sc. Andrea Brigić; doc. dr. sc. Marija Ivković; Martina Kadoić Balaško, mag. ing. agr.;
doc. dr. sc. Mirta Sudarić Bogojević; Helena Virić Gašparić, mag. ing. agr.; prof. dr. sc. Boris Hrašovec; dr. sc. Bože Kokan;
dr. sc. Toni Koren; doc. dr. sc. Tomislav Kos; dr. sc. Marta Kovač; prof. dr. sc. Stjepan Krčmar; doc. dr. sc. Darija Lemić;
Edin Lugić, mag.; prof. dr. sc. Ivana Majić; Matea Martinović, mag. ing. maricult.; prof. dr. sc. Enrih Merdić;
dr. sc. Milan Pernek; izv. prof. dr. sc. Ana Previšić; prof. dr. sc. Emilija Raspudić; doc. dr. sc. Marija Ravlić;
doc. dr. sc. Ankica Sarajlić; dr. sc. Vlatka Mičetić Stanković; dr. sc. Mladen Šimala; dr. sc. Ivana Pajač Živković;
dr. Dimitrios N. Avtzis (Grčka/Greece); dr. Lois Bonifacio (Portugal); Jaroslav Holuša (Češka/Czech Republic);
prof. dr. Ferenc Lakatos (Mađarska/Hungary); dr. Žiga Laznik (Slovenija/Slovenia); mr. sc. Gabrijel Seljak (Slovenija/Slovenia);
prof. dr. Cezary Tkaczuk (Poljska/Poland); dr. Stane Trdan (Slovenija/Slovenia); dr. Rudi Verovnik (Slovenija/Slovenia)

Tehnički urednik / Technical editor

doc. dr. sc. Ivana Pajač Živković
dr. sc. Marta Kovač

Jezični savjetnici / Language Advisers

Ivana Heffer Rakonić, mag. educ. philol. croat.
Monika Sokić, mag. educ. philol. angl. et mag. educ. hist.

Oblikovanje / Design

Ras Lužaić, dipl. ing.

Adresa uredništva / Editorial Office

Hrvatsko entomološko društvo
c/o Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti
Vladimira Preloga 1, 31 000 Osijek, Hrvatska, Croatia
entomologia.croatica@gmail.com

Entomologia Croatica izdaje jedan broj godišnje (jedan volumen)

Puni tekst je na <http://www.entomolosko-drustvo.hr/>

Entomologia Croatica is issued in one volume annually

Full text is available on <http://www.entomolosko-drustvo.hr/>

Članci se referiraju u / Abstracted in

BIOSIS Previews, CAB Abstracts, Entomology Abstracts, Zoological Records

Sadržaj

- 1** **Helena Virić Gašparić, Domagoj Vučemilović Jurić, Renata Bažok**
Assessment of a possible increase in the harmfulness of the cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hubner) in Croatia
Procjena mogućeg porasta štetnosti žute kukuruzne sovce (*Helicoverpa armigera* Hübner) u Hrvatskoj
- 10** **Dejan Kulijer, Adla Kahrić, Damjan Vinko**
Hierodula tenuidentata Saussure, 1869 (Mantodea: Mantidae) has settled down in Bosnia and Herzegovina
Prvi nalaz bogomoljke *Hierodula tenuidentata* Saussure, 1869 (Mantodea: Mantidae) u Bosni i Hercegovini
- 17** **Ankica Sarajlić, Ivana Majić, Emilija Raspudić, Renata Baličević, Marija Ravlić**
Učinkovitost suzbijanja stjenica *Nezara viridula* i *Halyomorpha halys* vodenim ekstraktom ambrozije
Efficacy of aqueous ragweed extract on *Nezara viridula* and *Halyomorpha halys*
- 25** **Milan Pernek, Saša Cvetković**
Prvi nalaz agavine pipe *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera, Dryophthoridae) u Hrvatskoj
First record of the agave weevil *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera, Curculionidae) in Croatia
- 33** **Toni Koren, Bože Kokan**
On the Lepidoptera collection created by Petar Novak, stored in Natural History Museum in Split
O zbirci Lepidoptera koju je izradio Petar Novak, pohranjenoj u Prirodoslovnom muzeju u Splitu
- 45** **In memoriam Dr. sc. Miroslav Harapin (22.9.1929 – 17.2.2022.)**

Assessment of a possible increase in the harmfulness of the cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hubner) in Croatia

Procjena mogućeg porasta štetnosti žute kukuruzne sovice (*Helicoverpa armigera* Hübner) u Hrvatskoj

Helena Virić Gašparić^{1,*}, Domagoj Vučemilović Jurić¹, Renata Bažok¹

¹Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

Corresponding author Email adress: hviric@agr.hr (H. Virić Gašparić)

Sažetak

Žuta kukuruzna soвица (*Helicoverpa armigera* Hübner) značajan je polifagni štetnik kukuruza, duhana, pamuka, slanutka i rajčice. Štete čine gusjenice ishranom na vegetativnim i generativnim dijelovima biljaka domaćina. Štete u svijetu procjenjuju se na dvije milijarde dolara godišnje. Rasprostranjena je na području Azije, Afrike, Južne Amerike, Europe i Australije. Migratorna je vrsta i može se kretati na veće udaljenosti. Godišnje ima 2 do 3 generacije na našim prostorima, a u tropskim uvjetima može razviti do 11 generacija. Pojavi žute kukuruzne sovice pogoduju visoke temperature tijekom proljetnog i ljetnog razdoblja te veće količine oborina tijekom proljeća. Porastom temperatura skraćuje se vrijeme potrebno za čitav životni ciklus. S obzirom na to da se do kraja sljedećeg stoljeća predviđa povećanje srednje dnevne temperature za 3°C, može se očekivati povećanje broja generacija i štetnosti *H. armigera*. Zbog nedostatka raspoloživih mjera suzbijanja, praćenje biologije i migracijskog kretanja *H. armigera* važno je za procjenu rizika od prodora na neko novo područje ili usjev.

Ključne riječi: ekološki zahtjevi, *Helicoverpa armigera*, praćenje, prodor, štetnost

Abstract

The cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hübner) is a major polyphagous pest of corn, tobacco, cotton, chickpeas, and tomatoes. Damage is caused by caterpillars that feed on the vegetative and generative parts of host plants. The damage in the world is estimated at two billion dollars per year. It is widespread in Asia, Africa, South America, Europe and Australia. It is a migratory species and can travel greater distances. In our area it has 2-3 generations per year, in tropical conditions it can develop up to 11 generations per year. The occurrence of the cotton bollworm is favored by high temperatures during the spring and summer and higher rainfall in spring. As temperatures increase, the time required for the entire life cycle decreases. Considering that the average daily temperature is expected to increase by 3°C by the end of the next century, an increase in the number of generations and the harmfulness of *H. armigera* can be expected. In the absence of

control measures, monitoring the biology and migratory movements of *H. armigera* is important to assess the risk of invasion into a new area or crop.

Keywords: ecological requirements, *Helicoverpa armigera*, monitoring, soy, harmfulness

Uvod - Introduction

Žuta kukuruzna sovica ili pamukova sovica (*Helicoverpa armigera* Hübner, 1808) pripada kompleksu usko povezanih vrsta, a točna je determinacija teška i često je potrebno secirati genitalije (OEPP/EPPO, 2003). Polifagna je vrsta koja se hrani s oko 250 domaćina (Sekulić i sur. 2004). Ishranom na primarnom domaćinu, kukuruzu, oštećuje klip i svilu (Maceljski, 2002). Velike gubitke nanosi i generativnim organima pamuka, soje, suncokreta, rajčice, paprike, mahunarkama i dr. Prema Tay i sur. (2013) jedan je od najznačajnijih i najutjecajnijih poljoprivrednih štetnika u Aziji, Europi, Africi i Australiji. Štete se procjenjuju na više od dvije milijarde američkih dolara godišnje, isključujući socijalno-ekonomske i ekološke troškove povezane sa suzbijanjem. Veličina štete na usjevima ovisi o broju odraslih oblika, broju odloženih jaja te broju gusjenica koje su se uspješno razvile (Kriticos i sur. 2015). Gusjenice oštećuju vegetativne i generativne organe. Hrane se stabljikama i lišćem iako preferiraju cvatove, pupoljke, plodove i mahune. Na slanutku je zabilježen 100%-tni gubitak prinosa uz prosječnu zarazu od jedne gusjenice po biljci (Ali i sur. 2009). Dvije do tri gusjenice na biljci mogu uništiti sve plodove pamuka u roku od 15 dana (CABI, 2021).

Masovna pojava žute kukuruzne sovice zabilježena je tijekom 2003. na području Srbije, Bugarske, Mađarske i Hrvatske (Kereši i sur., 2014). Prema Ivezić (2008), u Hrvatskoj je 2003. godine najjači napad utvrđen na kukuruzu, suncokretu, soji, rajčici i drugim kulturama. U jesen 2016. godine u Hrvatskoj je, na području Lukača, zabilježena masovna pojava *H. armigera* na korovnoj vrsti ambroziji (Štivičić i Čaćija, 2018). Na postrnim usjevima soje u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji zabilježena je visoka populacija gusjenica žute kukuruzne sovice tijekom kolovoza i rujna 2020. godine (Slovic i Berić, 2021). U Hercegovini su 2012. zabilježene velike štete u nasadima duhana što je uzrokovalo ograničenja u planiranju i zasnivanju nasada u narednim sezonama (Rotim, 2019). Između 2000. i 2013. u Mađarskoj je zabilježen porast populacije žute kukuruzne sovice što se može objasniti uspješnim prezimljavanjem i naknadnim razmnožavanjem vrste u Karpatskom bazenu. Masovnoj pojavi najviše pogoduje sunčano i toplo vrijeme. *H. armigera* uočena je na području centralne Europe i u Mađarskoj, ali nije mogla prezimiti zbog niskih zimskih temperatura. *H. armigera* pojavljuje se na područjima Mađarske tek početkom ljeta, a prelijeće iz južnih krajeva odnosno iz Srbije, Hrvatske i Bosne i Hercegovine (Keszthelyi i sur. 2013).

U slučaju pogoršanja okolišnih uvjeta *H. armigera* migrira u nova područja na kojima prevladavaju uvjeti koji će osigurati preživljavanje odraslih i razvoj gusjenica (Colvin i Gatehouse, 1993). Češće pojave ovog štetnika povezane su sa

zatopljenjem u navedenim područjima. S obzirom na to da uslijed klimatskih promjena dolazi do promjena u područjima uzgoja pojedinih kultura i posljedično do promjena u rasprostranjenosti njihovih štetnika, moguće je očekivati da će doći do promjene u rasprostranjenosti i učestalosti napada žute kukuruzne sovice (Vörös, 2002). Cilj ovog rada bio je analizirati dostupne podatke o ekološkim zahtjevima žute kukuruzne sovice te procijeniti mogućnost povećanja štetnosti na području Hrvatske.

Životni ciklus - *Life cycle*

Žuta kukuruzna soвица u našim uvjetima razvija dvije do tri (Sekulić i sur. 2004), dok u tropskim uvjetima razvija i do 11 generacija godišnje. Budući da se generacije međusobno isprepliću, teško je odrediti točan broj na godišnjoj razini (Tripathi i Singh 1991). Odrasli su uglavnom aktivni u sumrak kada i počinje kopulacija (Sullivan i Mollet 2007) koja može trajati i do tri dana (Queiroz-Santos i sur., 2018). Nakon dan-dva ženka polaže jaja na biljku u vrijeme ili blizu vremena cvatnje (OEPP/EPPO 1999). U početku dana ženka odlaže 10 do 20 jaja u skupinama po tri jaja, a s odmakom dana taj se broj postupno povećava (Queiroz-Santos i sur. 2018). U laboratorijskim uvjetima ženke mogu odložiti do 3000 jaja, dok u prirodnim uvjetima taj broj iznosi od 500 do 1000. Broj odloženih jaja ovisi o domaćinu i klimatskim uvjetima okoliša (Kriticos i sur. 2015). Razvoj jaja traje od tri do devet dana (Maceljski 2002). Životni ciklus od jajeta do odraslog stadija traje od 4 do 6 tjedana u ljetnom razdoblju, odnosno od 8 do 12 tjedana u proljetnom ili jesenskom razdoblju (Sullivan i Mollet 2007).

Prema Kriticos i sur. (2015) gusjenica *H. armigera* prolazi kroz 5 do 7 stadija. Optimalna temperatura za razvoj kukuljica i gusjenica je 33,9 °C (Zalucki i sur. 1986). Prema Herald i Tayde (2018), vrijeme koje *H. armigera* provede u stadiju gusjenice je od 17 do 24 dana, dok Maceljski (2002) navodi da razvoj najčešće traje od 18 do 30 dana. Gusjenice prve generacije u Europi se pojavljuju već početkom svibnja i hrane se na alternativnim domaćinima od 24 do 36 dana, gusjenice druge generacije od 16 do 30 dana, a gusjenice treće generacije od 19 do 26 dana. Potpuno razvijene gusjenice premještaju se u tlo na dubinu od 5 do 15 cm (Sharma 2005).

Faza prije kukuljice naziva se stadij predkukuljice. Započinje omatanjem gusjenice u biljne ostatke te traje oko dva do tri dana. Karakteristika je da su predkukuljice izrazito krute na dodir. *H. armigera* prezimljuje u stadiju kukuljice u tlu (OEPP/EPPO, 1999) na dubini od 2,5 do 17,5 cm, ovisno o teksturi tla (Karim 2000), no može ih se pronaći i na lišću odnosno biljnim ostacima na tlu (EFSA, 2014). Razvoj kukuljice traje od 10 do 16 dana, a potom prelaze u odrasli stadij (Sullivan i Mollet 2007). Broj kukuljica koje će se uspješno preobraziti u odrasle oblike pod velikim je utjecajem hrane koje su konzumirale gusjenice. Primjerice, kukuruz i bamija mogu se svrstati u nekvalitetne domaćine (Jallow i sur. 2001). Sklonost prema manje kvalitetnom no lako dostupnom izvoru hrane može biti rezultat učenja da izbor prikladnog domaćina poboljšava sposobnost ženki da odabiru istu vrstu tijekom traženja domaćina (Cunningham i sur. 1998).

Gospodarski značaj i rasprostranjenost - *Economic significance and distribution*

H. armigera smatra se značajnim štetnikom u većini područja gdje se pojavljuje, uključujući ratarske usjeve, uljarice, krmiva i hortikulturne biljke (CABI 2021). Navodi se kao glavni štetnik kukuruza, sirka, rajčice, lucerne, duhana, pamuka i krastavaca (Jallow i sur., 2004). Gospodarska važnost temelji se na osobitostima biologije - pokretljivosti, polifagnog načina ishrane, brze i visoke reproduktivnosti te dijapauze. *H. armigera* posebno je dobro prilagođena za eksploataciju prolaznih staništa poput ekosustava koje je stvorio čovjek (CABI 2021). S obzirom na to da postoji velik broj domaćina, ženke na naizgled neprikladnim područjima lako pronalaze kulture prikladne za ishranu, ovipoziciju i razvoj gusjenica (Karim, 2000). Ekonomske štete od *H. armigera* prelaze 2 milijarde dolara u Aziji, Africi, Australiji i Europi, isključujući troškove suzbijanja (Pomari-Fernandes i sur. 2015).

H. armigera kozmopolitska je vrsta s visokom tendencijom pojave u poljoprivrednim kulturama (Karim 2000). Udomaćila se u južnom dijelu Sjeverne Amerike te brojnim zemljama južne Amerike: Argentini, Brazilu, Kolumbiji, Paragvaju, Peruu, Surinamu i Urugvaju, te otočnim državama Karipskog mora (Dominikanska Republika i Portoriko). Prisutna je na području Azije, a u posljednjih dvadesetak godina proširila se i na područje Afrike. Do sada je ova vrsta, osim u Hrvatskoj, registrirana i u zemljama Južne Europe (EPPO 2021). Široka rasprostranjenost *H. armigera* potpomognuta je uvelike njezinom mogućnošću kretanja na velike udaljenosti, čak do 2 000 km (Murúa i sur., 2016). Prema Reay – Jones (2019) kretanje je podijeljeno u tri kategorije.

Tablica 1. Prikaz kretanja žute kukuruzne sovice prema osnovnim kategorijama
Table 1. The cotton bollworm movement overview according to basic categories

Kategorija kretanja	Visina	Svrha
I.	Kratki domet do 1m	Kretanje unutar staništa
II.	Duži domet od 1 do 10 m	Potruga za domaćinom
III.	Domet do 30 m	Migracijsko kretanje niz vjetar

Izvor: Reay – Jones (2019)

Ekološki zahtjevi - *Ecological requirements*

Dužina dana, temperatura i klima nekog područja različito utječu na broj generacija i razvoj žute kukuruzne sovice. Porastom temperatura smanjuje se vrijeme potrebno za razvoj jedne generacije. U umjerenim predjelima, kad se dnevne temperature smanje s 24 °C na 15 °C i kada dođe do kraćeg trajanja dana u odnosu na ljetno razdoblje s 13 na 11 sati, *H. armigera* ulazi u dijapauzu (EFSA, 2014). Također, u područjima gdje su dnevne temperature 25 °C i više, manje jedinke podliježe dijapauzi. Smatra se da dugotrajnim izlaganjem temperaturama višim od 37 °C jedinke sovice mogu ući i u ljetnu dijapauzu (Mironidis i Savopoulou-Soultani 2012.; Mironidis 2014).

Pojavi žute kukuruzne sovice pogoduju visoke temperature tijekom proljetnog i ljetnog razdoblja te veće količine oborina tijekom proljeća. Prema podacima Sekulić i sur. (2004), u Vojvodini je 2002. godine zahvaljujući ekstremno visokim temperaturama utvrđena vrlo velika aktivnost odraslih oblika. U pojedinim dijelovima godine prevladavali su tropski uvjeti kad su temperature svakodnevno prelazile 30 °C što je pogodovalo masovnom razmnožavanju i širenju ove vrste (Sekulić i sur. 2004). U razdoblju od svibnja do listopada 2003. godine u Vojvodini je utvrđeno do 12 puta više odraslih jedinki žute kukuruzne sovice u odnosu na period od 2000. do 2002. godine. Pretpostavka je da je brojna populacija u 2003. godini rezultat velike brojnosti prezimjelih jedinki, visokih temperatura koje su pogodovale razmnožavanju i doleta štetnika iz toplijih područja.

Procjena mogućeg porasta štetnosti žute kukuruzne sovice u Hrvatskoj - Assessment of a possible increase in the harmfulness of the cotton bollworm in Croatia

H. armigera ima veliku sposobnost preživjeti nepovoljne uvjete. Vrsta se izrazito lako prilagođava područjima s nepovoljnim uvjetima za razvoj poput Finske, Estonije, Švedske i dr. (EFSA 2014). U slučaju velike gustoće gusjenica dolazi do razrjeđivanja i postizanja podjednake prostorne raspodjele (Kakimoto i sur. 2003). Migracija je fakultativna i uzrokuju je nepovoljni klimatski uvjeti i lokalni usjevi. Leptiri žute kukuruzne sovice mogu migrirati unutar 10 kilometara od trenutnog domaćina što im omogućava širok raspon domaćina na različitim područjima (Sullivan i Mollet, 2007). Wakil i sur. (2010) navode da su rast, razvoj i dinamika kukaca pod velikim utjecajem vremenskih čimbenika. Stanište na koje migriraju može biti privremeno i čak često geografski odvojeno zbog sposobnosti leta na veće udaljenosti (Rochester, 1999). Pedgley (1985) navodi da odrasli mogu migrirati na velike udaljenosti nošeni vjetrom, primjerice iz južne Europe u Veliku Britaniju. Colvin i Gatehouse (1993) utvrdili su značajne razlike između sojeva žute kukuruzne sovice s područja Malawia i centralne Indije te istaknuli važnost prostorne i/ili vremenske raspodjele resursa za migracijske aktivnosti *H. armigera*.

Klimatski uvjeti od presudne su važnosti za rast, razvoj i distribuciju štetnika (Mathukumalli i sur., 2016). Na području Mađarske pojavljuje se tek početkom ljeta, a preljeće s južnih krajeva odnosno iz Srbije, Hrvatske i Bosne i Hercegovine (Keszthelyi i sur. 2013). Potencijal povećanja i uspostave populacije *H. armigera* na nekom području velik je i pod utjecajem je nekoliko čimbenika (Fitt 1989). Noor-ul-Ane i sur. (2015) navode da je odnos između kukca i biljke važan za njihovu ekologiju i funkcioniranje ekosustava. Stoga, zajednički je odgovor biljaka i kukaca na klimatske promjene bitan. Huang i Hao (2020) ističu da su promjene u brojnosti generacija *H. armigera* uvjetovane klimatskim zagrijavanjem. Zabilježili su smanjenje brojnosti populacije prve i druge generacije, dok se brojnost treće značajno povećala. Prema istraživanjima Mathukumallia i sur. (2016), očekuje se povećanje srednje dnevne temperature za 1 °C do 2025. godine, odnosno za 3 °C do kraja sljedećeg stoljeća. Povećanjem temperatura smanjuje se vrijeme potrebno za dovršetak životnog ciklusa što dovodi do povećanja broja generacija godišnje.

H. armigera na listi je A2 karantenskih štetnika prema EPPO (CABI 2021). Ozbiljan je štetnik na otvorenom prostoru u mediteranskim zemljama, no vjeruje se da je dosegla granice svoje prirodne rasprostranjenosti u EPPO regiji. Zadržava karantenski status zbog rizika unošenja u usjeve staklenika sjeverne Europe (CABI 2021). Prema Slovic i Berić (2021), u narednim je godinama u usjevima soje potrebno pratiti pojavu žute kukuruzne sovice. S obzirom na to da su ljeta sve toplija, treba očekivati povećanje populacije i štetnosti, a u Republici Hrvatskoj trenutno ne postoji registriran niti jedan insekticid za folijarnu primjenu u soji.

Praćenje pojave žute kukuruzne sovice - *The cotton bollworm monitoring*

Prema istraživanjima El-Mezayyen i Ragab (2014), prognozira se vrhunac leta *H. armigera* kada suma dnevnih temperatura dostigne 558,18 DD (Degree days). Nadalje, pojava se može pratiti i upotrebom seksualnih feromona ili lovnih svjetiljki (OEPP/EPPO, 1994). Feromonski mamci u obliku lijevka (VARL) mogu se učinkovito koristiti za detekciju mužjaka (Rai i sur. 2000), a lovne svjetiljke pružaju detaljnu sliku godišnje migracije *H. armigera* u sjevernoj Europi (Ma i sur. 2010.; Puskas i Nowinszky 2011). Praćenje pomoću feromonskih mamaca koristi se za prognozu početka leta leptira (migracije ili pojave iz dijapauze). Veliki broj uhvaćenih leptira nakon sezonskih kiša uz prisutnost biljaka domaćina od velike je važnosti za predviđanje vremena pojave sljedećih generacija (Sharma, 2005). Za utvrđivanje praga odluke ne mogu se koristiti podaci o ulovu leptira, nego je potrebno nakon što se utvrdi pojava leptira obavljati vizualne preglede usjeva da bi se utvrdio broj jaja i/ili gusjenica na biljkama. Prema Matthews i Tunstall (1968), pragovi odluke u pamuku koriste se od 1961. godine u Malaviji i Zimbabveu, gdje se preporučuje suzbijanje insekticidima kada se vizualnim pregledom, koji se provodi dva puta tjedno, uoči u prosjeku jedno jaje na dvjema biljkama. U Geziri, regiji Sudana, prag odluke za suzbijanje u pamuku iznosi dva jaja ili gusjenice na 18 biljaka (Haggis 1982), dok se u Australiji navodi dva jaja po metru reda (Wilson 1982). Prema procjeni rizika koju su napravili Lammers i MacLeod (2007), prirodno širenje *H. armigera* navodi se kao rizično za sjevernu Europu. Praćenje biologije i migracijskog kretanja *H. armigera* moglo bi pružiti rano upozorenje o prodoru na neko novo područje ili usjev (CABI 2021).

Zaključak - Conclusion

Žuta kukuruzna sovica značajan je štetnik u proizvodnji poljoprivrednih kultura. Polifagna je vrsta koja napada veliki broj biljaka od kojih treba istaknuti kukuruz, soju, pamuk, slanutak, rajčicu i duhan. Godišnje može razviti do 11 generacija, dok se u našim uvjetima pojavljuju 2-3. Pojavi pogoduju visoke temperature tijekom proljeća i ljeta i veće količine oborina tijekom proljeća. Žuta kukuruzna sovica migratorna je vrsta koja se udomaćila u Europi, Aziji, Africi, Australiji i Južnoj Americi. Široka rasprostranjenost uvelike je potpomognuta mogućnošću kretanja na velike udaljenosti. Vrlo se lako prilagođava područjima s nepovoljnim uvjetima

za razvoj, a u slučaju velike gustoće populacije na nekom području dolazi do prirodnog razrjeđivanja i postizanja podjednake prostorne raspodjele. Klimatski uvjeti od presudne su važnosti za rast, razvoj i distribuciju ovog štetnika. Potencijal povećanja i uspostave populacije *H. armigera* na nekom području velik je i pod utjecajem je interakcije između kukca i biljke što je važno za ekologiju i funkcioniranje ekosustava. Masovnoj pojavi najviše pogoduje sunčano i toplo vrijeme. U Hrvatskoj je tijekom kolovoza i rujna 2020. zapaženo povećanje populacije u soji. S obzirom na prognoze povećanja srednjih dnevnih temperatura u narednim godinama može se očekivati i povećanje broja generacija kao i visine šteta. U Hrvatskoj nema registriranih insekticida za folijarnu primjenu u soji što dodatno ističe važnost praćenja štetnika i prognoze pojave te razvoja otpornih kultura.

Literatura - References

- Ali, A., Choudhury, R.A., Ahmad, Z., Rahman, F., Khan, F.R., Ahmad, S. K. 2009. Some biological of *Helicoverpa armigera* on chickpea. *Tunisian Journal of Plant Protection*. 4: 99-106.
- CABI 2021. *Helicoverpa armigera* (cotton bollworm). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/26757#toreferences>. 19.4.2021.
- Cunningham, J.P., Jallow, M.F.A., Wright, D.J., Zalucki, M.P. 1998. Learning in host selection in *Helicoverpa armigera* (Hubner). (Lepidoptera: Noctuidae). *Animal Behaviour*. 55: 227–234.
- Colvin, J., Gatehouse, A.G. 1993. Migration and genetic regulation of the pre-reproductive period in cotton - bollworm moth, *Helicoverpa armigera*. *Heredity*. 70(4): 407–412.
- EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health). 2014. Scientific Opinion on the pest categorisation of *Helicoverpa armigera* (Hübner). doi:10.2903/j.efsa.2014.3833. www.efsa.europa.eu/efsajournal.
- El-Mezayyen, G.A., Ragab, M.G. 2014. Predicting the American bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) field generations as influenced by heat unit accumulation. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 92(1): 91-99.
- EPPO. 2021. *Helicoverpa armigera* – Distribution. <https://gd.eppo.int/taxon/HELLAR/distribution/>. 30. travnja 2021.
- Fitt, G.P. 1989. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Annual review of entomology*. 34(1): 17-53. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.34.010189.000313>.
- Haggis, M.J. 1982. Distribution of *Heliothis armigera* eggs on cotton in the Sudan Gezira: spatial and temporal changes and their possible relation to weather. U: Reed W, Kumble V. (ur.) *Proceedings of the International Workshop on Heliothis Management*. ICRIAT Center, Patancheru, India, 15-20 November 1981 International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics Patancheru, Andhra Pradesh India, 87-99.
- Herald, K.P., Tayde, A.R. 2018. Biology and morphology of tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* (Hubner) under Allahabad conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 6(4): 1734-1737.
- Huang, J., Hao, H. 2020. Effects of climate change and crop planting structure on the abundance of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Ecology and evolution*. 10(3): 1324-1338. <https://doi.org/10.1002/ece3.5986>.
- Ivezić, M. 2008. Štetnici ratarskih kultura. U: Ćosić, J., Ivezić, M., Štefanić, E., Šamota, D., Kalinović, I., Rozman, V., Liška, A., Ranogajec, L. (ur.) *Najznačajniji štetnici, bolesti i korovi u ratarskoj proizvodnji*. Poljoprivredni fakultet Osijek.
- Jallow, M. F., Cunningham, J.P., Zalucki, M.P. 2004. Intra-specific variation for host plant use in *Helicoverpa armigera* (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae): implications for management. *Crop protection*. 23(10): 955-964. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2004.02.008>.

- Jallow, M.F., Matsumura, M., Suzuki, Y. 2001. Oviposition preference and reproductive performance of Japanese *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Applied Entomology and Zoology* 36(4): 419-426. <https://doi.org/10.1303/aez.2001.419>.
- Kakimoto, T., Fujisaki, K., Miyatake, T. 2003. Egg laying preference, larval dispersion, and cannibalism in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 96(6): 793-798. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2003\)096\[0793:ELPLDA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2003)096[0793:ELPLDA]2.0.CO;2).
- Karim, S. 2000. Management of *Helicoverpa armigera*: A Review and Prospectus for Pakistan. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 3(8): 1213-1222. 10.3923/pjbs.2000.1213.1222.
- Kereši, T., Vajgand, D., Milovac, Ž. 2014. Važnije štetočine kukuruza iz reda Lepidoptera. *Biljni lekar*. 42, 2-3.
- Keszthelyi, S., Nowinszky, L., Psukas, J. 2013. The growing abundance of *Helicoverpa armigera* in Hungary and its areal shift estimation. *Central European Journal of Biology* 8(8): 756-764. 10.2478/s11535-013-0195-0.
- Kriticos, D.J., Ota, N., Hutchison, W.D., Beddow, J., Walsh, T., Tay, W.T., Borchert, D.M., Paula-Moreas, S.V., Czapak, C., Zalucki, M.P. 2015. The potential distribution of invading *Helicoverpa armigera* in North America: is it just a matter of time?. *PLoS One*. 10(3): e0119618. 10.1371/journal.pone.0119618.
- Lammers, J.W., Macleod, A. 2007. Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). UK Department of Environment, Forestry and Rural Affairs: Plant Protection Service (NL) and Central Science Laboratory (UK). 2007. 18 p
- Ma, J-H., Lu, Z-Z., Jin, X-L., Pan, Y-L., Gao, G-Z. 2010. Comparison of lights and capture efficiency of popular branch bundles for capturing moths of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*). *Xinjiang Agricultural Science*. 47(10): 2023–2026
- Maceljski, M. 2002. Poljoprivredna entomologija. Čakovec. Zrinski d.d.
- Mathukumalli, S.R., Dammu, M., Sengottaiyan, V., Ongolu, S., Biradar, A.K., Kondru, V.R., Karlapudi, S., Bellapukondaa Raju, M.K., Chitiproula, R.R.A., Cherukumalli, S.R. 2016. Prediction of *Helicoverpa armigera* Hubner on pigeonpea during future climate change periods using MarkSim multimodel data. *Agricultural and Forest Meteorology*. 228: 130-138. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.07.009>.
- Matthews, G.A., Tunstall, J.P. 1968. Scouting for pests and the timing of spray applications. *Cotton Growers' Review*, 45: 115-127.
- Mironidis, G.K. 2014. Development, survivorship and reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) under fluctuating temperatures. *B. Entomol. Res.* 104: 751-764.
- Mironidis, G.K., Savopoulou-Soultani, M. 2012. Effects of constant and changing temperature conditions on diapause induction in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *B. Entomol. Res.* 102(2): 139-147.
- Murúa, M.G., Cazado, L.E., Casmuz, A., Herrero, M.I., Villagran, M.E., Vera, A., Sosa-Gómez, D.R., Gastaminza, G. 2016. Species From the Heliiothinae Complex (Lepidoptera: Noctuidae) in Tucumán, Argentina, an Update of Geographical Distribution of *Helicoverpa armigera*. *Journal of Insect Science*. 16(1): 61. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iew052>
- Noor-Ul-Ane, M., Arif, M.J., Gogi, M.D., Khan, M.A. 2015. Evaluation of different integrated pest management modules to control *Helicoverpa* for adaptation to climate change. *Int. J. Agric. Biol.* 17(3): 14-236. doi: 10.17957/IJAB/17.3.14.236.
- OEPP/EPPO. 1994. EPPO Standard PP 2/1(1) Guideline on good plant protection practice: principles of good plant protection practice. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 24: 233-240.
- OEPP/EPPO. 1999. EPPO Standards PP 2/17(1) English. Guideline on good plant protection practice Maize. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 29: 367-378.
- OEPP/EPPO. 2003. EPPO Standards PM 7/19 Diagnostic protocols for regulated pests. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 33: 245–247.
- Pedgley, D.E. 1985. Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) to the British Isles. *Entomologist's Gazette*. 36(1):15-20.

- Pomari_fernandes, A., De Freitas Bueno, A., Sosa-Gomez, D.R. 2015. *Helicoverpa armigera*: current status and future perspectives in Brazil. *Current Agricultural Science and Technology*. 21(1):1 – 7. doi: [HTTPS://DOI.ORG/10.18539/CAST.V21I1.4234](https://doi.org/10.18539/CAST.V21I1.4234).
- Puskas, J., Nowinszky, L. 2011. Light trapping of the scarce bordered straw (*Helicoverpa armigera* Hbn.) in connection with the ozone content of air. *Novenyvdelem*. 47(2): 37–40.
- Queiroz-Santos, L., Casagrande, M.M., Specht, A. 2018. Morphological Characterization of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliiothinae). *Neotropical Entomology*. 47(4): 517-542. doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0581-4>.
- Rai, H.S., Gupta, M.P., Verma, M. L. 2000. Comparative effectiveness of traps for trapping male moths of *Helicoverpa armigera*. *Annals of Plant Protection Sciences*. 8(2): 235–236.
- Reay-Jones, F.P.F. 2019. Pest Status and Management of Corn Earworm (Lepidoptera: Noctuidae) in Field Corn in the United States. *Journal of Integrated Pest Management*. 10(1): 19; 1–9. doi: [10.1093/jipm/pmz017](https://doi.org/10.1093/jipm/pmz017)
- Rochester, W.A. 1999. The migration systems of *Helicoverpa punctigera* (Wallengren) and *Helicoverpa armigera* (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae) in Australia. Doktorski rad, The University of Queensland, The University of Western Australia, Department of Zoology and Entomology.
- Rotim, N. 2019. Žuta kukuruzna sovica (*Helicoverpa armigera*) važan štetnika duhana u Hercegovini, *Glasnik Zaštite Bilja*. 42(3): 44-50. doi: <https://doi.org/10.31727/gzb.42.3.7>.
- Sekulić, R. G., Kereši, T., Maširević, S. M., Vajgan, D., Forgić, G., Radojčić, S. 2004. Pojava i štetnost pamukove sovice (*Helicoverpa armigera* Hbn) u Vojvodini tokom 2003. godine. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*. 40: 189-202.
- Sharma, H.C. 2005. *Heliothis/Helicoverpa Management: Emerging Trends and Strategies for Future Research*. Science Publishers, Inc., New Hampshire, United States of America.
- Slovic, S., Berić, J. 2021. Utjecaj klimatskih promjena na pojavu štetnika u usjevima soje. Ministarstvo poljoprivrede. Uprava za stručnu podršku razvoju poljoprivrede. <https://www.savjetodavna.hr/2021/08/27/utjecaj-klimatskih-promjena-na-pojavu-stetnika-u-usjevima-soje/> . 19. listopad 2021.
- Štivičić, A., Čačija, M. 2018. Kultivirane i korovske biljke kao domaćini žute kukuruzne sovice–ima li razlike u preferenciji?. *Hrvatsko društvo biljne zaštite, Glasilo biljne zaštite*. 81-82.
- Sullivan, M., Molet, T. 2007. CPHST Pest Datasheet for *Helicoverpa armigera*. Animal and Plant Health Inspection Service, U. S. Department of agriculture. 1-29.
- Tay, W.T., Soria, M.F., Walsh, T., Thomazoi, D., Silvie, P., Behere, G.T., Anderson, C., Downes, S. 2013. A Brave New World for an Old World Pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *PLoS ONE*. 8(11): e80134. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080134>.
- Tripathi, S., Singh, R. 1991. Population dynamics of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Int. J. Trop. Insect. Sc.* 12(4): 367-374.
- VÖRÖS, G. 2002. Six years' history of western corn rootworm in county Tolna.. *Növényvédelem*. 38 (10): 547–550.
- Wakil, W., Ghazanfar, M.U., Kwon, Y.J., Qayyum, M.A., Nasir, F. 2010. Distribution of *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in tomato fields and its relationship to weather factors. *Entomol. Res.* 40(6): 290-297. doi: [10.1111/j.1748-5967.2010.00301.x](https://doi.org/10.1111/j.1748-5967.2010.00301.x).
- Wilson, A.G.L. 1982. Past and future *Heliothis* management in Australia. U: Reed W., Kumble V. (ur) *Proceedings of the International Workshop on Heliothis Management*. ICRISAT Center, Patancheru, India, 15-20 November 1981 International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics Patancheru, Andhra Pradesh India, 343-354.
- Zalucki, M.P., Daglish, G., Firempong, S., Twine, P. 1986. The Biology and Ecology of *Heliothis armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: What do we know? *Aust. J. Zool.* 34(6): 779 – 814.

Hierodula tenuidentata Saussure, 1869 (Mantodea: Mantidae) has settled down in Bosnia and Herzegovina

Prvi nalaz bogomoljke *Hierodula tenuidentata* Saussure, 1869 (Mantodea: Mantidae) u Bosni i Hercegovini

Dejan Kulijer^{1*}, Adla Kahrić², Damjan Vinko³

¹National Museum of Bosnia and Herzegovina, Zmaja od Bosne 3, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

²Center for marine and freshwater biology Sharklab ADRIA, Paromlinska 16, 71 000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

*Corresponding author E-mail address: dejan.kulijer@gmail.com (D. Kulijer)

Abstract

In this paper the first record of the alien mantis species *Hierodula tenuidentata* for Bosnia and Herzegovina is provided. This large mantis has considerably expanded its distribution range in Europe in the last years, particularly in Balkan Peninsula. We found several adult specimens on 22nd and 23rd of August 2021 in urban area of Mostar city in the south of the country. This finding confirms the species' establishment in the western part of Balkan Peninsula and fills the distribution gap along the eastern Adriatic Sea coast.

Key words: alien species, distribution, Balkan Peninsula, expansion, first record, invasive species

Sažetak

U ovom je radu dan prvi nalaz alohtone bogomoljke *Hierodula tenuidentata* u Bosni i Hercegovini. Ova velika bogomoljka posljednjih je godina znatno proširila svoj areal u Europi, osobito na Balkanskom poluotoku. Veći broj odraslih primjeraka ove vrste registrirane su 22. i 23. kolovoza 2021. godine u urbanom području grada Mostara. Ovaj nalaz potvrđuje da se *H. tenuidentata* naselila u zapadnom dijelu Balkanskog poluotoka i nadopunjuju saznanja o njejoj rasprostranjenosti duž istočne obale Jadranskog mora.

Ključne riječi: strane vrste, rasprostranjenost, Balkanski poluotok, širenje, prvi nalaz, invazivne vrste

Introduction

Hierodula tenuidentata Saussure, 1869 is large robust green (rarely brown) mantis species (body length: 5 to 7 cm in males and 6 to 8 cm in females) with short and wide pronotum, three darker bands on the ventral side of the thorax and four to five prominent yellowish spines on the front coxae. On front femora the spines are variable in color, black completely or only on tips. Hyaline wings generally exceed the length of the abdomen and have whitish stigma on the tegmina (Battiston et al., 2019).

The unclear taxonomic status of *Hierodula tenuidentata* Saussure, 1869 and *H. transcaucasica* Brunner von Wattenwyl, 1878 has made some confusion in recent reports of these taxa from Europe and raised the question of the taxonomic affiliation of specimens found in several European countries (e.g., Ehrmann, 2011; Battiston et al., 2018; Cianferoni et al., 2018; Schwarz et al., 2018). In this paper we follow the opinion of Battiston et al. (2018) that *H. transcaucasica* is a synonym of *H. tenuidentata*. Accordingly, the natural range of *H. tenuidentata* combines the ranges of both taxa and extends from India to the Mediterranean basin (Battiston et al., 2019). Apart from one old isolated record from Crimea on eastern margin of the continent (Werner, 1916), only recently the species started to spread in Europe. According to Schwarz & Ehrmann (2018) the first “modern” record from Europe seems to be a juvenile male collected on Crete, Greece in 2008. From 2015 onwards many new data became available and known range of the species expanded considerably, mostly along the northern Mediterranean and Black Sea coast (e.g., Cianferoni et al., 2018; Van der Heyden, 2018; Romanowski et al., 2019; Pintilioaie et al., 2021; Vujić et al., 2021; Martinović et al., 2022). The distribution of the species in the region is given in Fig. 1a, where Slovenia is excluded as the only record (Van der Heyden, 2021) is based only on the photo of a nymph for which we believe that it is impossible to identify to the species level with certainty.

Materials and methods

The survey was conducted between 22nd and 24th August 2021 in the old city center of Mostar and the southern Herzegovina region. Mostar is one of the largest and touristically most attractive cities in the country, located in the Neretva River valley that connects it with the Adriatic Sea coast, app. 45 km to the southwest (Figure 1). The specimens were visually observed and collected by hand on 22nd and 23rd August. They were identified based on keys provided in Battiston et al. (2019; 2020).

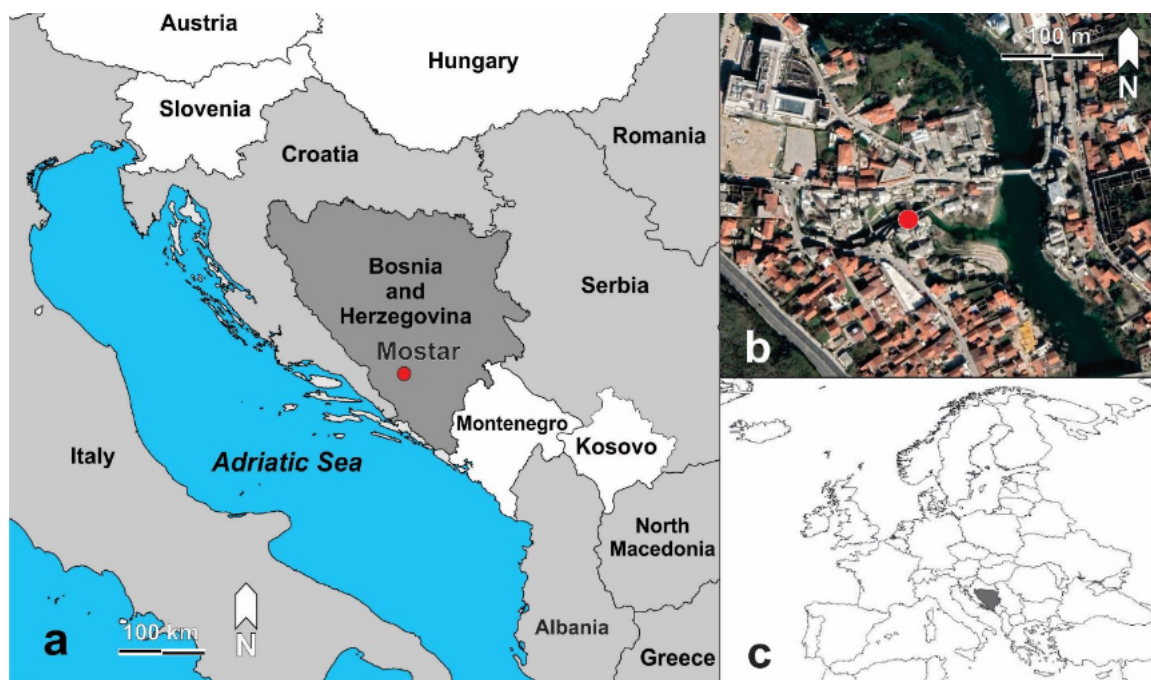


Figure 1. The study area and the location of the first observation of *Hierodula tenuidentata* Saussure, 1869 in Bosnia and Herzegovina (red dot): a) the location of the finding site within the country and the region (the countries with confirmed observation of the species in grey color, while the countries without records are shown in white color); b) the finding site within the Mostar city center near touristic attraction Old Bridge and c) the position of the country within Europe.

Results and Discussion

Material examined: Bosnia and Herzegovina, Mostar, Kriva ćuprija, 43.336833° N, 17.813585° E, 55 m a.s.l.: 22. 08. 2021, 7 adults, leg. D. Kulijer, A. Kahrić; 23. 08. 2021, 10 adults, leg. D. Kulijer, A. Kahrić, D. Vinko.

Alien mantid *H. tenuidentata* is recorded for the first time for Bosnia and Herzegovina. In the late evening (10 min before midnight) of 22nd August 2021 seven adult specimens were observed preying on small turfs of various, largely dry herbaceous plants (Figure 2a) on a stone wall under the street light in the old city center of Mostar, near Kriva ćuprija bridge (Figure 2b). The following morning, between 10 and 11 AM, a total of 10 adults were found at the same location – seven at the same wall as previously (Figure 2c) and additional three at the opposite side of the walking path: one flying from the vegetation below the path towards the wall, the second flying to the canopy of *Platanus* sp. and the

third standing on a branch of *Robinia pseudoacacia* L. tree growing by the path. The same place was surveyed on two occasions in the following days, in the evening of 24th August, as well as during the next day, but *H. tenuidentata* was not found and only one specimen of *Mantis religiosa* (Linnaeus, 1758) was observed on 24th August on the same wall (Fig. 2d).

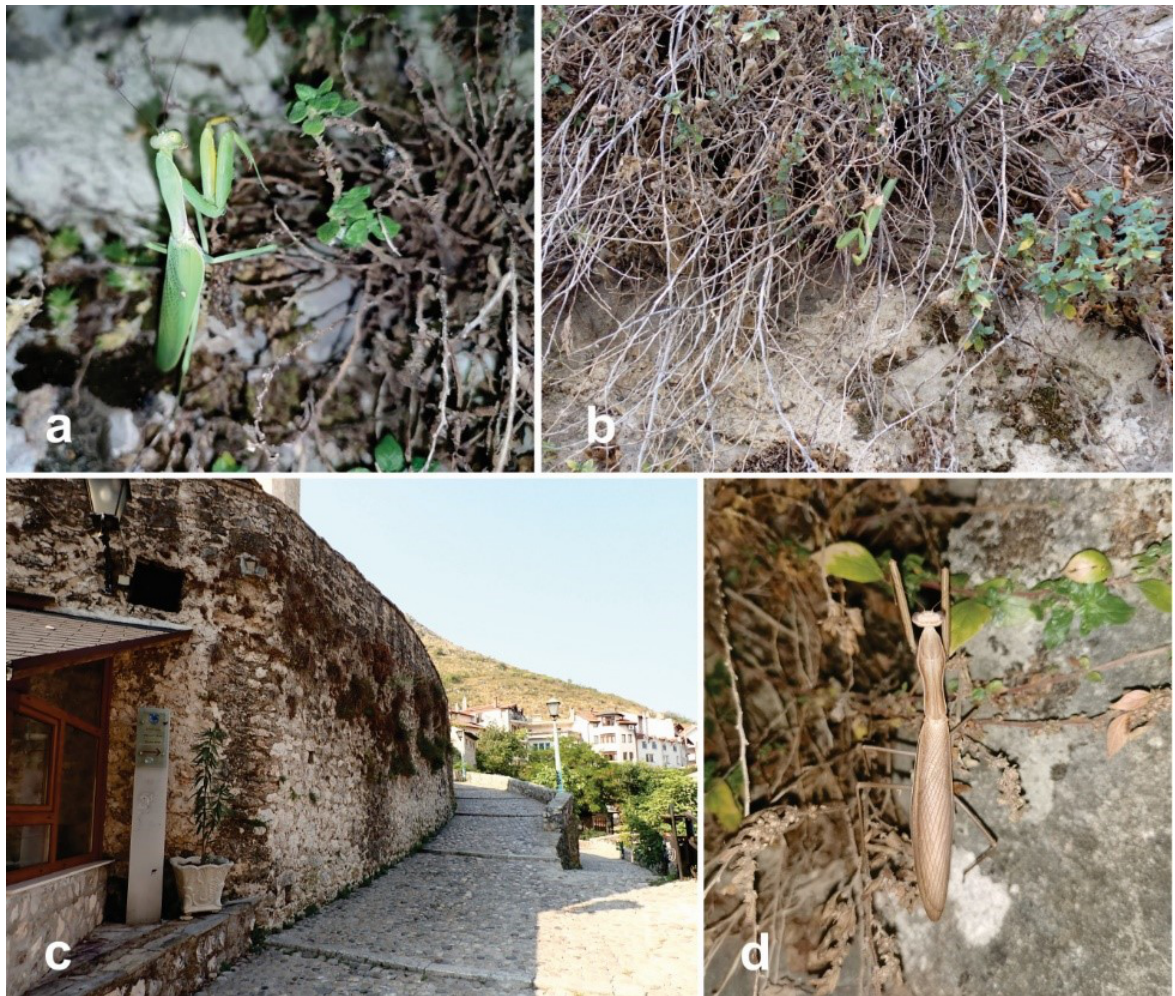


Figure 2. *Hierodula tenuidentata* Saussure, 1869 preying on dry vegetation on 22nd August (a) and 23rd August (c) on a stone wall in the old town Mostar (b). Single specimen of *Mantis religiosa* (Linnaeus, 1758) recorded at the same locality on 24th August (d) (Photo: a – Damjan Vinko, b&c – Dejan Kulijer, d – Adla Kahrić).

All our specimens were found on vertical surfaces, wall or trees, which corresponds to the more arboreal habits of *Hierodula* mantises (Battiston et al., 2018; 2019; 2020).

The absence of any individuals after the first two days could be due to changes in weather conditions, namely the wind became slightly stronger and the weather less sunny, although these changes were not significant. Surveys on other locations in the city did not result with any additional specimens. We assumed

that it is possible that *H. tenuidentata* could arrive to Mostar from the Adriatic coast in the south, considering that the species prefers areas with warmer climate (e.g., Pintilioaie et al., 2021) and that this is the closest area where the species has been recorded (Martinović et al., 2022). In the following days short stops were made at several locations south of Mostar city along the Neretva River, including old city Počitelj with many stone walls and a fortress, but no additional *Hierodula* specimens were found so this assumption could not be confirmed (while *M. religiosa* was commonly observed).

In total, three specimens were collected and examined, two males (60 and 63 mm while alive, excluding wings) and one female (63 mm after the preservation in ethanol, excluding wings) (Figure 3a–e). All three specimens are stored at the National Museum of Bosnia and Herzegovina; the female in 70% ethanol in museum's entomological collections, while two males are kept alive in terrariums.

From other large green Mantidae species known from Europe – *Hierodula patellifera* Serville 1839, *Mantis religiosa* Linnaeus, 1758; *Sphodromantis viridis* (Forskål, 1775) – *H. tenuidentata* can be separated by combination of the following characters: 1) the presence of white stigmas on tegmina (Figure 3a); 2) the absence of black or black-ringed spots on the inner side of the front coxae (Figure 3b); 3) short pronotum without an evident narrowing before the supracoxal dilation (Figure 3b–e); 4) inner margin of front coxae with large yellowish spines that are lacking yellow basal plates (Fig. 3b) and 5) the morphology of male genitalia (Battiston et al., 2019; 2020).

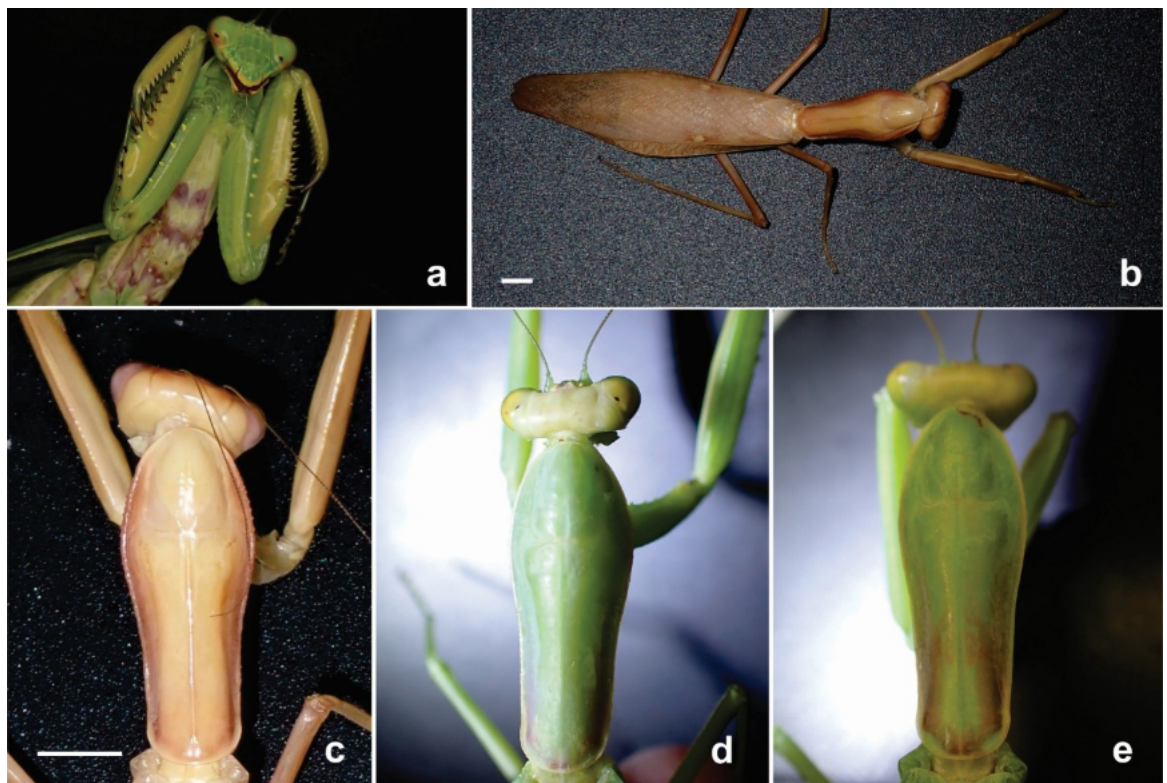


Figure 3. *Hierodula tenuidentata* Saussure, 1869 from Mostar: a) dorsal view of the female preserved in ethanol; b) ventral view of a live male; c–e) pronotum of the three collected specimens (scale 5 mm) (Photo: Dejan Kulijer).

The discovery of the species in Bosnia and Herzegovina was expected considering the evidence of rapid species spread in recent years in the Balkan Peninsula and also wider in the South and Southeastern Europe (Cianferoni et al., 2018; Van der Heyden, 2018; Romanowski et al., 2019; Pintilioaie et al., 2021; Vujić et al., 2021; Martinović et al., 2022), but the origin of these specimens is unknown. Due to the lack of research in the country and the species' similarity to locally widespread and abundant *M. religiosa* (Linnaeus, 1758), it could easily stay undetected for some time. If it spread from neighboring countries, the closest area from which the species could arrive is southern part of Croatia, but the species was found there quite recently and still not known to be established (Martinović et al., 2022) or northern Serbia from where more than 30 records are known in recent years (HabiProt 2021; Vujić et al., 2021). Due to the proximity and the similar time of discovery in Bosnia and Herzegovina and Croatia it could be that both records have the same origin, but there is no proof of this. The species could arrive as a "hitchhiker" to this very popular touristic city or transported with goods or ornamental plants.

Based on available studies (e.g., Battiston et al., 2018; 2019), the impact of this species on native fauna in Europe, particularly other mantises, is still unknown. Due to the ecological and systematic proximity of these two species, they suggest a possibility of competition with *M. religiosa* for space and resources and interference with its reproduction, as sexual cannibalism and attraction through pheromones is present in both species and possibly not species-specific. Both are well adapted to man-made habitats and their life cycles are overlapping, with overwintering oothecae and activity of adults from August to October (Battiston et al., 2019). On the other hand, it is possible that they could coexist in the same areas as both species have slightly different habitat preference – *H. tenuidentata* prefers more forest-like habitats while preferences of *M. religiosa* are more towards grassland habitats. There is also a possibility of *M. religiosa* being predated on by larger *H. tenuidentata*, but *H. tenuidentata* has more arboreal behavior compared to *M. religiosa* (Battiston et al., 2018; Romanowski et al., 2019; Pintilioaie et al., 2021). They also differ in ootheca deposition sites – *M. religiosa* prefers hard surfaces such as stones or walls, while *H. tenuidentata* typically chooses vegetation (Battiston et al., 2019; Pintilioaie et al., 2021).

Based on numerous observed individuals we believe that the species has already established its population in the country, although this should be confirmed with further research, particularly with the research of ootheca during winter time in Mostar and the vicinity. Further surveys are also important in order to monitor the species expansion and possible negative influence on local fauna.

Acknowledgments

This field trip was conducted within the scope of the 10th Balkan Odonatological Meeting (BOOM 2021) and the project “Biologer – online database on biodiversity of Bosnia and Herzegovina” that is supported by the Environmental Protection Fund of the Federation of Bosnia and Herzegovina.

References

- Battiston, R., Amerini, R., Di Pietro, W., Guariento, L.A., Bolognin, L., Moretto, E. 2020. A new alien mantis in Italy: is the Indochina mantis *Hierodula patellifera* chasing the train for Europe? Biodiversity Data Journal 8: e50779. <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e50779>
- Battiston, R., Leandri, F., Di Pietro, W., Andria, S. 2018. The Giant Asian Mantis *Hierodula tenuidentata* Saussure, 1869 spreads in Italy: a new invasive alien species for the European fauna? (Insecta Mantodea). Biodiversity Journal 9 (4): 399-404. <https://doi.org/10.31396/Biodiv.Jour.2018.9.4.399.404>
- Battiston, R., Leandri, F., Di Pietro, W., Andria, S. 2019. *Mantis, Hierodula e Sphodromantis*: aggiornamento su conoscenze e identificazione delle mantidi (Mantodea: Mantinae) native ed aliene presenti in Italia. Pianura: Scienze e storia dell'ambiente padano 38: 86-96.
- Cianferoni, F., Mochi, O., Ceccolini, F. 2018. New records of *Hierodula* Burmeister, 1838 (Mantodea: Mantidae) in Europe. Revista gaditana de Entomología 9 (1): 299-308.
- Martinović, M., Čato, S., Lengar, M., Skejo, J. 2022. First records of three exotic giant mantid species on the Croatian coast. Journal of Orthoptera Research 31 (1): 55-61. <https://doi.org/10.3897/jor.31.76075>
- Ehrmann, R. 2011. Mantodea from Turkey and Cyprus (Dictyoptera: Mantodea). Articulata 26: 1-42.
- Habiprot 2021. Alciphron – baza podataka o insektima Srbije (<https://alciphron.habiprot.org.rs/listing-337218-hierodula-tenuidentata-d-inovska-azijska-bogomoljka>). Date of access 20/11/2021.
- Pintilioaie, A.M., Spaseni, P., Jurjescu, A., Radac, I.A. 2021. First record of the alien mantid *Hierodula tenuidentata* (Insecta: Mantodea) in Romania. Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle “Grigore Antipa” 64 (1): 37-49. <https://doi.org/10.3897/travaux.64.e65489>
- Romanowski, J., Battiston, R., Hristov, G. 2019. First records of *Hierodula transcaucasica* Brunner von Wattenwyl, 1878 (Mantodea: Mantidae) in the Balkan peninsula. Acta Zoologica Bulgarica 71 (2): 297-300.
- Schwarz, C., Ehrmann, R. 2018. Invasive Mantodea species in Europe. Articulata 33: 73-90.
- Schwartz, C. J., Ehrmann, R., Borer, M., Monnerat, C. 2018. Mantodea (Insecta) of Nepal: corrections and annotations to the checklist. Biodiversität und Naturlausstattung im Himalaya 6: 201-247.
- Van der Heyden, T. 2018. First record of *Hierodula transcaucasica* Brunner von Wattenwyl (Mantodea: Mantidae: Mantinae: Paramantini) in Albania. Revista Chilena de Entomología 44 (4): 407-409.
- Van der Heyden, T. 2021. First records of *Hierodula transcaucasica* Brunner von Wattenwyl, 1878 in Slovenia and Spain (Mantodea: Mantidae). Arquivos Entomológicos 24: 265-266.
- Vujić, M., Ivković, S., Rekecki, T., Krstić, D., Stanković, V., Đurić, M., Tot, I. 2021. A first record of the alien mantis species *Hierodula tenuidentata* (Mantodea: Mantidae) in Serbia. Acta entomologica serbica, 26 (1): 1-7. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4621135>
- Werner, F. 1916. Zur Kenntnis afrikanischer und indischer Mantodeen. Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien 66: 254-296.

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 štitastih 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 okolini 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. Izvršni 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 svježa 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 sovce (*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 višestrukom 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
Ekstrakt ambrozije	0,6±0,6a	0,6±0,6a	2,5±1,0a	3,1±1,6a	3,1±1,6a	3,7±1,6a
Azadiraktin	0a	0,6±0,65a	0,6±0,65a	1,2±0,7a	1,9±1,2a	1,9±1,2a
Kontrola	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 ±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.

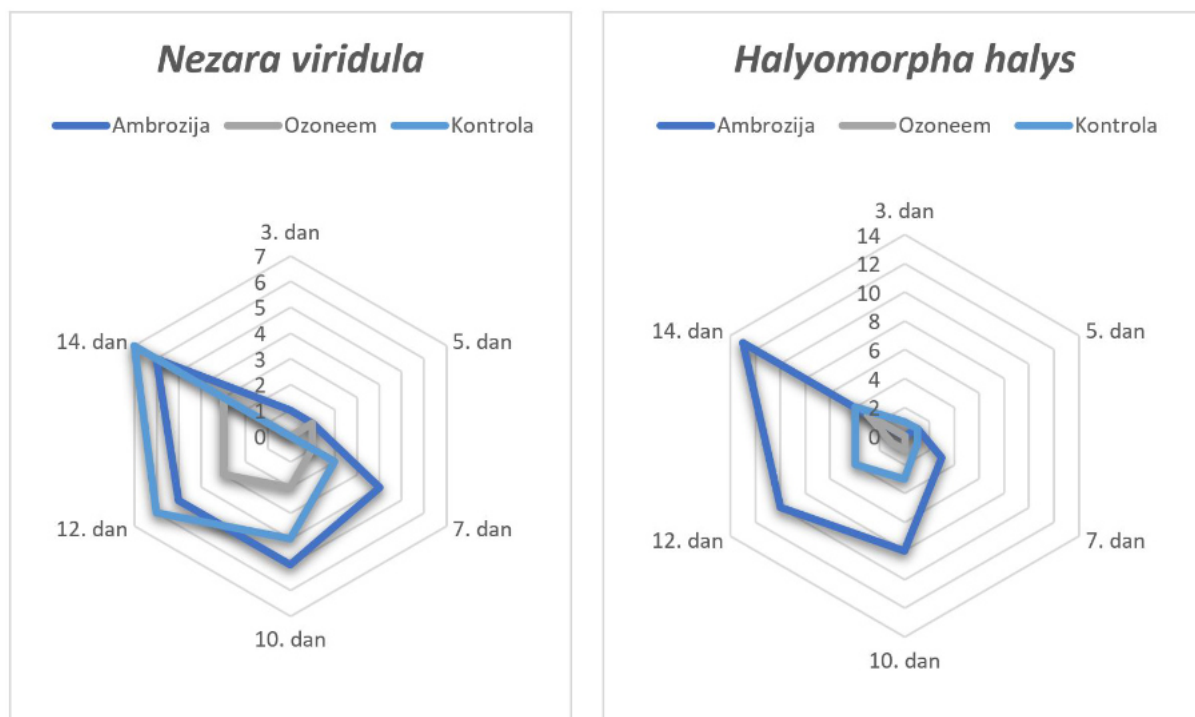
Tablica 2. Mortalitet vrste *H. halys* (%) nakon tretmana
 Table 2. Mortality of *H. halys* (%) after treatment

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 višestrukom 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., Bautista-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.

Prvi nalaz agavine pipe *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera, Dryophthoridae) u Hrvatskoj

First record of the agave weevil *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera, Curculionidae) in Croatia

Milan Pernek^{1,*}, Saša Cvetković²

¹ Hrvatski šumarski institut, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko

² Ilica 201, 10000 Zagreb

*Corresponding author E-mail address: milanp@sumins.hr (M. Pernek)

Sažetak

Agavina pipa, *Scyphophorus acupunctatus* nađena je na otoku Hvaru na poluotoku Pelegrin te u parkovima grada Hvara i Starigrada, što predstavlja prvi nalaz u Hrvatskoj. Za sada se nije proširila na okolno područje i susjedne gradove, ali s obzirom na to da se prvi simptomi napada vide tek nakon 1 do 2 godine moguće je da je agavina pipa već prisutna i u drugim dijelovima Hvara. Agavina pipa porijeklom je iz Meksika, ali se proširila na gotovo sve kontinente. U Europi je prisutna od 2000. godine u Italiji, a nakon toga pronađena je i u Španjolskoj, Cipru, Nizozemskoj i Velikoj Britaniji. Glavni domaćin joj je agava, a u Europi dolazi još na vrste iz roda *Yucca* i porodice Dracenaceae. Očekuje se širenje ovog štetnog organizma na otoku Hvaru te širenje na druge otoke i obalu. S ciljem što ranije detekcije ovog štetnog organizma na novim područjima preporučuje se vizualno praćenje simptoma napada te primjena feromona.

Ključne riječi: Hvar, neobiota, Agavaceae, agava, juka

Abstract

New records for the agave weevil (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, 1838) in Croatia are presented, confirming its presence for the first time at peninsula Pelegrin and city of Hvar and Starigrad on the island of Hvar. Up to now, this weevil hasn't been found on any other location. Among the hosts, the agave weevil has been found on the typical species *Agave americana*. The species is native in Mexico but has spread at all continents. In Europe it is present since 2000. where it was found first in Italy, than in Spain, Cyprus, Netherlands and Great Britain. The main host is *Agava* spp., and in Europe it was found also on *Yucca* spp. and family Dracenaceae. It is expected that this new species will spread across the island, and probably expand its territory on neighboring islands and the coastal localities.

Keywords: Hvar, neobiota, Agavaceae, agave, yucca

Uvod – Introduction

Agave (Agavaceae) su alohtone sukulentne biljke porijeklom iz Meksika koje karakteriziraju široki mesnati listovi skupljeni u rozetu plavosive boje, dužine 2 m i širine do 30 cm. Na rubovima listova imaju oštre smeđe bodlje, a po jedna se nalazi na samom vrhu. U Europu je unesena prvo u Španjolsku u 16. stoljeću, odakle se proširila na područje Mediterana, uključujući i Hrvatsko priobalje. Ondje obrasta kamenjare i litice, i to često uz more budući da podnosi posolicu, a također služi za pošumljavanje krša i u agrošumarstvu (Španjol i sur. 2021). Agave u Hrvatskoj nemaju komercijalnu funkciju, dok u Meksiku primjerice služe za proizvodnju pića, a koriste se i u tekstilnoj industriji te za biogorivo (Magallan i Hernandez 2000). Najpoznatija vrsta je *Agava americana* L. koju se smatra udomaćenom neinvazivnom vrstom u Hrvatskoj (Tafra i sur. 2012; Pandža 2016), a česta je u našem području *A. americana* var. 'Marginata', koju krase zlatni rub lista te vrste nešto manjeg rasta kao što su *A. parryi* Englm., *A. potatorum* Zucc. i *A. ferox* Koch. (Grgurević 2009). U Meksiku bilježi nekoliko vrsta štetnika uglavnom iz porodice Curculionidae i Lepidoptera (Cuervo-Parra i sur. 2019), dok se u Hrvatskoj do sada tek spominje pojava štitastih uši, ali bez šteta većih razmjera (Grgurić 2009).

Agavina pipa, *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera, Curculionidae) najznačajniji je štetnik na vrstama u prvom redu iz porodice Agavaceae, ali i na Dracenaceae (Azudara- Dominguez 2013) i jukama (*Yucca* spp.) (Riba-Flinch i Alonso-Zaragosa 2007). Domovina ove pipe je Meksiko, a prijenos izvan prirodnog područja uslijedio je trgovinom reproduksijskog materijala iako putevi prijenosa („pathways“) nisu u potpunosti razjašnjeni. Štetnik se proširio na Afriku, Aziju i Južnu Ameriku, a nedavno i na Europu, gdje je početkom stoljeća pronađen najprije u Italiji (Colombo 2000), a zatim i u Španjolskoj (Riba-Flinch i Alonso-Zaragosa 2007), Nizozemskoj, Velikoj Britaniji i Cipru (Vassilis i Kitsis 2015; Cuervo-Parra i sur. 2019).

Cilj rada objava je prvog nalaza agavine pipe u Hrvatskoj te prikaz područja na kojima se pojavila. S obzirom na problematiku širenja štetnih organizama iz područja prirodnog pridolaska (tzv. invazivnih organizama), važno je dokumentirati prvi nalaz te procijeniti rizike širenja i razine očekivanih šteta, kao i opasnost za potencijalne domaćine.

Materijali i metode – Materials and Methods

U rujnu i listopadu 2021. godine na otoku je proveden vizualni pregled i uzorkovanje agava radi pojava oštećenja i propadanja biljaka. Na agavama sa simptomima truljenja i vidljivim rupama uzimani su uzorci listova koji su se sjekli, a iz njih su sakupljana imaga, ličinke i kukuljice kukaca. Nakon prvih nalaza na poluotoku Pelegrin i sumnje na stranu štetnu vrstu, pregledane su agave i juke koje se nalaze u blizini prvog nalaza te agave u samom gradu Hvaru. Također su pregledane agave u Starigradu te u Splitu. Uzorci su odneseni u laboratorij na

mikroskopsku analizu. Pregledana je literatura te je utvrđen uzročnik na osnovi morfološke građe. Zabilježene su geografske koordinate te lokaliteti nalaza.

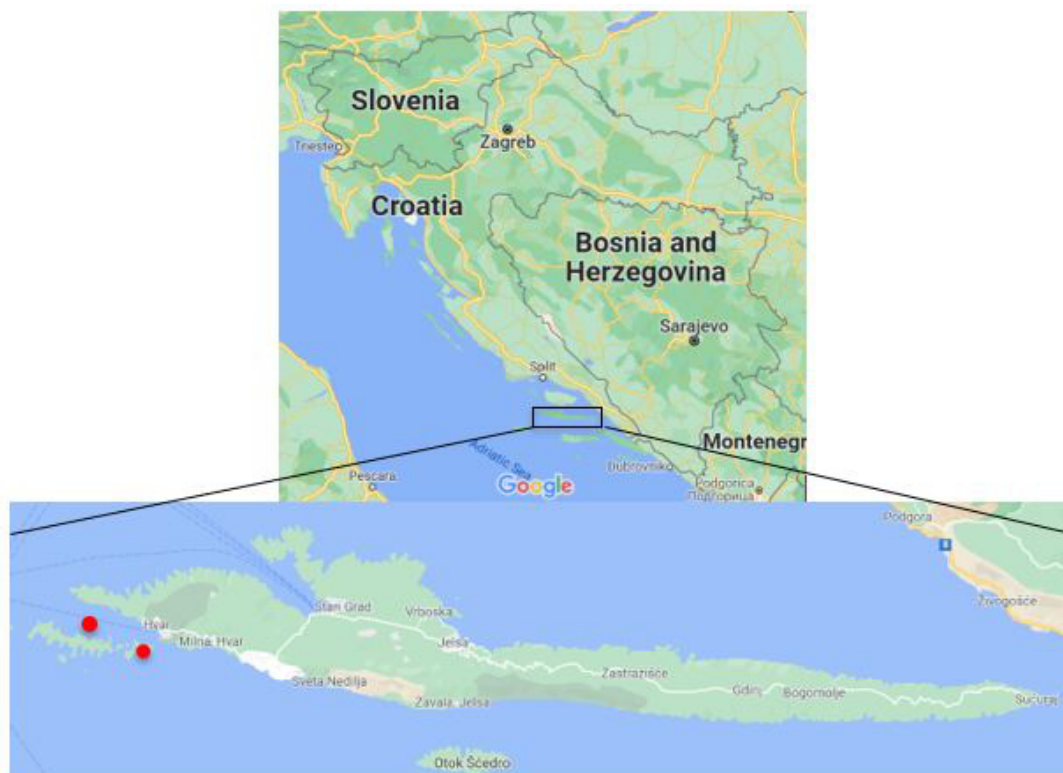
Rezultati i rasprava – *Results and Discussion*

Nalaz agavine pipe

Agavina pipa pronađena je na otoku Hvaru na području poluotoka Pelegrin te u gradu Hvaru, dok u Starigradu i Splitu za sada nije pronađena (Tablica 1; Slika 1). Također, štetnik je nađen isključivo na agavama, dok na jukama ili dracenamama nije detektiran. Agave se tu, kao i u većini primorskih mjesta, nalaze u sustavu gradskog zelenila i u sklopu zelenih otoka na periferiji mjesta odnosno grada (Španjol i sur. 2021).

Tablica 1. Pregled agava na napad agavine pipe, *Scyphophorus acupunctatus*
Table 1. Examination of agave on *Scyphophorus acupunctatus* attack

Mjesto pregleda <i>Location</i>	Datum pregleda <i>Date of examination</i>	Koordinate <i>Coordinates</i>	Simptomi <i>Symptoms</i>	Broj pregledanih agava <i>Number of examined agave</i>	Broj napadnutih biljaka <i>Number of attacked agave</i>
Pelegrin	29.09.2021.	43° 11' 27" N 16° 23' 49" E	Da	53	7
Villa Galapagos	21.12.2021.	43° 10' 02" N 16° 27' 23" E	Da	21	6
Grad Hvar	30.09.2021.	43° 10' 19" N 16° 26' 7" E	Da	32	10
Starigrad	22.10.2021.	43° 11' 14" N 16° 35' 10" E	Ne	17	0
Split	01.10.2021.	43° 30' 2" N 16° 27' 9" E	Ne	30	0



Slika 1. Prvi nalazi agavine pipe, *Scyphophorus ferugineus* na otoku Hvaru
Figure 1. First record of the agave weevil, *Scyphophorus ferugineus* on the island Hvar

Simptomi napada – *Symptoms of the attack*

Lezije i diskoloracije na agavama počinju se primjećivati 1 do 2 godine nakon napada agavine pipe, a prvi vidljivi simptome su rupe od ličinki na listu oko kojih se stvaraju sluzave, gumozne, ljepljive teklina tamnosmeđe boje karakterističnog mirisa (Riba-Linch i Alonso-Zarazaga 2007) (Slika 2). Imaga se također ubušuju u list uzrokujući mehanička i fiziološka oštećenja, a ulazi i u deblce, obično na donji dio gdje zahvaća ponekad i korijen. Na tim dijelovima vidljive su rupe promjera 1 cm (Cuervo-Parra i sur. 2019). Rupe od imaga ili ličinke mjesto su ulaza sekundarnih štetnih organizama, koji zajedno s mikroorganizmima uzrokuju trulež (Gold i Messiaen 2000), a napadnuta biljka u konačnici odumire (Slika 3) (TeránVargas & Azuara-Domínguez 2013). Važno je napomenuti da se trulež ne stvara na mladim izbojcima ili na mladim biljkama (González et al. 2007).



Slika 2. Rupe i sluzave teklinae na agavi napadnute agavinom pipom (*Scyphophorus acupunctatus*)

Figure 2. Holes and mucous bleeding on agave attacked by the weevil (*Scyphophorus acupunctatus*)



Slika 3. Propadanje agave nakon napada agavinom pipom (*Scyphophorus acupunctatus*)

Figure 3. Agave destroyed by the agave weevil (*Scyphophorus acupunctatus*)

Životni ciklus – Life cycle

Imaga se mogu naći kroz cijelu godinu, crne su boje (Slika 4a). Ženka odlaže do 50 jaja na pridanku biljaka domaćina, pri čemu se jaja nalaze u paru ili u grupi od 3 do 4 (Solis -Aguilar i sur. 2001), dužine su 1,3 do 1,7 mm i širine 0,5 do 0,7 mm. Odrasle jedinke privlače volatilne komponente biljaka domaćina, osobito produkti fermentacije (Rojas i sur. 2006).

Ličinke su robusne građe, kremasto bijele boje bez nogu sa smeđom glavom (Slika 4b). Abdominalni segment savijen je s dvama nastavcima na kojima se nalaze po tri dlačice (cerci). U naprednoj fazi dužina tijela iznosi od 1 do 2,3 cm (Terán-Vargas & Azuara-Domínguez 2013). Po izlasku iz jajeta ličinke formiraju hodnike u listu i deblcu ispunjene izmetom (Terán-Vargas & Azuara-Domínguez 2013). Prije kukuljenja ličinka formira kokon od biljnih vlakana (Terán-Vargas & Azuara-Domínguez 2013) (Slika 4c).



Slika 4. Agavina pipa (*Scyphophorus acupunctatus*) pronađena na Hvaru a) imago b) ličinka c) kukuljica
Figure 4. Agave weevil (*Scyphophorus acupunctatus*) found on the island of Hvar a) adult b) larvae c) cocoon

Širenje napada - *Spread of the attack*

U Španjolskoj su se od prve pojave agavine pipe stalno nalazili novi lokaliteti, a novija istraživanja potvrdila su da se štetnik proširio na dvostruko većoj površini nego što je službeno zavedeno (Martín-Taboada i sur. 2019). Brzo širenje najvjerojatnije je povezano s prijenosom zaraženog materijala, a sami se kukci ne šire velikom brzinom. Općenito, imaga napadnu biljke u bližoj okolini od 20 m, ali mogu doći do 100 m (Riba-Linch i Alonso-Zarazaga 2007; Cuervo-Parra i sur. 2019).

To pokazuje vjerojatan tijek napada i na otoku Hvaru i što treba očekivati u širem području Dalmacije. Uz agavu i juku u Španjolskoj napadnute su aloje (*Aloa* spp.), vrste koje se i kod nas uzgajaju u kozmetičke svrhe, velikim dijelom i na otoku

Hvaru, što znači da štetnik može biti veliki problem za takve nasade, kojih ima upravo na Hvaru.

Pojava i širenje invazivnih štetnih organizama predstavlja ozbiljan problem za biodiverzitet (Simler-Williamson i sur. 2019), a broj i učestalost pojava u velikom je porastu (Brockerhoff i, Liebhold 2017). Štetni invazivni kukci, kao primjerice hrastova mrežasta stjenica *Corythucha arcuata* (Heteroptera, Tingidae) u Hrvatskoj (Hrašovec i sur. 2013), često se prenose pri čemu neki nanose i veće ekonomske štete. Teško je procijeniti štetnost agavine pipe kao i ugroženost određenih vrsta biljaka domaćina, ali je činjenica da ona ovisi o mnogim činiteljima koji nisu poznati na samom početku napada, kao što je to primjer sa hrastovom mrežastom stjenicom (Kovač i sur. 2020). S obzirom na to da se vidljivi simptomi agavine pipe primjećuju tek nakon 1 do 2 godine nakon napada, vjerojatno je da je napadnuto znatno više biljaka nego što je do sada pronađeno te da je moguće da su se pipe već proširile i na druga područja. Stoga će u nadolazećem razdoblju praćenje agavine pipe, bilo vizualnim pregledima ili primjenom feromona, biti ključno kako bi se širenje detektiralo što ranije te da se biljke domaćini pokušaju zaštititi.

Literatura – References

- Azuara-Domínguez, A., Cibrián-Tovar, J., Terán-Vargas, A.P., Segura-León, O.L., Cibrián-Jaramillo, A. 2013. Factors in the response of Agave Weevil, *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae), to the major compound in its Aggregation Pheromone. *Southwestern Entomologist*. 38: 209-220.
- Brockerhoff, E.G., Liebhold, A.M. 2017. Ecology of forest insect invasions. *Biological Invasions*. 19(11): 3141–3159.
- Colombo, M. 2000. *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae): prima segnalazione per l'Italia. *Bolletino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura, Serie II*. 32: 165-170
- Cuervo-Parra, J.A., Pérez-España, V.H., López Pérez, P.A., Morales-Ovando, M.A., Arce-Cervantes, O., Aparicio-Burgos, J.E., Romero-Cortés, T. 2019. *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Dryophthoridae): a weevil threatening the production of agave in Mexico. *Florida Entomologist*. Volume 102 (1), 1-9.
- Gold, C., Messiaen, S. 2000. El picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus*. *Hoja Divulgativa*. 4: 1–4.
- González, H., Solís, J.F., Pacheco, C., Flores, F.J., Rubio, R., Rojas de León, J.C. 2007. Insectos barrenadores del Agave tequilero. U: González H., del Real, J.I., Solís, J.F. [ured.], *Manejo de Plagas del Agave Tequilero*. Jalisco, México. pp. 39–78
- Gregurović, D. 2009. Sukulente (Mesnatice-Tustike) na Jadranskoj obali i uporaba u parkovima. *Šumar. List*. 7-8: 439-446.
- Hrašovec, B., Posarić, D., Lukić, I., Pernek, M. 2013. Prvi nalaz hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata*) u Hrvatskoj. *Šumar. List*. 137, 499–503.
- Kovač, M., Gorczak, M., Wrzosek, M., Tkaczuk, C., Pernek, M. 2020. Identification of Entomopathogenic Fungi as Naturally Occurring Enemies of the Invasive Oak Lace Bug, *Corythucha arcuata* (Say) (Hemiptera: Tingidae). *Insects*. 11 (10): 679.
- Martín-Taboada, A., Antonio Román Muñoz, A., Díaz-Ruiz, F. 2019. Updating the distribution of the exotic agave weevil *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, 1838 (Coleoptera: Curculionidae) in peninsular Spain. *Anales de Biología*. 41: 49-53.
- Magallán, H.F., Hernández, S.L. 2000. La familia Agavaceae en el estado de Queréntaro. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 66: 103–112.

- Pandža, M. 2016. Dendroflora okoliša škola u Šibensko-kninskoj županiji. Agronomski glasnik. 5-6: 251-270
- Riba-Flinch, J.M., Alonso-Zarazaga, M.A. 2007. El picudo negro de la pita o agave, o max del henequén, *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, 1838 (Coleoptera: Dryophthoridae): primera cita para la Península Ibérica. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa. 41: 419-422. Rojas, J.C., González, H., Ruiz, C.M., Rangel, D.N.R., Ceja, E.I., García, G.C., del Real I.L. 2006. Optimización de un sistema de monitoreo/Trampeo masivo para el manejo del picudo del agave, (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal). U: Barera, J.F., Montoya, P. [ured.], Simposio Sobre Trampas y Atrayentes en Detección, Monitoreo y Control de Plagas de Importancia Económica. Sociedad Mexicana de Entomología y el Colegio de la Frontera Sur. Tapachula, Chiapas, México. pp. 51–58
- Simler-Williamson, A.B., Rizzo, D.M., Cobb, R.C. 2019. Interacting effects of global change on forest pest and pathogen dynamics. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 50: 381–403.
- Solís-Aguilar J.F., González H.H., Leyva V.J.L., Equihua M.A., Flores M.F.J., Martínez G.A. 2001. *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, plaga del agave tequilero en Jalisco, México. Agrociencia 35: 663–670.
- Španjol, Ž., Dorbić, B., Vučetić, M. 2021. Opuncija, agava i karpobrot – vrste zapostavljene u pošumljavanju i protupožarnoj zaštiti. Vatrogastvo i upravljanje požarima. Vol XII. (1): 5-37.
- Tafra, D., Pandža M., Milović M. 2012. Dendroflora Omiša. Šumar. List. 11-12: 605-617.
- Vassilis, V., Kitsis, P. 2015. First record of the sisal weevil, *Scyphophorus acupunctatus*, in Cyprus. Entomologia Hellenica. 24: 22-26.

On the Lepidoptera collection created by Petar Novak, stored in Natural History Museum in Split

Toni Koren^{1,*}, Bože Kokan²

¹Association Hyla, Lipovac I 7, HR-10000 Zagreb, Croatia (e-mail:)

²Natural History Museum and Zoo, Kolombatovićevo šetalište 2, HR-21000 Split, Croatia (e-mail: boze@prirodoslovni.hr)

*Corresponding author E-mail address: toni.koren@hhdhyla.hr (T. Koren)

Abstract

In this work we will present the Lepidopterological collection which is stored in the Natural History Museum in Split created by Petar Novak for the exhibition purposes of the Museum. Aside from Lepidoptera, the collection contains other orders of insects including Coleoptera, Hemiptera, Orthoptera, Odonata, Hymenoptera, and Diptera which await taxonomical reevaluation. The material was collected in the first half of the 20th century, mostly around Kaštela near Split. The collection contains 273 specimens belonging to 143 species. The Rhopalocera are presented with five families and 36 species, while Heterocera contains 21 families and 107 species.

Keywords: Rhopalocera, Heterocera, Dalmatia, museum collections

Sažetak

Ovdje predstavljamo Lepidopterološku zbirku pohranjenu u Prirodoslovnom muzeju u Splitu koju je za izložbene potrebe Muzeja izradio Petar Novak. Osim Lepidoptera, zbirka sadrži i druge redove kukaca uključujući Coleoptera, Hemiptera, Orthoptera, Odonata, Hymenoptera i Diptera koji čekaju taksonomsku revalorizaciju. Građa je prikupljena u prvoj polovici 20. stoljeća, najviše u okolini Kaštela kod Splita. Zbirka sadrži 273 primjerka odnosno 143 vrste. Danji leptiri obujvaćaju pet porodica s 36 vrsta, dok noćni leptiri obuhvaćaju 21 porodicu i 107 vrsta.

Ključne riječi: Rhopalocera, Heterocera, Dalmatia, muzejske zbirke

Introduction

Croatian entomologist and vineyard inspector Petar Novak (1879-1968) was one of the most famous insects collecting entomologists in Dalmatia in the first half of the 20th century. His catalogs regarding Coleoptera of Dalmatia and the Adriatic islands still represent the most detailed overview of this group in Croatia (Novak 1952, 1970). His extensive Coleoptera collection is fortunately preserved, but divided between the Croatian Natural History Museum in Zagreb and the Institute for Plant Protection and Environment in Belgrade (Nonveiller 1989). Aside from Coleoptera, he was interested in and collected other insect groups, and his Heteroptera collection is stored in Natural History Museum in Belgrade (Protić 2006). During his lifetime, he was asked by several institutions in Croatia and abroad to perform taxonomic analysis of their collections or to organize entomology collections for them. While being temporarily employed in Natural History Museum in Split (1946 to 1952) he rearranged the old Coleoptera Collection of Dr. Eduard Karaman (1849-1923) to update its taxonomy. The collection contains about 30.000 beetle specimens collected around Split, but also wide across European countries and even some parts of Asia and Africa (Kokan 2014). During his work in the museum in Split, Petar Novak collected local insects belonging to different insect orders to create another insect collection. The collection is named „Insect collection of Petar Novak for exhibition purposes" and consists of about 5270 specimens, mainly belonging to Coleoptera, Hemiptera, Orthoptera, Odonata, Hymenoptera, Diptera, and Lepidoptera. Only the Coleoptera specimens from this collection were partially published (Novak 1952) while the specimens belonging to the other insect orders are still unpublished. The complete museum entomology material is digitalized and requires taxonomical revision. Here we present the Lepidoptera material belonging to the „Insect collection of Petar Novak for exhibition purpose “.

Materials and methods

All the species stored in the collection were identified by Petar Novak, and the identification was verified by the authors using standard identification keys for butterflies (Tolman and Lewington 2008) and moths (e.g. Nowacki 1998). In some cases, the specimens were damaged, or mostly destroyed, or completely faded. For each recognizable species, all available data on the labels is provided. The data on the labels is represented in the original language, usually Italian (e.g. Spalato=Split, etc.).

Results and discussion

The analysed collection Novak (Figure 1) contains 273 specimens belonging to 21 families and 174 species (Table 1). The Rhopalocera are presented with five families and 36 species, while Heterocera contains 21 families and 107 species. The specimens are prepared and labeled with the locality and sometimes with the smaller toponym. However, 37 specimens are lacking the labels, one has only the

locality, and only have the collecting date. The specimens in this collection were collected between 1922 and 1965, but most of them were in the period between 1920-1930. Most of the specimens were collected around Split (e.g. Split, Kaštela, Sućurac), but some originate from the Adriatic islands (Korčula, Iž, Ugljan, Brač, Mljet), and one specimen originates from Livno in Bosnia and Herzegovina. Most of the moth species present in the collection can be regarded as common in Croatia, but some of them deserve additional consideration.



Figure 1. One of the exhibition boxes of Lepidoptera was created by Petar Novak and stored in the Natural History Museum in Split.

Table 1: Lepidoptera specimens from the Novak collection stored in the Natural history museum in Split.

	Species	Locality	Date
	Hesperiidae		
1.	<i>Carcharodus alceae</i> (Esper 1780)	Sučurac	25.V.1924
2.	<i>Ochlodes sylvanus</i> (Esper 1777)	/	/
	Papilionidae		
3.	<i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus 1758)	Marjan, Split	22.VI.1960
4.	<i>Papilio machaon</i> (Linnaeus 1758)	/	20.VI.1960
5.	<i>Parnassius mnemosyne</i> (Linnaeus 1758)	/	/
6.	<i>Zerynthia polyxena</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	/	/
	Pieridae		
7.	<i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus 1758)	Marjan, Split	14.VI.1960
		Marjan, Split	29.VI.1965
8.	<i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus 1758)	/	/
9.	<i>Colias croceus</i> (Fourcroy 1785)	Stobreč	23.VII.1960
		Stobreč	9.VI.1961
10.	<i>Colias alfacariensis</i> (Ribbe 1905)	/	/
11.	<i>Gonepteryx cleopatra</i> (Linnaeus 1767)	Iž Veli	5.VII.1928
12.	<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus 1758)	Sučurac	5.III.1925
		Sučurac	5.IV.1925
13.	<i>Leptidea cf. sinapis</i> (Linnaeus 1758)	Lumbarda, Curzola	25.VI.1925
14.	<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus 1758)	Turska kula, Split	25.VI.1959
		/	/
		/	/
15.	<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus 1758)	/	/
		Split	15.III.1942
		Split	15.III.1942
16.	<i>Pontia edusa</i> (Fabricius 1777)	Sučurac	5.V.1924
		Sučurac	5.IV.1926
	Lycaenidae		
17.	<i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus 1761)	Sučurac	1.X.1923
		Sučurac	18.VIII.1924
18.	<i>Polyommatus bellargus</i> (Rottemburg 1775)	/	/
		/	/
19.	<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg 1775)	Sučurac	1.VIII.1923
		Sučurac	1.VIII.1923
	Nymphalidae		
20.	<i>Aglais urticae</i> (Linnaeus 1758)	Botanički vrt. Marjan, Split	1965
21.	<i>Argynnis pandora</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	Hutovo Blato	27.V.1965
22.	<i>Fabriciana niobe</i> (Linnaeus 1758)	/	/
23.	<i>Hipparchia cf. fagi</i> (Scopoli 1763)	Murter	1.VII.1934
		/	24.VI.1965
24.	<i>Hipparchia statilinus</i> (Hufnagel 1766)	Bena, Marjan, Split	29.VIII
		Turska kula, Split	10.VIII.1959
25.	<i>Hipparchia semele</i> (Linnaeus 1758)	Lesina	5.IX.1924
26.	<i>Issoria lathonia</i> (Linnaeus 1758)	Sučurac	25.V.1924

	Species	Locality	Date
		Sućurac	5.IV.1925
27.	<i>Lasiommata megera</i> (Linnaeus 1767)	Marjan, Split	24.IX.1970
28.	<i>Limenitis reducta</i> Staudinger 1901	Sućurac	25.VI.1924
29.	<i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus 1758)	/	/
30.	<i>Melitaea didyma</i> (Esper 1778)	Sućurac	15.VII.1924
		Trau	13.VIII.1925
31.	<i>Nymphalis antiopa</i> (Linnaeus 1758)	Sućurac	15.VI.1924
32.	<i>Nymphalis polychloros</i> (Linnaeus 1758)	Marjan, Split	20.V.1945
33.	<i>Polygonia egea</i> (Cramer 1775)	/	/
34.	<i>Pyronia cecilia</i> (Vallantin 1894)	/	/
35.	<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus 1758)	/	/
36.	<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus 1758)	Split	15.VI.1928
	Psychidae		
37.	<i>Pachythelia villosella</i> (Ochsenheimer 1810)	Split	5.X.1943
		Sućurac	5.VI.1924
		Sućurac	5.VI.1924
	Yponomeutidae		
38.	<i>Yponomeuta padella</i> (Linnaeus 1758)	Knin D.	VI.1926
		Livno Bos.	26.VI.1930
		Vrana D.	29.VI.1930
	Plutellidae		
39.	<i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus 1758)	Split	4.VI.1941
	Praydidae		
40.	<i>Prays oleae</i> (Bernard 1788)	Split D.	31.V.1937
		Split D.	31.V.1937
		Split D.	31.V.1937
		Split D.	31.V.1937
		Split D.	31.V.1937
		Split D.	31.V.1937
	Gelechiidae		
41.	<i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller 1873)	Ugljan	20.III.1940
		Ugljan	20.III.1940
		Ugljan	27.VIII.1940
	Choreutidae		
42.	<i>Choreutis nemorana</i> (Hübner 1799)	Sućurac D.	10.VIII.1926
		S. Pietro D. Brazza	7.VII.1930
	Tortricidae		
43.	<i>Acleris variegana</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	Modrave Zlosela D.	9.V.1924
		Split D.	28.IV.1941
44.	<i>Cydia pomonella</i> (Linnaeus 1758)	Split D.	25.V.1940
45.	<i>Lobesia botrana</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	/	/
		/	/
		/	/
46.	<i>Rhyacionia buoliana</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	Mosor	27.V.1934
		Mosor	27.V.1934
	Cossidae		
47.	<i>Dyspessa ulula</i> (Borkhausen 1790)	Sućurac	5.VI.1924
		Lumbarda, Curzola	15.V.1925

	Species	Locality	Date
48.	<i>Parahypopta caestrum</i> (Hübner 1808)	Stafilić	8.VII.1932
		Stafilić	8.VII.1932
		Stafilić	8.VII.1932
	Sesiidae		
49.	<i>Paranthrene tabaniformis</i> (Rottemburg 1775)	Spalato	10.VI.1927
		Spalato	10.VI.1927
		Spalato	1.VI.1927
	Zygaenidae		
50.	<i>Zygaena lonicerae</i> (Scheven 1777)	Vrana	18.VI.1924
	Pyralidae		
51.	<i>Ancylois cinnamomella</i> (Duponchel 1836)	Sučurac	1922
		Sučurac	15.VII.1924
52.	<i>Cryptoblabes gnidiella</i> (Millière 1867)	Curzola D.	X.1923
		Curzola D.	XI.1923
		Rogotin Metković D.	10-1925
		Rogotin Metković D.	10-1925
53.	<i>Epischnia illotella</i> (Zeller 1839)	Sučurac	1922
		Sučurac	VII.1923
		Sučurac	25.VII.1924
54.	<i>Etiella zinckenella</i> (Treitschke 1832)	Sučurac	5.V.1924
		Sučurac	25.V.1924
		Sučurac	25.V.1924
55.	<i>Homoeosoma sinuella</i> (Fabricius 1794)	Sučurac	VII.1923
		Sučurac	25.V.1924
		Sučurac	25.V.1924
56.	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner 1813)	Sučurac D.	25.VIII.1924
		Sučurac D.	25.VIII.1924
		Sučurac D.	25.VIII.1924
		Sučurac D.	25.VIII.1924
57.	<i>Stemmatophora brunnealis</i> (Treitschke 1829)	Sučurac	VIII.1923
		Sučurac	IX.1923
	Crambidae		
58.	<i>Achyra nudalis</i> (Hübner 1796)	/	/
59.	<i>Euchromius cf. superbillus</i> (Zeller 1849)	Sučurac	1.VII.1923
		Sučurac	1.VII.1923
		Sučurac	15.V.1924
60.	<i>Nomophila noctuella</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	/	/
61.	<i>Ostrinia nubilalis</i> (Hübner 1796)	Curzola D.	25.VI.1929
		Curzola D.	25.VI.1929
	Lasiocampidae		
62.	<i>Gastropacha quercifolia</i> (Linnaeus 1758)	Spalato D.	1.VI.1929
		Spalato D.	2.VI.1931
		Split	12.IX.1947
63.	<i>Lasiocampa quercus</i> (Linnaeus 1758)	Split	5.IX.1928
		Split	25.IX.1928
64.	<i>Lasiocampa trifolii</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	Split	5.IX.1928
	Saturniidae		

	Species	Locality	Date
65.	<i>Saturnia pavoniella</i> (Scopoli 1763)	/	/
66.	<i>Saturnia spini</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	/	/
67.	<i>Saturnia pyri</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	/	/
	Sphingidae		
68.	<i>Agrius convolvuli</i> (Linnaeus 1758)	Sučurac	5.X.1925
69.	<i>Daphnis nerii</i> (Linnaeus 1758)	/	/
		/	/
70.	<i>Hemaris croatica</i> (Esper 1800)	Marjan, Split	5.X.1961
71.	<i>Hyles euphorbiae</i> (Linnaeus 1758)	/	/
72.	<i>Hyles livornica</i> (Esper 1780)	Spalato	15.VII.1931
73.	<i>Macroglossum stellatarum</i> (Linnaeus 1758)	/	/
74.	<i>Mimas tiliae</i> (Linnaeus 1758)	/	/
75.	<i>Smerinthus ocellata</i> (Linnaeus 1758)	/	/
	Geometridae		
76.	<i>Charissa variegata</i> (Duponchel 1830)	Sučurac	1922
		Sučurac	1.VII.1923
77.	<i>Chiasmia aestimaria</i> (Hübner 1809)	/	/
78.	<i>Coenotephria ablutaria</i> (Boisduval 1840)	Sučurac	XI.1923
		Sučurac	25.III.1924
		Sučurac	5.V.1924
79.	<i>Dyscia raunaria</i> (Freyer 1852)	Sučurac	1.VI.1923
		Sučurac	15.IX.1924
80.	<i>Epirrhoe galiata</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	Sučurac	25.VIII.1924
81.	<i>Eucrostes indigenata</i> (de Villers 1789)	Sučurac	1.VII.1923
		Sučurac	25.VII.1924
82.	<i>Eupithecia centaureata</i> (Denis and Schiffermüller, 1775)	Sučurac	5.V.1924
83.	<i>Eupithecia semigraphata</i> (Bruand 1850)	Sučurac	1922
		Sučurac	25.VIII.1924
84.	<i>Gnophos sartata</i> (Treitschke 1827)	Sučurac	25.IX.1924
85.	<i>Heliomata glarearia</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	Sučurac	25.VI.1924
		Sučurac	25.VI.1924
86.	<i>Horisme vitalbata</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	Sučurac	25.V.1924
		Sučurac	5.VI.1924
87.	<i>Idaea degeneraria</i> (Hübner 1799)	Sučurac	25.VIII.1924
		Sučurac	10.IX.1924
88.	<i>Idaea obsoletaria</i> (Rambu 1833)	Sučurac	1922
		Sučurac	1.VII.1923
		Sučurac	25.VII.1924
89.	<i>Lycia graecarius</i> (Staudinge 1861)	Sučurac	20.III.1927
		Sučurac	20.III.1927
		Sučurac	20.III.1928
90.	<i>Menophra abruptaria</i> (Thunber 1792)	/	/
91.	<i>Menophra japygiaria</i> (OCosta 1849)	Sučurac	1.VI.1923
		Sučurac	1.VIII.1923
92.	<i>Microloxia herbaria</i> (Hübner 1813)	Sučurac	1922
		Sučurac	25.VI.1924
93.	<i>Minoa murinata</i> (Scopoli 1763)	Sučurac	5.V.1924
		Sučurac	5.V.1924

	Species	Locality	Date
94.	<i>Nycterosea obstipata</i> (Fabricius 1794)	Sučurac	1922
		Sučurac	1922
		Sučurac	25.VIII.1924
95.	<i>Odezia atrata</i> (Linnaeus 1758)	Svilaja	1.V.1925
96.	<i>Rhodometra sacraria</i> (Linnaeus 1767)	Sučurac	1922
		Sučurac	25.VII.1924
97.	<i>Rhodostrophia calabra</i> (Petagna 1786)	Sučurac	25.V.1924
98.	<i>Scopula confinaria</i> (Herrich-Schäffer 1847)	Sučurac	25.V.1924
		Sučurac	5.V.1926
99.	<i>Scopula imitaria</i> (Hübner 1799)	Sučurac	15.VII.1924
		Sučurac	10.IX.1924
100.	<i>Scopula marginepunctata</i> (Goeze 1781)	Sučurac	1922
		Sučurac	1.VIII.1923
		Sučurac	25.VII.1924
101.	<i>Scopula ornata</i> (Scopoli 1763)	Sučurac	1922
		Sučurac	1922
		Sučurac	25.VII.1924
102.	<i>Xanthorhoe fluctuata</i> (Linnaeus 1758)	Sučurac	25.VIII.1924
	Notodontidae		
103.	<i>Thaumetopoea pityocampa</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	Spalato	25.VII.1930
	Erebidae		
104.	<i>Amata phegea</i> (Linnaeus 1758)	Mosor	/
		Mosor	16.VI.1935
105.	<i>Arctia villica</i> (Linnaeus 1758)	Sučurac	25.V.1924
106.	<i>Cymbalophora pudica</i> (Esper 1785)	Sučurac	15.IX.1924
		Sučurac	25.IX.1926
107.	<i>Dysauxes famula</i> (Freyer 1836)	Sučurac	1.VI.1923
		Sučurac	5.VI.1924
		Sučurac	25.VIII.1924
108.	<i>Dysgonia algira</i> (Linnaeus 1767)	Sučurac	25.VI.1924
		Sučurac	25.VI.1924
		Spalato	12.VII.1930
		Spalato	12.VII.1930
109.	<i>Eilema caniola</i> (Hübner 1808)	Sučurac	15.V.1924
		Sučurac	5.VI.1924
		Sučurac	15.VI.1924
110.	<i>Phragmatobia fuliginosa</i> (Linnaeus 1758)	Sučurac	1.VI.1923
		Sučurac	25.VI.1924
111.	<i>Catocala nymphagoga</i> (Esper 1787)	Sučurac	25.VI.1924
112.	<i>Catocala sponsa</i> (Linnaeus 1767)	Marjan, Split	14.VII.1970
113.	<i>Herminia tarsicrinalis</i> (Knoch 1782)	Sučurac	1.IX.1923
114.	<i>Eublemma parva</i> (Hübner 1808)	Sučurac	1922
		Sučurac	1.VI.1923
		Sučurac	5.V.1926
115.	<i>Grammodes stolidia</i> (Fabricius 1775)	Spalato	4.VII.1931
		Spalato	4.VII.1931
116.	<i>Euproctis chrysorrhoea</i> (Linnaeus 1758)	Vrana D.	VI.1925
		Split D.	18.VI.1940

	Species	Locality	Date
117.	<i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus 1758)	/	/
		/	/
		/	/
	Noctuidae		
118.	<i>Acontia lucida</i> (Hufnagel 1766)	Split	5.VII.1932
119.	<i>Acontia trabealis</i> (Scopoli 1763)	Sučurac	1922
		Sučurac	1.IX.1923
		Sučurac	1.IX.1923
120.	<i>Aegle</i> cf. <i>vespertinalis</i> (Rambur 1858)	Sučurac	1922
		Sučurac	1.VIII.1923
121.	<i>Agrotis puta</i> (Hübner 1803)	Sučurac	1922
		Sučurac	5.V.1924
		Sučurac	25.VIII.1924
122.	<i>Agrotis segetum</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	Split	15.VIII.1928
123.	<i>Aporophyla australis</i> (Boisduval 1829)	Sučurac	15.X.1924
124.	<i>Autographa gamma</i> (Linnaeus 1758)	Split	15.VI.1937
		/	/
125.	<i>Calophasia opalina</i> (Esper 1793)	Sučurac	29.VI.1926
		Sučurac	15.VIII.1926
126.	<i>Diloba caeruleocephala</i> (Linnaeus 1758)	Morter	20.X.1924
127.	<i>Episema</i> cf. <i>glaucina</i> (Esper 1789)	Sučurac	25.IX.1926
		Sučurac	25.X.1926
128.	<i>Hadena perplexa</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	Sučurac	18.IX.1924
129.	<i>Heliothis peltigera</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	Split D.	15.VII.1928
		Split D.	15.VII.1928
		/	/
130.	<i>Hoplodrina ambigua</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	Sučurac	10.IX.1924
		Spalato	2.VI.1931
131.	<i>Leucania putrescens</i> (Hübner 1824)	Sučurac	15.IX.1924
132.	<i>Mamestra brassicae</i> (Linnaeus 1758)	Metković	4.VIII.1930
133.	<i>Mniotype solieri</i> (Boisduval 1829)	Sučurac	25.IX.1924
		Sučurac	25.IX.1924
		Sučurac	15.IX.1926
		Split	27.VII.1932
134.	<i>Mythimna vitellina</i> (Hübner 1808)	Sučurac	15.IX.1924
135.	<i>Noctua pronuba</i> (Linnaeus 1758)	/	/
136.	<i>Peridroma saucia</i> (Hübner 1808)	Split	25.VIII.1928
		Split	15.V.1929
		Split	15.V.1929
137.	<i>Phlogophora meticulosa</i> (Linnaeus 1758)	Split	3.XI.1923
		Sučurac	15.X.1927
138.	<i>Sesamia cretica</i> Lederer 1857	Split D.	20.IV.1932
		Split	20.V.1932
		Split D.	20.V.1932
		Split D.	25.V.1932
		Split D.	10.V.1932
139.	<i>Spodoptera exigua</i> (Hübner 1808)	Sučurac D.	15.X.1926
		Berane Mont.	22.VII.1928

	Species	Locality	Date
140.	<i>Trichoplusia ni</i> (Hübner 1803)	Sućurac	20.VI.1926
		Split	19.VII.1928
141.	<i>Tyta luctuosa</i> (Denis and Schiffermüller 1775)	Sućurac	1.VIII.1923
		Sućurac	5.V.1924
142.	<i>Ulochlaena hirta</i> (Hübner 1813)	Sućurac	25.IX.1924
		Sućurac	15.X.1925
	Nolidae		
143.	<i>Nola chlamitulalis</i> (Hübner 1813)	Sućurac	1922

The record of *Aglais urticae* (Linnaeus 1758) in the Botanical Garden Marjan in Split is of some specific interest. This species is local in most of the coastal parts of Dalmatia, being more common only on the mountains (e.g. Biokovo, Dinara). While it is known from Dalmatia, almost no recent records from the coastline exist (Koren et al. 2019). A similar situation is with *Nymphalis antiopa* (Linnaeus, 1758), a forest-dwelling species that can be locally common only in some areas of Dalmatia (Koren, pers. observ.).

The specimen of *Saturnia spini* (Denis and Schiffermüller 1775) unfortunately does not contain any label, but we can assume that it was collected around Split just as the most other specimens in the collection. This is a very local species in Croatia, with no recent records. Historically, it was recorded from Rijeka (Abafi-Aigner 1910), Krapina (Abafi-Aigner 1910), Zagreb-Josipovac (Grund 1918), Zagreb (Vukotinović 1879), Bakar (Grund 1918) and Vinkovci (Koča 1901). The most recent record originates from Spačva in Slavonia and Kutjevo, Bektež (Kovačević and Franjević-Oštrc 1978).

Another interesting species in the collection is *Ulochlaena hirta* (Hübner 1813). This autumn species has so far been recorded in Croatia only several times. Stauder (1926) mentions it for Dalmatia but without any precise locality. While the two specimens in the Novak collection have already almost faded away, the remaining markings, as well as wing shape, are enough to confirm the species identity.

From the Geometridae family, the most interesting is the record of *Odezia atrata* (Linnaeus, 1758) from Mt. Svilaja. This species is distributed across the Palearctic, in mid to high montane areas (Macek et al. 2012). This is only the second published record for Croatia, following the records from Drniš (Stauder 1920).

The Novak Lepidopterological collection, while rather small, is an important contribution to the butterfly and moth diversity of Dalmatia. With only a limited amount of published and available data from most parts of the country, the publication of the data from existing entomological collections is extremely important, and fills the gaps in our knowledge. While the collection contains mostly common and widespread species, it is of immense historical importance for understanding the distribution of some species in the past. The publication of data from other museum collections across the country would be beneficial for

filling the gaps in species' distribution in the country and give an additional insight into the Lepidoptera of Croatia. So far this was undertaken very rarely and mostly contained the data about one or few families, like the Noctuidae from the lepidopterous collection of Faculty of Forestry in Zagreb (Kučinić and Hrašovec 1999), Geometridae and Noctuidae from Košćec Collection is stored in the Entomological Department of the Varaždin Municipal Museum (Kučinić and Bregović 1996, Mihoci and Bregović 2008) and Sessidae from the collections of the Croatian Natural History Museum in Zagreb and the Entomological Department of the Varaždin Municipal Museum (Predovnik 2010). With the revisions and publications of other families/collections, our knowledge about the Lepidoptera diversity of Croatia would be greatly increased and the data would become available to the scientists and the general public.

Literature

- Abafi-Aigner, L. 1910. Adelék Magyar Tengeremellék, Horvátország és Dalmácia lepkefaunájához. *Rovartani lapok*. 17: 71-105.
- Grund, A. 1918. Beitrage zur kroatischen Lepidopteren-Fauna. Beitrag C. Lepidopteren der Umgebung von Zagreb (Agram). *Glasnik Hrvatskog prirodoslovnog društva*. 30: 59-71.
- Koča, Gj. 1901. Prilog fauni leptira (Lepidoptera) Hrvatske i Slavonije. *Glasnik Hrvatskoga Naravoslovnoga Društva*. 13: 1-67.
- Kokan, B. 2014. 90 godina Zbirke kornjaša dr. Eduarda Karamana u Prirodoslovnom muzeju u Splitu. *Prirodoslovni muzej i zoološki vrt Split*. Spli. 24 pp.
- Koren, T., Burić, I., Glavan, G., Verovnik, R. 2019. Contribution to the knowledge of the butterfly fauna (Lepidoptera: Papilionoidea) of Mt Kozjak, Split, Croatia. *Natura Croatica*. 28: 21-33.
- Kovačević, Ž., Franjević-Oštrc, M., 1978. Značaj faune Macrolepidoptera u šumama SR Hrvatske s biocenološkog i biogeografskog stanovišta. *Šumarski institut Jastrebarsko*. Zagreb. 104 pp.
- Kučinić, M., Bregović, A. 1996. A contribution to the knowledge of faunal and zoogeographical characteristics of noctuids (Insecta, Lepidoptera, Noctuidae) in north-western Croatia. *Natura Croatica*. 5: 265-289.
- Kučinić, M., Hrašovec, B. 1999. Faunal and zoogeographical review of the Lepidoptera collection of the Faculty of Forestry, University of Zagreb, Part I: Noctuidae (Insecta: Lepidoptera). *Natura Croatica*. 8 (1): 27-47.
- Macek, J., Procházka, J., Traxler, L. 2012. Motýli a housenky střední Evropy. Noční motýli III. In Macek, J. (ed.) *Motýli a housenky střední Evropy*. Vol. 3. Academia. Praha. 424 pp.
- Mihoci, I., Bregović, A. 2008. Grbice (Lepidoptera, Geometroidea, Geometridae) zbirke Košćec, in: Franjo Košćec i njegovo djelo 1882.-1968.: zbornik radova sa znanstvenog skupa. Presented at the Franjo Košćec i njegovo djelo 1882.-1968. Varaždin. pp. 129-168.
- Nonveiller, G., 1999. The Pioneers of the research on the insects of Dalmatia (Croatia). *Croatian Natural History Museum*. Zagreb. 400 pp.
- Novak, P., 1952. Kornjaši jadranskog primorja. *Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti*. Zagreb. 523 pp.
- Novak, P. 1970. Rezultati istraživanja kornjaša našeg otočja. *Acta Biologica VI, Prirodoslovna istraživanja*. 38: 5-38.
- Nowacki, J. 1998. The noctuida (Lepidoptera, Noctuidae) of Central Europe. František Slamka. Bratislava. 51 pp.

- Predovnik, Ž. 2010. A revision of clearwing moths (Lepidoptera: Sesiidae) in the collections of the Croatian Natural History Museum in Zagreb and the Entomological Department of the Varaždin Municipal Museum. *Natura Croatica*. 19: 381-388.
- Protić, Lj. 2006. Nabidae (Heteroptera) from former Yugoslavia in the Collection of the Natural History Museum in Belgrade. *Acta Entomologica Slovenica*. 14(1): 69-80.
- Stauder, H. 1923. Die Schmetterlingsfauna der illyro-adriatischen Festland- und Inselzone (Faunula Illyro-Adriatica). *Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie Berlin*. 18: 10-18, 58-68, 106-114, 187-202, 253-267, 317-327.
- Stauder, H. 1926. Die Schmetterlingsfauna der illyro-adriatischen Festland- und Inselzone (Faunula Illyro-Adriatica). *Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie Berlin*. 21: 179-190, 223-238.
- Stauder, H., 1920: Neue mediterrane Geometridae. *Internationale Entomologische Zeitschrift Guben*. 14 (5): 34-39.
- Tolman, T., Lewington, R. 2008. *Collins butterfly guide the most complete field guide to the butterflies of Britain and Europe*. Collins. London. 384 pp.
- Vukotinović, L., 1879. *Fauna leptirah u okolišu Zagrebačkom*. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti. Zagreb. 129 pp.

In memoriam

Dr. sc. Miroslav Harapin

22.9.1929. – 17.2.2022.

S velikom tugom primili smo vijest o smrti našeg počasnog člana dr. sc. Miroslava Harapina. Njegova dugogodišnja aktivnost u Hrvatskom entomološkom društvu kao člana Upravnog odbora, tajnika Društva, predsjednika Društva i kasnije člana Upravnog odbora te člana Uređivačkog odbora časopisa *Entomologia Croatica* ostavile su neizbrisiv trag. Prazninu koja je nastala njegovim odlaskom popunjavat ćemo sjećanjima na njegov entuzijazam i životnu energiju koja ga je krasila i u poznim godinama života. Ostaju nam djela velikog entomologa, šumara, ekologa, a prije svega velikog i dragog čovjeka.



Miroslav Harapin rođen je 22.9.1929. u Letovčanima Novodvorskim u okolici Klanjca u zemljoradničkoj obitelji oca Ivana i majke Marije. Nakon osnovne škole, koju završava u rodnom mjestu, nastavlja građansku školu u Klanjcu do 1945. da bi gimnaziju u Zagrebu završio 1950. Biološki smjer na Šumarskom fakultetu u Zagrebu završava 1957. godine. Nakon službovanja u Šumariji Fužine od 1959. do 1961. postiže zvanje asistenta. Godine 1963. odlazi na šestomjesečnu specijalizaciju i studijsko putovanje u SAD. Magistrirao je 1976., a doktorirao 1984. Zvanje znanstvenog suradnika stekao je 1976., a znanstvenog savjetnika 1985. godine.

Godine 1961. osnovan je Zavod za četinjače u Jastrebarskom gdje je postavljen za šefa odjela za zaštitu šuma, preteče današnjem Zavodu za zaštitu šuma i lovno gospodarenje pri Hrvatskom šumarskom institutu, gdje je radio do svojeg umirovljenja 1995. godine. Na Šumarskom fakultetu u Zagrebu predavao je na postdiplomskom studiju predmete iz područja zaštite šuma te je bio mentor ili član mnogobrojnih komisija za magistrante i doktorante.

Od mnogobrojnih projekata koje je vodio i na kojima je sudjelovao ističe se američki projekt "Osjetljivost na insekte i bolesti izabranih sjevernoameričkih vrsta šumskog drveća u Jugoslaviji od 1966. do 1971." na kojem je bio glavni istraživač. Od 1980. bio je osnivač i voditelj Centra za dijagnozu i prognozu u šumarstvu SR Hrvatske, a čiji se poslovi i danas obavljaju kao Izvještajno prognozni poslovi za Ministarstvo poljoprivrede. Bio je organizator i sudionik Ankete o zdravstvenom stanju šuma u Hrvatskoj u svezi motrenja za cijelu Europu. Uveo je i unaprijedio biološko suzbijanje štetnika, a prvi je na ovim prostorima ispitivao djelotvornost i primjenu feromona za motrenje i suzbijanje smrekovih potkornjaka.

Kao nacionalni koordinator i ekspert sudjelovao je na sastancima zemalja Europe i svijeta na konferencijama o zaštiti šuma Europe, u Ženevi 1993. i 1994. te u Bruxellesu 1994. Sudjelovao je na mnogim studijskim putovanjima i sastancima diljem Europe, na mnogobrojnim stručnim i znanstvenim skupovima kako u zemlji, tako i u inozemstvu.

Sudjelovao je u radu mnogih stranih i domaćih organizacija (EPPO, IUFRO-Division 2), bio je član Hrvatske šumarske akademije, predsjednik Hrvatskog entomološkog društva, član Hrvatskog društva biljne zaštite, član Hrvatskog ekološkog društva. Bio je član uredništva časopisa Radovi HŠI, Šumarskog lista i Glasnika zaštite bilja Hrvatskog agronomskog društva. Iza sebe ostavio je budućim pokoljenjima više od stotinu znanstvenih i stručnih radova te poglavlja u knjigama. Dr. sc. Miroslav Harapin dobitnik je Zlatne plakete za zasluge u zaštiti šuma koju mu je 2002. godine dodijelilo Hrvatsko društvo biljne zaštite na međunarodnom seminaru biljne zaštite u Opatiji.



Nemoguće je opisati slojevitost i svestranost dr. Harapina, a kako je razmišljao o prirodi i životu općenito možda najbolje opisuju završne riječi jednog od njegovih mnogobrojnih predavanja: „Drvo ima osjećaje kao i čovjek. Biljka osjeća kako joj se obraćaš. Istraživanja su pokazala da kada jednoj biljci govoriš ružno i da ćeš je uništiti, a drugoj govoriš da je voliš, vidi se razlika u njihovom razvoju. Drveće može komunicirati među sobom, pomaže jedno drugom. Kada se razbole obavještavaju preko korijenovog sistema druga drveća da stvore antitijela kao protulijek.“

Božena Barić: “Kao predsjednik Društva i kasnije, kad nije obnašao ovu dužnost, organizirao je niz entomoloških ekskurzija koje su okupljale mnoge od nas. Osim ogromnog znanja iz šumarske entomologije i ekologije šuma, njegova srdačnost i ljudskost stvarali su ugodnu atmosferu na svim sastancima i događanjima u okviru HED-a. Ne samo što je bio dobar pedagog mladim inženjerima šumarstva nego je pomagao svojim savjetima svima koji su tražili njegovu pomoć.”



Sanja Novak Agbaba: “Sudbina je htjela da se i nakon umirovljenja doktora Harapina često sretnem s njim na misi u franjevačkoj crkvi na Kaptolu gdje je rado odlazio. Uvijek su to bili radosni susreti gdje smo znali popričati i prisjetiti se zajedničkih radnih dana.“

Milan Pernek: “Dr. Harapina upoznao sam kao umirovljenika zaposlivši se u Hrvatskom šumarskom institutu u Zavodu, koji je osnovao. Miro me zadivio na prvu, kao i većinu ljudi, svojim pogledima na život, zdravlje, duhovnost, poštenje, odvajanjem važnog od nevažnog. Družili smo se puno puta na terenima po

šumama duž cijele Hrvatske i rado se odazvao mojim pozivima jer je neizmjereno volio prirodu, krajolike i ljude te bi uvijek pronašao prave riječi kako bi opisao trenutak u kojem smo se našli. Bio mi je mentor u struci te mentor i prijatelj u životu.”



Sanja Novak Agbaba
Milan Pernek
Božena Barić
fotografije Boris Hrašovec i Milan Pernek