

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. 2021, Vol. 20. Num 1: 1–45

ENTOMOLOGIA CROATICA

Glasilo 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 Maceljski 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 Toni Koren**
New records of the genus *Eilicrinia* Hübner, 1823 (Lepidoptera: Geometridae) in Croatia
Novi nalazi roda *Eilicrinia* Hübner, 1823 (Lepidoptera: Geometridae) u Hrvatskoj
- 6 Martina Kadoić Balaško, Monika Zlodi, Renata Bažok**
Mogućnost aklimatizacije jesenske sovice na području Zadarske županije
Possible acclimatization of fall armyworm in Zadar county
- 13 Marta Kovač**
Prirodni inokulum entomopatogenih gljiva u prezimljavajućoj populaciji hrastove mrežaste stjenice *Corythucha arcuata* (Heteroptera, Tingidae)
Natural inoculum of entomopathogenic fungi in the overwintering population of oak lace bug *Corythucha arcuata* (Heteroptera, Tingidae)
- 21 Tihomir Validžić, Mladen Šimala, Ankica Sarajlić, Mirela Varga, Emilija Raspudić, Ivana Majić**
Štete od bakrenastoga krasnika (Coleoptera, Buprestidae: *Perotis lugubris* fabricius 1777) i mogućnosti suzbijanja entomopatogenom gljivom
Damages caused by the metallic wood-boring beetle (Coleoptera, Buprestidae: *Perotis lugubris* fabricius 1777) and use of entomopathogenic fungi as potential biocontrol agent
- 31 Mihailo Vujić, Dejan Kulijer, Toni Koren, Matea Martinović**
New data on hoverfly fauna (Diptera: Syrphidae) of Bosnia and Herzegovina
Novi podaci za faunu muha pršilica (Diptera: Syrphidae) Bosne i Hercegovine
- 38 Matej Šag, Tanja Žuna Pfeiffer, Nikolina Bek, Marko Ožura, Tihana Miloloža**
Nalaz invazivne vrste kukca *Acanthoscelides pallidipennis* (Motschulsky, 1874) u plodovima čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.)
A finding of invasive alien beetle species *Acanthoscelides pallidipennis* (Motschulsky, 1874) in pods of indigo bush (*Amorpha fruticosa* L.)

New records of the genus *Eilicrinia* Hübner, 1823 (Lepidoptera: Geometridae) in Croatia

Novi nalazi roda *Eilicrinia* Hübner, 1823 (Lepidoptera: Geometridae) u Hrvatskoj

Toni Koren*

Association Hyla, Lipovac I, n. 7, 10 000 Zagreb, Croatia

* Corresponding author E-mail address: koren.toni1@gmail.com (T. Koren)

Abstract

New records of the genus *Eilicrinia* Hübner, 1823 in Croatia are presented and the previous literature records are summarized. *Eilicrinia cordiaria* (Hübner 1790) has been recorded in Croatia after an apparent absence of 36 years at six new localities. The species has a scattered distribution in the country, with historical records originating from both Mediterranean and Continental regions while recent reports are limited to northern Croatia, mostly around the rivers Drava and Mura. For *Eilicrinia trinotata* (Metzner 1845) the first record from Croatia is presented, from BANSKO hill in Baranja region. Both species can be considered as scarce in Croatia and further studies are needed in order to assess their status and distribution.

Keywords: Moths, diversity, distribution

Sažetak

Predstavljeni su novi nalazi roda *Eilicrinia* u Hrvatskoj, a dosadašnji literaturni su sažeti. *Eilicrinia cordiaria* (Hübner 1790) zabilježena je na području Hrvatske nakon 36 godina na šest novih lokacija. Vrsta ima raspršenu rasprostranjenost u zemlji, s povijesnim nalazima koji potječu iz mediteranskih i kontinentalnih područja, dok su noviji ograničeni na sjevernu Hrvatsku, uglavnom okolicu rijeka Drave i Mure. Vrsta *Eilicrinia trinotata* (Metzner 1845) po prvi je puta zabilježena u fauni Hrvatske sa područja Banskog brda u Baranji. Čini se da su obje vrste lokalne u Hrvatskoj te su potrebna daljnja istraživanja kako bi se procijenio njihov status i rasprostranjenost.

Ključne riječi: noćni leptiri, raznolikost, rasprostranjenost

Introduction

The genus *Eilicrinia* Hübner, 1823 belongs to the Enomiinae subfamily of the Geometridae and contains eleven described species, predominately distributed in the Palearctic and Oriental regions (Skou and Sihvonen 2015). They are medium sized moths with a wingspan of about 30 mm and with the forewing concaved below the apex. In Europe three species are present, all of which are easily recognizable: *Eilicrinia trinotata* (Metzner, 1845), *Eilicrinia cordiaria* (Hübner 1790) and *Eilicrinia subcordiaria* Herrich-Schäffer, 1852 (Skou and Sihvonen 2015). In Croatia, only *Eilicrinia cordiaria* was known prior to the present results with the most recent records being from the 1985 (Kranjčev 1985; Mihoci 2012); this species was not recorded in Croatia in the more recent moth surveys of Vignjević et al. (2010), Koren and Gomboc (2017) and Koren (2018).

The aim of this paper is to present new records of the genus *Eilicrinia* in Croatia with some notes about their habitats and distribution.

Materials and methods

Lepidoptera material has been collected in Croatia by the author for the last ten years, and Geometridae were collected along with other Lepidoptera families using pyramidal UV light traps. Usually, five traps were in operation for about 4h after dusk at each locality. All the data for the visited localities is provided in the next chapter for each recorded species. The collected specimens were set, identified and stored in the private collection of the author. For the identification of species Skou and Shivonen (2015) was used.

Results

Two species of genus *Eilicrinia* have been recorded in Croatia and their distribution is given in Fig. 1.

Eilicrinia cordiaria (Hübner 1790)

Literature records: Slavonia (Bohatsch 1892), Rijeka (Fiume), Lipik (Abafy-Aigner et al. 1896), Bakar (Buccari), Middle Dalmatia (Mittledalmatien) (Stauder 1929), Đelekovac, Sigetec (Kranjčev 1985).

New records: Croatia, Međimurska County, south of Donja Dubrava, forest near Drava river, 46,309399° N, 16,788258° E, 179 m, 9.6.2021, 5 ex., 15.7.2021, 1 ex.; Croatia, Podravina, Križnica, western part, flooded forest near Drava river, 45,973849° N, 17,339984° E, 105 m, 24.7.2019, 2 ex.; Croatia, Podravina, Križnica, old bayou of Drava river, reeds and forest edge, 45,962317° N, 17,359826° E, 108 m, 24.7.2019, 4 ex.; Croatia, Nature Park Kopački Rit, Kopačevo, forest close to Biljsko jezero, 45,59407° N, 18,78325° E, 80 m, 2.vi.2021, 4 ex.; 22.6.2021, 1 ex.; Croatia, Nature Park Kopački Rit, Čošak šume, edge of wetland forest near the Vardarac canal, 45,639047° N, 18,850989° E, 157 m, 4.6.2021; Croatia, Baranja, BANSKO BRDO south of Branjina, dry pastures partially overgrown in bushes, 45,812769° N, 18,694468° E, 144 m, 3.6.2021, 2 ex.

Eilicrinia trinotata (Metzner 1845)

New records: Croatia, Baranja, BANSKO BRDO south of Branjina, dry pastures partially overgrown in bushes, 45,812769° N, 18,694468° E, 144 m, 3.6.2021, 1 ex.

Discussion

Of the two species present in Croatia, *Eilicrinia cordiaria* (Fig. 2a) is the most widely distributed European species, occurring from eastern Austria and Slovakia, across Hungary, the Balkans and the Ukraine as far as the southern Urals (Skou and Shivonen 2015).

New records are located in the northern Croatia, along rivers Drava and Mura (Fig. 1). Most of the habitats where the species was recorded were floodplain forests in which its hostplants, *Salix* spp. grow in abundance (Fig. 2c). This is also in accordance with the recent observations from Belarus (Kulak 2017). The only exception is BANSKO BRDO, which is a loess hilly plateau with its highest summit of 251 m, located in Baranja county. No *Salix* spp. have been observed in this area, but just below the hill, willow trees are present along the small stream. This may explain its occurrence in the area. In respect of historical records, those from the Mediterranean region have not been confirmed; records from Bakar and from Dalmatia were given without any specific

locality (Stauder 1929). During the last ten years the author has visited many localities across whole Croatia, including the coastal areas of Dalmatia, but this species has not been recorded. However, it is possible that the species still survives in some areas of Kvarner and Dalmatia as many areas still remain to be explored in more detail. Especially the area of mainland Kvarner since it has not been surveyed after the work of (Stauder 1929), so new surveys in that area are needed. With the records presented in this work the occurrence in Croatia has been significantly increased, but it is still probable that the species has a wider distribution and additional surveys are needed across the country in order to confirm this. The records from Croatia expand the known areal only slightly, and concur with the distribution pattern presented in Skou and Shivonen (2015).

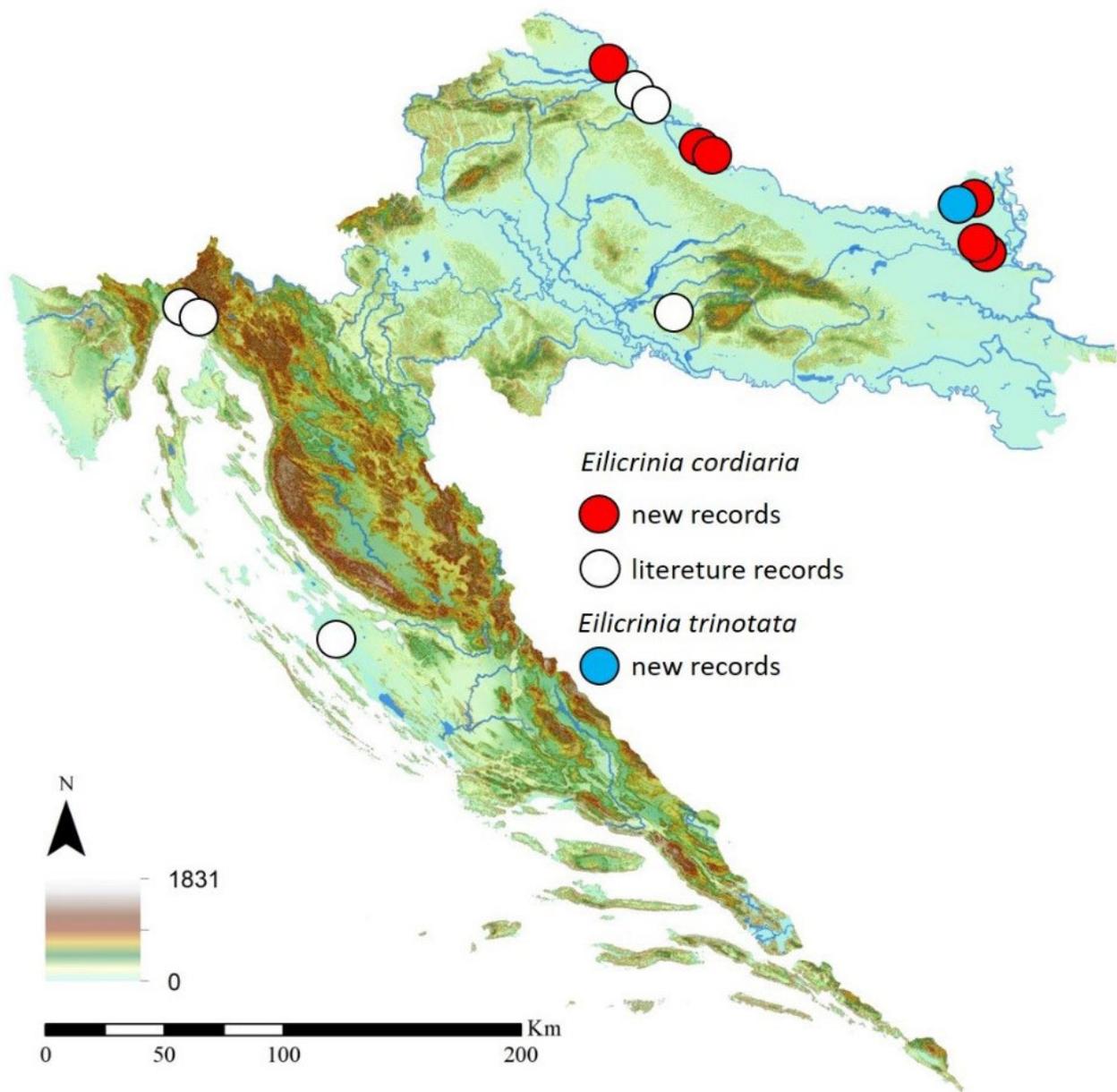


Figure. 1. Distribution of the genus *Eilicrinia* in Croatia.

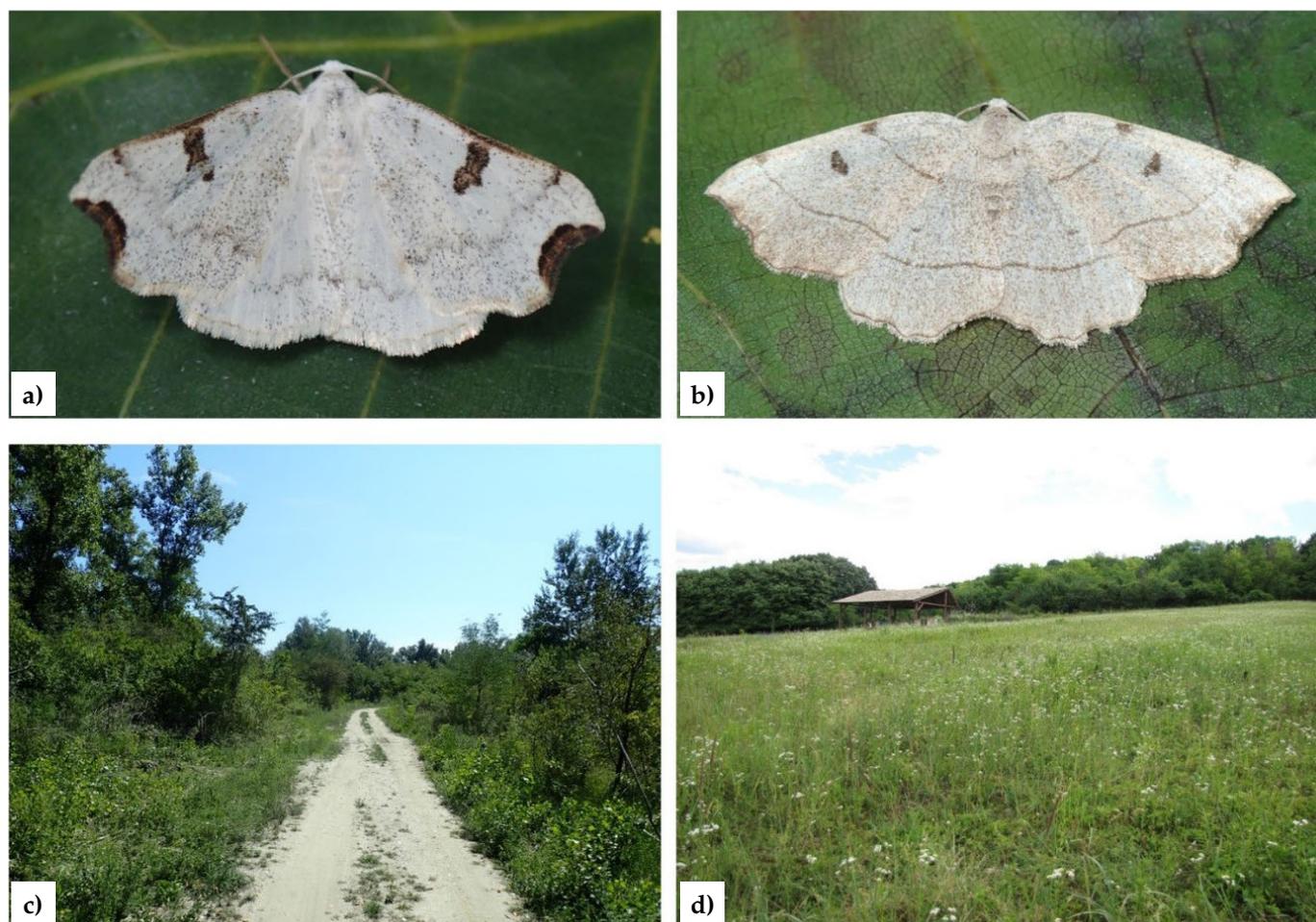


Figure 2. a) *Eilicrinia cordiaria* from Kopački rit, Croatia, b) habitat of *E. cordiaria* SW of Donja Dubrava, near river Drava, c) *Eilicrinia trinotata* from Bansko brdo, Baranja, d) Habitat of *E. trinotata* at Bansko brdo, Baranja.

The other species present in Croatia, *E. trinotata* (Fig. 2b) has a much smaller area of occurrence in Europe. It is present from Hungary and Slovakia and then towards the south-east across the Balkans as well as east to the Ukraine and parts of Russia (Skou and Sihvonen 2015).

While the general distribution of the species along the Hungarian and Serbian borders indicates its likely presence in Croatia, it has not been recorded (Mihoci 2012). Accordingly, it can now be regarded as a new member of the fauna of Croatia.

So far, a single specimen was collected in Croatia, in the area of Bansko brdo (Fig. 2d). The locality is dominated by partially overgrown, dry grasslands which are still being used for sheep grazing. However, in the last ten years a large portion of the former grassland has been converted into an orchard, rendering the grassland even smaller (authors personal observations). According to Skou and Shivonen (2015) *E. trinotata* occurs in steppe and forest steppe localities, which is in accordance with the locality on Bansko brdo in Baranja. The area of Bansko brdo is significant for the both floristic and faunistic diversity Croatia, with several new species for the country recorded there (e.g. Purger and Csiky 2008; Uherkovich et al. 2008; Csiky and Purger 2013). This record supports the importance of this site. This species usually has two generations with a partial third also being observed (Ziegler 2016). The caterpillars have been bred on *Ulmus glabra* and *Ulmus minor* (Ziegler 2016).

Baranja in general is one of the least studied parts of Croatia, with only exception being Nature park Kopački Rit where recently 201 moth species have been recorded (Vignjević et al. 2010). Other than that, the area of Baranja remains poorly surveyed and additional localities for this and other interesting species are to be expected in the future. As the human influence in the area is very strong, not much of the natural or even seminatural habitats remain in the area. The butterfly fauna of BANSKO BRDO is rather diverse for the area (Koren et al. 2012) so it is probable the same will be true also for moth fauna. In order to gain an insight into the remaining moth diversity in the area a study of the remaining habitats with steppe elements should be done in the near future.

References

- Abafy-Aigner, L., Pável, J., Uhryk, F. 1896. Fauna Regni Hungariae. Ordo Lepidoptera. Regia Societas Scientiarum Naturalium Hungarica. 3: 1-82.
- Bohatsch, O. 1892. Beiträge zur Lepidopteren-Fauna Slavoniens. Wiener Entomologischen Vereines. 31-50.
- Csiky, J., Purger, D. 2013. Herbaceous periwinkle, *Vinca herbacea* Waldst. et Kit. 1799 (Apocynaceae), a new species of the Croatian flora. Acta Botanica Croatica. 72 (2): 399-406.
- Koren, T. 2018. Diversity of moths (Lepidoptera: Heterocera) in the surroundings of the Bednja River, Varaždin County, Northern Croatia. Natura Croatica. 18: 111-141.
- Koren, T., Gomboc, S. 2017. Noćni leptiri Krapinsko-zagorske županije. Javna ustanova Za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Krapinsko-zagorske županije, Zagreb.
- Koren, T., Krčmar, S., Dretvić, T. 2012. Contribution to the knowledge of butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera) of BANSKO BRDO. Entomologia Croatica. 16: 41–60.
- Kranjčev, R. 1985. Odnos faune makrolepidoptera prema prirodnim i antropogenim staništima Podravine i podravskih pijesaka (I). Podravski zbornik. 11: 200–226.
- Kulak, A.V. 2017. European area dynamics of *Eilicrinia cordiaria cordiaria* (Hübner, [1790]) (Lepidoptera: Geometridae, Ennominae) under the present climate change. Nachrichten des Entomologischer Verein Apollo. 38: 212–216.
- Mihoci, I. 2012. Raznolikost grbica (Lepidoptera, Geometridae) Hrvatske i ekološka uvjetovanost njihove visinske rasprostranjenosti (PhD). University of Zagreb, Faculty of Science, Zagreb.
- Purger, D., Csiky, J. 2008. Dwarf iris, *Iris pumila* L. (Iridaceae), a new species of the Croatian flora. Acta Botanica Croatica. 67 (1): 97-102.
- Skou, P., Sihvonen, P. 2015. Ennominae I., The Geometrid Moths of Europe. Brill, Leiden.
- Stauder, H. 1929. Die Schmetterlingsfauna der illyro-adriatischen Festland- und Inselzone (Faunula Illyro-Adriatica). Entomologischen Anzeiger 9, 39–41, 53–58, 65–72, 88–94, 115–117, 131–137, 157–158, 177–178, 194–199, 213–218, 233–236, 251–252, 272–273, 292–293, 299–306, 318–325, 359–364, 379–384, 397–403, 420–423, 437–442.
- Uherkovich, Á., Purger, D., Csiky, J. 2008. First find Of *Pomatias rivularis* (Eichwald, 1829) (Mollusca: Pomatiidae) in Croatia. Natura Croatica. 17 (3): 183-192.
- Vignjević, G., Zahirović, Ž., Turić, N., Merdić, E., 2010. Moths (Lepidoptera: Heterocera) of Kopački rit Nature Park - Results of preliminary research. Entomologia Croatica. 14: 17–32.
- Ziegler, H., 2016. Beitrag zur Kenntnis der Biologie von *Eilicrinia trinotata* (Metzner, 1845) sowie Wertung eines alten Einzelfundes dieser Art im Südtessin. Atalanta. 47: 255-257.

Mogućnost aklimatizacije jesenske sovica na području Zadarske županije

Possible acclimatization of fall armyworm in Zadar county

Martina Kadoić Balaško*, Monika Zlodi, Renata Bažok

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb
* Corresponding author E-mail address: mbalasko@agr.hr (M. Kadoić Balaško)

Sažetak

Jesenska sovica (*Spodoptera frugiperda*) značajan je polifagni štetnik iz porodice sovića. Potječe iz suptropskog i tropskog područja Amerike, gdje se smatra ekonomski važnim štetnikom na kultiviranim biljkama. Prvi je put, izvan američkog kontinenta, zabilježen u zapadnoj Africi početkom 2016. godine te se potom nastavio širiti prema Aziji i Australiji. Zbog velike mogućnosti migracije (odrasla sovica za vrijeme ljetnih mjeseci preleti do 2 000 km), ovaj štetnik bi se vrlo brzo mogao pojaviti i na području Mediterana. Usljed klimatskih promjena i ekoloških zahtjeva jesenske sovica opravdana je sumnja da bi se ovaj štetnik mogao udomačiti u Europi, ali i u Hrvatskoj. Na razvoj i širenje jesenske sovica najviše utječu temperature, oborine i dostupnost biljke domaćina. Cilj je rada prikazati biološke i ekološke osobine jesenske sovica, prikazati trenutni status u svijetu i utvrditi mogućnost aklimatizacije u području srednje Dalmacije (Zadar). S postaje Zadar prikupljeni su meteorološki podaci za razdoblje od 2010. do 2020. godine. Pogodnost područja određena je na temelju izračuna sume efektivnih temperatura potrebnih za razvoj jedne generacije (termalni prag 10,9 °C, suma 559 °C srednjih dnevnih temperatura iznad praga i mjesečna količina oborina ispod 100 mm). Provedena analiza meteoroloških podataka i njihova usporedba sa zahtjevima štetnika pokazala je da aklimatizacija štetnika nije moguća, ali da zbog povoljnih uvjeta u proljetnom i ljetnom periodu postoji opasnost od sezonskih migracija jesenske sovica na područje Zadarske županije.

Ključne riječi: *Spodoptera frugiperda*, karantenski štetnik, klimatske promjene, Hrvatska

Abstract

The fall armyworm is an important polyphagous pest of the owl moth's family. It is native to subtropical and tropical regions of the Americas, where it is considered an economically important pest of crops. Outside the Americas, it was first recorded in early 2016 at West Africa and then spread further into Asia and Australia. Due to the great possibility of migration (an adult moth flies over 2000 km in the summer months), this pest could appear very quickly in the Mediterranean region. Due to climate change and the ecological requirements of the fall armyworm, there is a reasonable suspicion that this pest could become established in Europe and Croatia. The development and spread of the fall armyworm are mainly influenced by temperatures, precipitation and the availability of the host plant. The aim of this work is to present the biological and ecological characteristics of the fall armyworm,

to present its current status in the world and to determine the possibility of acclimatization in the area of Central Dalmatia (Zadar). Meteorological data for the period from 2010 to 2020 were collected from the station in Zadar. The suitability of the area was determined by calculating the sum of effective temperatures required for the development of one generation (thermal threshold 10.9 °C, the sum of 559 °C mean daily temperatures above the threshold and the monthly amount of precipitation below 100 mm). The analysis of meteorological data and their comparison with the requirements of the pest showed that acclimatization of fall armyworm is not possible, but that due to the favorable conditions in spring and summer there is a risk of seasonal migration in Zadar County.

Keywords: *Spodoptera frugiperda*, quarantine pest, climate changes, Croatia

Uvod - Introduction

Jesenska sovica (*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith 1797)) porijeklom je iz suptropskog i tropskog područja Amerike, gdje se smatra ekonomski važnim štetnikom na kultiviranim biljkama (EPPO 2021). Polifagna je vrsta te je do sada zabilježeno gotovo 100 biljaka domaćina (FAO i CABI 2019). Štete rade gusjenice koje se najčešće hrane na kukuruza, a napada i pšenicu, rižu, sirak, soju, šećernu trsku i pamuk. Štete su zabilježene i na rajčici, luku, krumpiru, ukrasnom bilju te agrumima (EPPO 2021). Procjenjuje se da uzrokuje štete u iznosu višem od 400 milijuna američkih dolara godišnje (IITA 2016). Velika mogućnosti migracije (odrasla sovica za vrijeme ljetnih mjeseci preleti i do 2 000 km), izrazita polifagnost i pojava više generacija godišnje omogućuju ovom štetniku brzo širenje i udomaćenje na novim prostorima (Jeger i sur. 2018).

Sagar i sur. (2020) navode kako je jesenska sovica iz Amerike u Afriku unesena zrakoplovom i putem teretnih kontejnera. Štetnik je prvi puta zabilježen u zapadnoj Africi početkom 2016. godine (EPPO 2017). Značajne štete na usjevima kukuruza zabilježene su odmah po unosu štetnika, a tijekom idućih dviju godina zbog svoje sposobnosti leta na velike udaljenosti sovica se proširila po cijelom subsaharskom području Afrike (EPPO 2021). Nakon što se proširila po afričkom kontinentu, 2018. godine zabilježena je i u Aziji. U svibnju iste godine jesenska sovica pronađena je u Indiji na usjevima kukuruza, sirka i prosa (EPPO 2018). Tijekom 2018. i 2019. godine sovica je prvi puta uočena u Kini, Myanmaru, Tajlandu, Bangladešu i Šri Lanci, a zabilježene su i prve značajne štete na usjevima kukuruza (EPPO 2019). Prema posljednjim podacima Europske i mediteranske organizacije za zaštitu bilja, štetnik se proširio po afričkom i azijskom kontinentu te u Australiju i Oceaniju (EPPO 2021). U lipnju 2019. godine štetnik je prvi puta zabilježen u Egiptu, a zatim u rujnu 2020. godine na poljima kukuruza u Jordanu, gdje do sada nisu prijavljene značajne štete (FAO i PPD 2020; EPPO 2020). Prisutnost jesenske sovica u Egiptu i Jordanu najbliže je Europi dosada.

Da bi jesenska sovica mogla proći cijeli životni ciklus, potrebne su temperature iznad temperaturnog praga od 10,9 °C i suma efektivnih dnevnih temperatura od 559 °C (Jeger i sur. 2018). Optimalna temperatura za razvoj gusjenica je 28 °C (Assefa i Ayalew 2019). Optimalni raspon temperatura za razvoj jaja, gusjenice i imaga iznosi 26-30 °C, dok je minimalni temperaturni prag za razvoj jaja 13,01 °C te za gusjenice i kukuljice on iznosi 12,12 °C, odnosno 13,06 °C (Du Plessis i sur. 2020). Baloch i sur. (2020) navode da kada je mjesečna količina oborina iznad 100 mm, dolazi do smanjene pojave štetnika. Kako se odrasle gusjenice jesenske sovica nalaze u pazušcima listova biljaka domaćina, tijekom većih količina oborina one se „utope“.

Prema EPPO (2017) jesenska sovica nalazi se na A1 listi karantenskih štetnika za Europu, što znači da štetnik nije prisutan na području EPPO zone. Direktivom Vijeća 200/29/EC jesenska sovica regulirana je kao karantenski štetnik čije je unošenje i širenje zabranjeno na prostoru Europske unije. U slučaju udomaćenja jesenske sovica na južnom području Europske unije procjenjuje se kako bi mogla prouzročiti velike štete i gubitke prinosa na usjevima kukuruza, riže i prvenstveno sirka (Kinklar i sur. 2020). Usljed klimatskih promjena i ekoloških zahtjeva jesenske sovica, opravdana je sumnja da bi se ovaj štetnik mogao udomaćiti u Europi (Jeger i sur. 2017), ali i u Hrvatskoj. Cilj ovog rada bio je analizirati dostupne podatke o ekološkim zahtjevima jesenske sovica (temperatura i vlaga) te ih usporediti s klimatskim uvjetima na području srednje Dalmacije (Zadar) i procijeniti mogućnost aklimatizacije.

Materijali i metode – *Material and Methods*

Zadar se nalazi na 44°07' sjeverne zemljopisne širine i 15°13' istočne zemljopisne dužine. Nalazi se na istočnoj obali Jadranskog mora, u području sjeverne Dalmacije. Područje grada Zadra reljefno pripada mladom dinarskom sustavu gorja i predgorskih prostora koji se pruža u pravcu sjeverozapad-jugoistok. Cjelokupno područje Grada Zadra pripada sredozemnoj klimi sa suhim i vrućim ljetima te vlažnim i blagim zimama (Miletić, 2018).

Za izradu procjene aklimatizacije jesenske sovica za Republiku Hrvatsku (klimatska postaja Zadar) prikupljeni su podaci o ukupnim mjesečnim količinama oborina i srednjim dnevnim temperaturama zraka u razdoblju od 1.1.2010. godine do 31.12.2020 godine. Tražene podatke za područje Zadra dostavio nam je Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ).

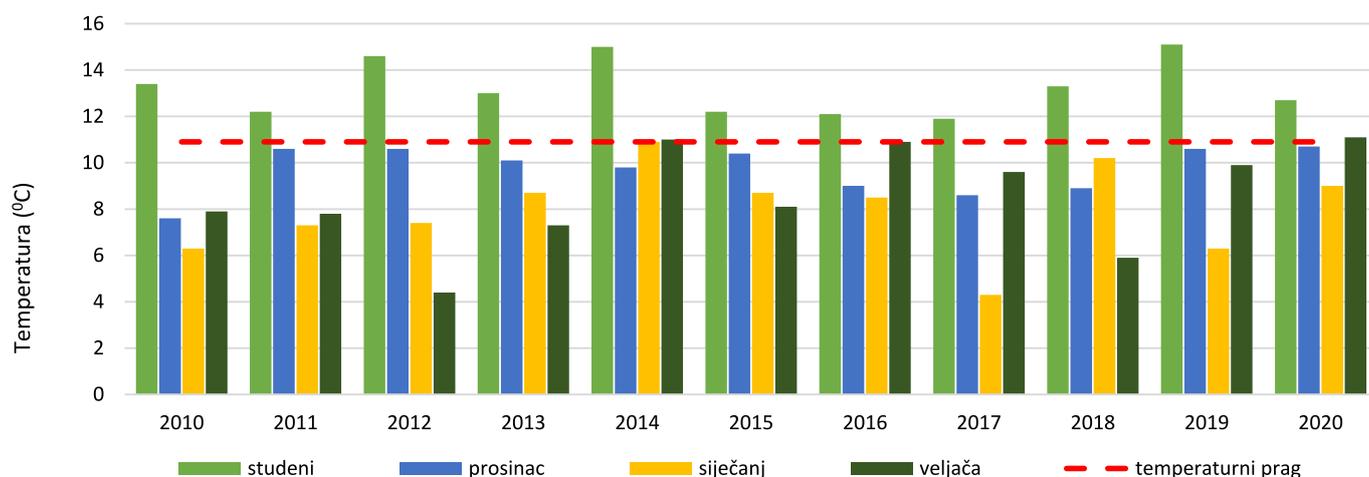
Podatke za procjenu aklimatizacije jesenske sovica analizirali smo u programu za tablično računanje Microsoft Excel. Izračun efektivnih prosječnih srednjih mjesečnih temperatura zraka u zimskim mjesecima (od studenog do veljače) i u proljetnim i ljetnim mjesecima (od travnja do kolovoza) bio je temelj za procjenu mogućnosti prezimljenja i razvoja štetnika na području Zadra u razdoblju od 2010. do 2020. godine. Glavni kriteriji pomoću kojih smo odredili postoji li mogućnost aklimatizacije jesenske sovica bili su termalni prag od 10,9 °C, suma efektivnih dnevnih temperatura iznad 559 °C i prosječna mjesečna količina oborina ispod 100 mm. Za izračun efektivnih prosječnih srednjih mjesečnih temperatura korištene su srednje dnevne temperature zraka umanjene za termalni prag.

Za izračun mogućeg broja generacija jesenske sovica na području Zadra zbrojene su srednje efektivne dnevne temperature zraka (iznad termalnog praga) u razdoblju od 1.1. do 31.12. za svaku godinu do sume efektivnih temperatura od 559 °C koja je potrebna za razvoj jedne generacije.

Od svih 12 mjeseci od 2010. godine do 2020. godine za mjesečnu količinu oborina izdvojili smo mjeseci travanj, svibanj, lipanj, srpanj, kolovoz, kao period vegetacije kukuruza ujedno i najvjerojatnijeg domaćina jesenske sovica u Hrvatskoj.

Rezultati i rasprava - *Results and discussion*

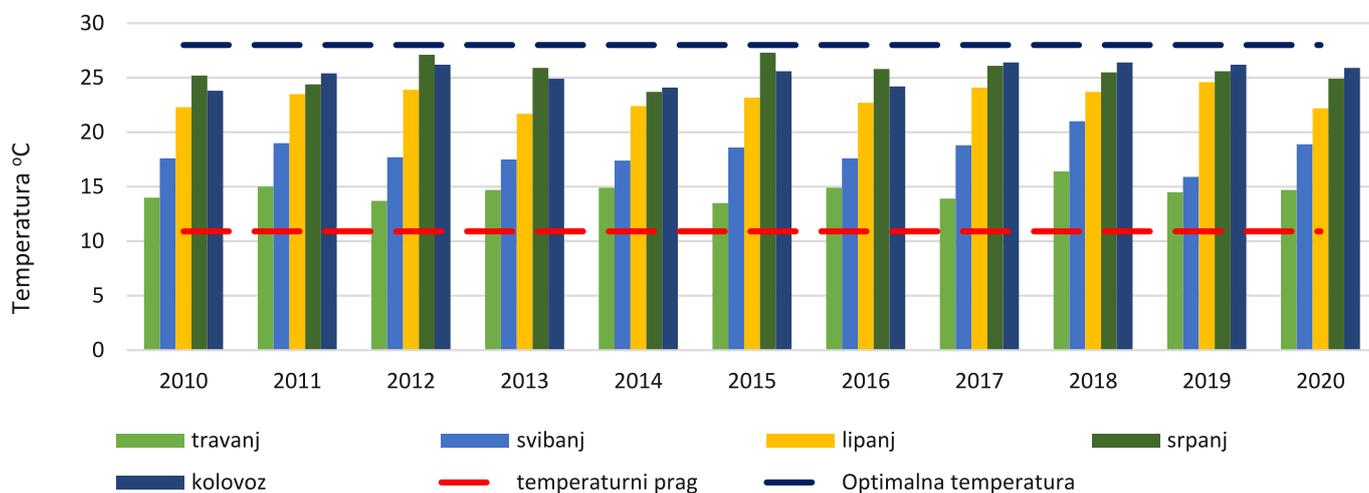
Slikom 1. prikazani su zimski mjeseci tijekom kojih temperatura pada ispod termalnog praga te razvoj i prezimljenje štetnika nije moguće.



Slika 1. Prosječna srednja temperatura zraka u studenom, prosincu, siječnju i veljači u razdoblju od 2010. do 2020. godine na meteorološkoj postaji Zadar.

Figure 1. Average monthly air temperature in November, December, January and February in the period from 2010 to 2020 at the meteorological station Zadar

Na slici 2. na osnovi srednjih dnevnih temperatura zraka u posljednjih 10 godina prikazani su najpogodniji mjeseci za razvoj štetnika na lokalitetu Zadar. Iz slike je vidljivo da su temperature tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci iznad termalnog praga razvoja. Temperature u ljetnim mjesecima (od lipnja do kolovoza) na području Zadra kreću se u prosjeku između 20 °C i 27 °C što je povoljno za razvoj jesenske sovice.

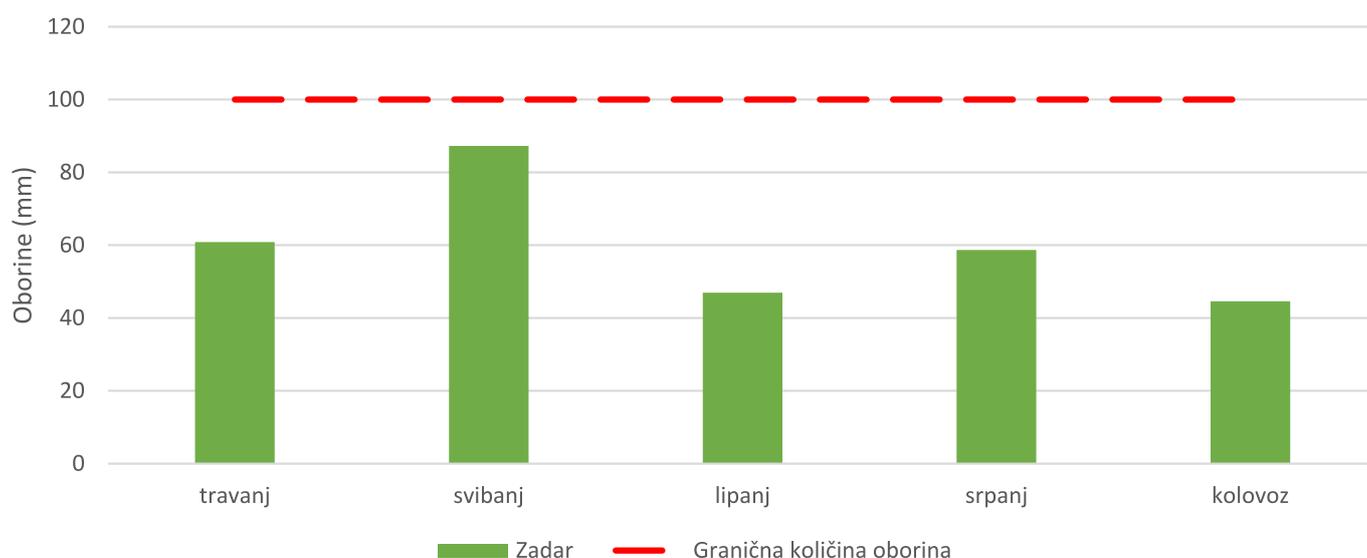


Slika 2. Prosječna srednja mjesečna temperatura zraka u travnju, svibnju, lipnju, srpnju i kolovozu u razdoblju od 2010. do 2020. godine na meteorološkoj postaji Zadar

Figure 2. Average monthly air temperature in April, May, June, July and August in the period from 2010 to 2020 at the meteorological station Zadar

Nakon provedene analize podataka, utvrđeno je da jesenska soвица može preživjeti i razvijati se na području Zadra, međutim ne postoje odgovarajući uvjeti za njezino prezimljenje i razvoj tijekom zimskih mjeseci.

Analizom mjesečne količine oborina u razdoblju od 2010. do 2020. godine za mjesec travanj, svibanj, lipanj, srpanj i kolovoz utvrđeno je da je količina oborina prikladna za razvoj jesenske sovice (slika 3.).



Slika 3. Ukupna prosječna količina oborina tijekom travanja, svibnja, lipnja, srpnja i kolovoza na meteorološkoj postaji Zadar u razdoblju od 2010. do 2020. godine.

Figure 3. Average total precipitation in the months of April, May, June, July, August at meteorological station Zadar in the period from 2010 to 2020

U slučaju aklimatizacije jesenske sovice važno je znati koliko bi generacija mogla razviti na određenom području. Tablicom 1. prikazani su teoretski datumi pojave jesenske sovice na lokalitetu Zadar. Za izračun je uzet prosjek tijekom posljednjih 10 godina na temelju sume efektivnih temperatura.

Tablica 1. Teoretski datumi pojave jesenske sovice na lokalitetu Zadar.

Table 1. Theoretical dates of the appearance of fall armyworm at the site Zadar

	Očekivana pojava štetnika
1. generacija	12.4. – 2.5.
2. generacija	16.5. – 1.6.
3. generacija	14.6. – 26.6.
4. generacija	7.7. – 18.7
5. generacija	30.7. – 11.8.
6. generacija	21.8. – 5.9.
7. generacija	14.9. – 4.10.

Analizom podataka utvrđeno je da optimalna temperatura za razvoj jesenske sovice, 28 °C, nije zabilježena (slika 2.). Wang i sur. (2020) navode da se temperature koje su povoljne za razvoj i razmnožavanje jesenske sovice kreću od 20 °C do 32 °C. Prema provedenoj analizi podataka utvrđeno je da su temperature u ljetnim mjesecima na području postaje Zadar (slika 2.) povoljne za razvoj štetnika, a kreću se od 20 °C do 27 °C. S obzirom na to da Zadar geografski pripada sredozemnoj klimi sa suhim i vrućim ljetima te vlažnim i blagim zimama, za očekivati je da je ovo područje koje bi odgovaralo jesenskoj sovici. Ipak, temperature u zimskim mjesecima preniske su da bi štetnik mogao prezimiti i nastaviti svoj razvoj (slika 1). Štetnik ne podnosi tempera-

ture ispod 10 °C dva ili više dana (Assefa i Ayalew 2019), a na temperaturama ispod 0 °C odmah dolazi do uginuća (CABI 2020). Osim temperature, važno je i prisustvo biljke domaćina kojeg štetnik preferira, a to je kukuruz. Na području Zadarske županije, koje je prema temperaturama povoljno za razvoj štetnika, pod kukuruzom je oko 400 ha (Statistički ljetopis, 2018), što nije puno u odnosu na Istočnu i Središnju Hrvatsku, ali je dovoljno za preživljavanje štetnika i moguće širenje dalje prema sjeveru. U slučaju udomaćenja jesenske sovica štete na kukuruzu, ali i drugim kulturama, mogle bi biti velike jer štetnik u područjima gdje je prisutan razvija više generacija koje se preklapaju (Wang i sur. 2020).

Pod pretpostavkom da je štetnik prisutan na području Zadra i na temelju izračuna sume efektivnih temperatura, dobili smo da jesenska sovica teoretski može razviti do sedam generacija. Razvoj prve generacije očekuje se između 12.4. i 2.5. Međutim, zbog nemogućnosti prezimljenja, a sposobnosti leta na velike udaljenosti pretpostavka je da bi štetnik mogao doletjeti iz područja gdje je trenutno prisutan najbliže Europi (Egipat, Jordan) na područje Zadarske županije (Jeger, 2017). U tom slučaju teško je prognozirati koliko bi generacija štetnik mogao razviti jer migracije mogu varirati iz godine u godinu te ovisе o više faktora. Jeger i sur. (2017) procijenili su da bi jesenska sovica u slučaju sezonskih migracija na području Mediterana mogla razviti 3 do 4 generacije.

Aklimatizacija podrazumijeva prilagodbu nekog organizma podneblju i geografskom području. U ovom radu utvrđeno je da aklimatizacija jesenske sovica na području Zadarske županije trenutno nije moguća, ali da zbog povoljnih klimatskih uvjeta u ljetnim mjesecima i dostupnosti biljke domaćina ipak postoji opasnost od sezonskih migracija.

Zaključak - Conclusion

Jesenska sovica polifagan je štetnik, u povoljnim uvjetima ima visoki biološki potencijal te veliku sposobnost preživljavanja. S obzirom na pojavu štetnika u sjevernoj Africi i zapadnoj Aziji, predstavlja ozbiljnu prijetnju proširenja na europski kontinent, a time i prijetnju proizvodnji kukuruza u Europi. Prognoza aklimatizacije jesenske sovica u Hrvatskoj vrlo je važna.

Važna stavka u procjeni aklimatizacije štetnika su i sveprisutne klimatske promjene kojima svjedočimo, a koje dokazano utječu na promjenu areala rasprostranjenja štetnika. Porastom temperature i smanjenjem količine oborina istraživani lokaliteti postat će još prikladniji za preživljavanje jesenske sovica uz moguće prezimljenje (Zadar) i povećanje broja generacija tijekom godine. Procjena mogućnosti aklimatizacije obavlja se da bi se u slučaju udomaćenja štetnika mogli predvidjeti lokaliteti i razdoblje aktivnosti te potencijalna štetnost. Od iznimne je važnosti nastaviti kontinuirane kontrole kako bi se spriječio slučajni unos ovog štetnika u Europu. Također, važno je upoznati i educirati poljoprivrednike o jesenskoj sovici kako bi ju mogli na vrijeme prepoznati i djelovati u trenutku njezine pojave u usjevima.

Literatura - References

- Assefa, F., Ayalew, D. 2019. Status and control measures of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) infestations in maize fields in Ethiopia: A review. *Cogent Food and Agriculture*. 5: 1641902.
- Baloch, M.N., Fan, J., Haseeb, M., Zhang, R. 2020. Mapping Potential Distribution of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Central Asia. *Insects*. 11 (3): 172.
- DIREKTIVA VIJEĆA 2000/29/EC od 8. svibnja 2000. o zaštitnim mjerama protiv unošenja u Zajednicu organizama štetnih za bilje ili biljne proizvode i protiv njihovog širenja unutar Zajednice. Službeni list Europske unije 169. 10/07/2000 P. 0001 – 0112
- DRŽAVNI ZAVOD ZA STATISTIKU. 2018. Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2018. Zagreb: Državni zavod za statistiku. https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2018/sljh2018.pdf (pristupljeno: 30. kolovoza 2021.)
- Du Plessis, H., Schlemmer, M.L., Van Den Berg, J. 2020. The Effect of Temperature on the Development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Insects*. 11: 228.
- EPPO. 2017. EPPO Global Database. EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization. *Spodoptera frugiperda* continues to spread in Africa. EPPO Reporting Service no. 02 - 2017. <https://gd.eppo.int/reporting/article-6003> (pristupljeno: 22. travnja 2021.)
- EPPO. 2018. EPPO Global Database. EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization. First report of *Spodoptera frugiperda* in India. EPPO Reporting Service no. 08 - 2018. <https://gd.eppo.int/reporting/article-6348> (pristupljeno: 22. travnja 2021.)
- EPPO. 2019. EPPO Global Database. EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization. *Spodoptera frugiperda* continues to spread in Asia. EPPO Reporting Service no. 03 - 2019. <https://gd.eppo.int/reporting/article-6483> (pristupljeno: 22. travnja 2021.)
- EPPO. 2020. EPPO Global Database. EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization. First report of *Spodoptera frugiperda* in Australia. EPPO Reporting Service no. 02 - 2020. <https://gd.eppo.int/reporting/article-6709> (pristupljeno: 22. travnja 2021.)
- EPPO. 2021. EPPO Global Database. EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization. <https://gd.eppo.int> (pristupljeno: 15. lipnja 2021.)
- FAO i CABI. 2019. Community Based Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) Monitoring, Early Warning and Management. Training of Trainer Manual (First Edition).
- FAO i PPD. 2020. Manual on Integrated fall armyworm management. Yangon, FAO.
- IITA. 2016. IITA Headquarters. IITA - The International Institute of Tropical Agriculture. First report of outbreaks of the "Fall Armyworm" on the African continent. IITA Bulletin, No. 2330. <http://bulletin.iita.org/index.php/2016/06/18/first-report-of-outbreaks-of-the-fall-armyworm-on-the-african-continent/> (pristupljeno: 23. travnja 2021.)
- Jeger, M., Bragard, C., Caffier, D., Candresse, T., Chatzivassiliou, E., Dehnen-Schmutz, K., Gilioli, G., Gregoire, J.C., Jaques Miret, J.A., Navarro, M.N., Niere, B., Parnell, S., Potting, R., Rafoss, T., Rossi, V., Urek, G., Van Bruggen, A., Van Der Werf, W., West, J., Winter, S., Gardi, C., Aukhojee, M., Macleod, A. 2017. Pest categorisation of *Spodoptera frugiperda*. *EFSA Journal*. 15 (7): 4927.
- Jeger, M., Bragard, C., Caffier, D., Candresse, T., Chatzivassiliou, E., Dehnen-Schmutz, K., Gilioli, I.G., Gregoire, J.C., Jaques Miret, J.A., Navarro, M.N., Niere, B., Parnell, S., Potting, R., Rafoss, T., Rossi, V., Urek, G., Van Bruggen, A., Van Der Werf, W., West, J., Winter, S., Day, R., Early, R., Hruska, A., Nagoshi, R., Gardi, C., Mosbach-Schultz, O., Macleod, A. 2018. Scientific Opinion on the pest risk assessment of *Spodoptera frugiperda* for the European Union. *EFSA Journal*. 16 (8): 5351.
- Kinklar, M., Delbianco, M., Vos, S. 2020. Pest survey card on *Spodoptera frugiperda*. *EFSA Journal*. *EFSA Supporting Publications*. 17 (7): 1895E.
- Miletić, J. 2018. Razvojne mogućnosti zadarskog turizma u Zadarskoj županiji s posebnim osvrtom na Ninsko blato. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zadru.
- Sagar, G.C., Aastha, B.I., Laxman, K. 2020. An introduction of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) with management strategies: a review paper. *Nippon Journal of Environmental Science*. 1 (4): 1010.
- Wang, R., Jiang, C., Guo, X., Chen, D., You, C., Zhang, Y., Wang, M., Li, Q. 2020. Potential distribution of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) in China and the major factors influencing distribution. *Global Ecology and Conservation*. 21: e00865.

Prirodni inokulum entomopatogenih gljiva u prezimljavajućoj populaciji hrastove mrežaste stjenice *Corythucha arcuata* (Heteroptera, Tingidae)

Natural inoculum of entomopathogenic fungi in the overwintering population of oak lace bug *Corythucha arcuata* (Heteroptera, Tingidae)

Marta Kovač*

Hrvatski šumarski institut, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko
* Corresponding author E-mail address: martam@sumins.hr (M. Kovač)

Sažetak

Prirodni neprijatelji invazivne hrastove mrežaste stjenice, *Corythucha arcuata* (Heteroptera, Tingidae) do sada su slabo istraživani, no otkriće entomopatogenih gljiva kao uzročnika uginuća odraslih jedinki nađenih na području spačvanskog bazena produbilo je potrebu za provedbom entomopatoloških istraživanja. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi brojnost hrastove mrežaste stjenice, prirodni mortalitet i prirodni inokulum entomopatogenih gljiva, odnosno njihovu prisutnost u populaciji računajući prosječan broj prezimljavajućih, mrtvih i zaraženih jedinki u 1 m² mahovine na odabranim lokalitetima spačvanskog bazena. Istraživanje je provedeno u ožujku 2021. godine, a podaci su uspoređivani s onima iz ožujka 2019. godine. Rezultati su pokazali da na tim lokalitetima postoji određeni pad gustoće populacije ovog štetnika, a prezimljavajuću generaciju bilježi vrlo visoki mortalitet od 64%. Također, utvrđeno je povećanje prirodnog inokuluma entomopatogenih gljiva s 13% na 19% populacije, a u ukupnom udjelu zaraženih jedinki njih čak 75% bilo je zaraženo gljivama roda *Beauveria*. Navedeno povećanje prirodnog inokuluma ukazuje na redukcijski potencijal entomopatogenih gljiva i ulogu koji ti organizmi imaju u prirodnoj regulaciji populacija hrastove mrežaste stjenice, a koja bi s vremenom mogla biti sve važnija.

Ključne riječi: hrast lužnjak, spačvanski bazen, invazivni štetnik, entomopatologija

Abstract

The natural enemies of invasive oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Heteroptera, Tingidae) have so far been poorly studied, but the discovery of entomopathogenic fungi as the cause of death of adult individuals found in the Spačva basin has deepened the need for entomopathological research. The aim of this study was to determine the oak lace bug population abundance, natural mortality and natural inoculum of entomopathogenic fungi, i.e. their presence in the oak lace bug population, by counting the average number of overwintering, dead and infected individuals in 1 m² of moss at selected sites of the Spačva basin. The data were compared with those from March 2019, and the results showed that in these localities there is a certain decrease in the population density of this pest, and the overwintering generation has a very high mortality of 64%. Also, there was an increase of the natural inoculum of entomopathogenic fungi from 13% to 19% of the population, and in the total share of infected

individuals 75% of them were infected with *Beauveria* fungi. This increase of natural inoculum indicates the reduction potential of entomopathogenic fungi and the role that these organisms play in the natural regulation of oak lace bug populations that could become increasingly important over time.

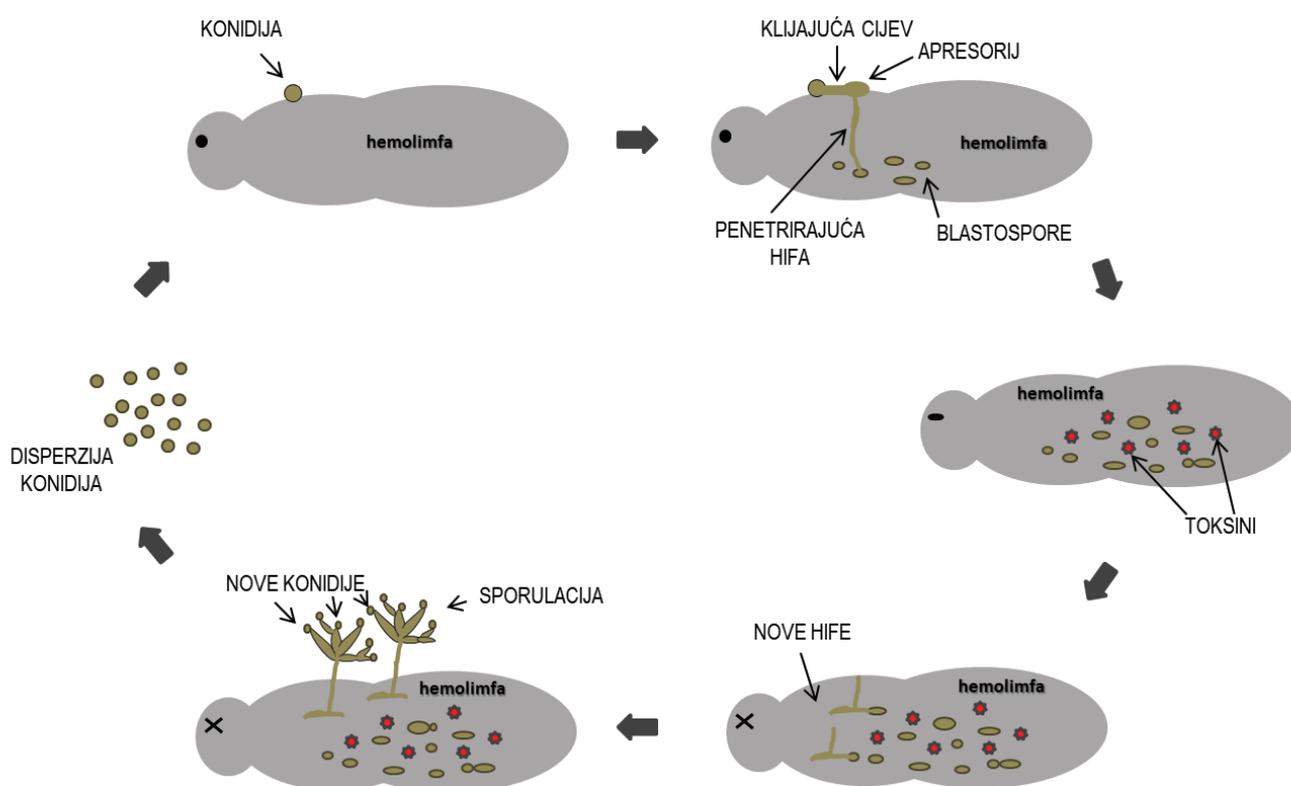
Keywords: Pedunculate oak, Spačva basin, invasive pest, entomopathology

Uvod – Introduction

Entomopatogene gljive skupina su filogenetski raznolikih eukariotskih heterotrofnih mikroorganizama koji su uzročnici bolesti na kukcima, a mogu imati važnu ulogu u njihovoj populacijskoj dinamici u prirodnim ekosustavima (Samson i sur. 1988; Wraight i sur. 2007). Od procijenjenih 1.5 – 5.1 milijuna i opisanih otprilike 100 000 vrsta pripadnika carstva gljiva (Fungi), njih oko 750 – 1000 pripada entomopatogenim gljivama smještenima u preko 100 rodova (Roberts i Humber 1981; McCoy i sur. 1988; St. Leger i Wang 2010). Prema dosadašnjim istraživanjima otprilike 80% bolesti koje se javljaju kod kukaca za uzročnika imaju patogene gljive. Gotovo na svakoj vrsti kukaca dolazi neka vrsta entomopatogenih gljiva, od kojih neke osim oboljenja mogu dovesti i do smrti domaćina (Batista 1989). To svojstvo nastoji se iskoristiti u suzbijanju i regulaciji populacija štetnih organizama, odnosno biološkoj kontroli. Od 1960-ih brojni proizvodi na bazi entomopatogenih gljiva formulirani su, proizvedeni i uspješno korišteni te uporaba entomopatogenih gljiva u biološkoj kontroli (ponajviše poljoprivrednih štetnika) dobiva sve veću važnost (Faria i Wraight 2007; Mascarin i Jaronski 2016).

Za razliku od drugih patogenih mikroorganizama na kukcima kao što su bakterije, virusi i mikrosporidije, koji u domaćina ulaze i vrše zarazu preko probavnog trakta, entomopatogene gljive to uglavnom čine direktnim prodiranjem kroz kutikulu (Evans i Hywel-Jones 1997). Nakon prijanjanja na površinu tijela kukca u povoljnim uvjetima spore (konidije) kliju (formiraju penetrirajuće strukture, tzv. klijujuće cijevi i apresorije) te kombinacijom enzimske aktivnosti i mehaničkog pritiska ulaze u unutrašnjost kukca (Ortiz-Urquiza i Keyhani 2013). Iz apresorija izlaze penetrirajuće hife koje svojim rastom dolaze do hemocela gdje kliju u nove vegetativne jednostanične strukture zvane blastospore, koje koloniziraju unutrašnje tkivo i uzimaju hranjive tvari za svoj brzi rast i reprodukciju (Humber 2008). Inkubacijski period ovisi o domaćinu i njegovu razvojnom stadiju, soju gljive i njegovoj virulentnosti te temperaturi. Ubrzo nakon smrti hife izlaze iz kukca i u povoljnim okolišnim (prvenstveno vlažnim) uvjetima produciraju spore (zračne konidije) koje se dalje prenose vjetrom, kišom i drugim abiotičkim i biotičkim faktorima (slika 1.).

Hrastova mrežasta stjenica, *Corythucha arcuata* (Heteroptera, Tingidae) značajni je štetnik na hrastu lužnjaku (*Quercus robur* L.) te se nakon svog pridolaska u područje Europe vrlo brzo proširila u velik broj zemalja uzrokujući preuranjeno naglašeno žućenje i klorotičnost listova, koja nastaje sisanjem biljnih sokova. Prirodni neprijatelji ovog invazivnog organizma do sada su bili slabo istraživani, no otkriće entomopatogenih gljiva kao uzročnika uginuća odraslih jedinki pronađenih u mahovini na području spačvanskog bazena (Kovač i sur. 2020) produbilo je potrebu za provedbom takvih istraživanja. S obzirom na to da entomopatogene gljive mogu biti važan faktor u regulaciji brojnosti nekog štetnog kukca te su sposobne izazvati veći mortalitet i čak slom cijele populacije prenamnoženog štetnika (prikazano u primjerice Aoki 1974; Fuxa i Tanada 1987; Hicks i Watt 2000; Matek i Pernek 2018), njihov značaj nije zanemariv.



Slika 1. Proces infekcije entomopatogenim gljivama, razvoj bolesti, smrt kukca i redisperzija konidija

Figure 1. The process of infection with entomopathogenic fungi, disease development, insect death and redispersion of conidia

U istraživanju Kovač i sur. (2021) od 65% pronađenih mrtvih prezimljavajućih jedinki u mahovini na njih 19% utvrđena je zaraza entomopatogenim gljivama nakon čega su morfološke analize pokazale da od toga čak 70% pripada vrsti *Beauveria pseudobassiana* Rehner et Humber (Hypocreales: Cordycipitaceae). Navedeno je pokazalo da u mahovini postoji prirodni inokulum ovih gljiva te da one igraju ulogu u prirodnoj redukciji populacije ovog štetnika. Stoga, cilj je ovog istraživanja bio utvrditi brojnost prezimljavajućih imaga hrastove mrežaste stjenice u mahovini te utvrditi njihov prirodni mortalitet i prirodni inokulum entomopatogenih gljiva, tj. njihovu prisutnost kao prirodnih neprijatelja u prezimljavajućoj generaciji, a dobivene rezultate usporediti s podacima iz 2019. godine kako bi se nastavila pratiti dinamika populacije ovog štetnika.

Materijali i metode – *Materials and Methods*

Uzorci mahovine sakupljeni su u ožujku 2021. godine na trima lokalitetima na području spačvanskog bazena, koji su već istraživani u istom mjesecu 2019. godine kod Kovač i sur. (2021) (lokacija 3, 4 i 5) i korištenjem iste metodologije (u ožujku 2020. godine istraživanje nije provedeno zbog tadašnje situacije ograničenih uvjeta kretanja i rada uzrokovanih proglašenjem pandemije). Podaci o istraživanim lokacijama prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Podaci o istraživanim lokacijama**Table 1.** Data on study localities

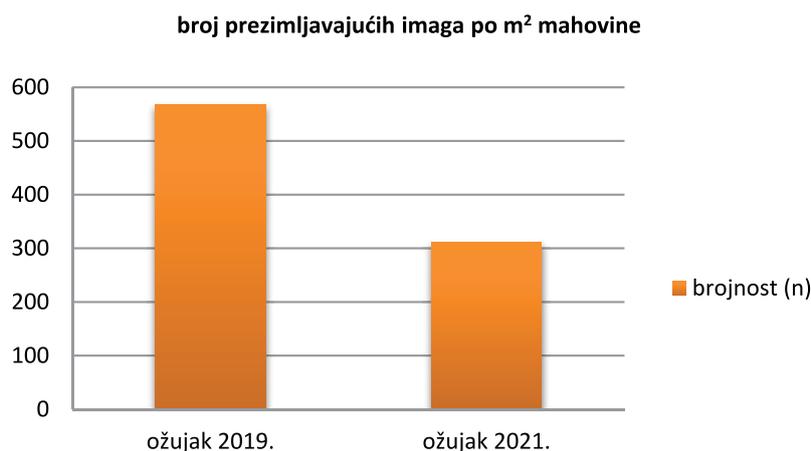
	LOKACIJA 1	LOKACIJA 2	LOKACIJA 3
koordinate	45°08'45.7"N 18°48'16.6"E (Privlaka)	44°59'41.1"N 18°48'33.6"E (Posavski Podgajci)	45°02'22.5"N 18°53'16.4"E (Vrbanja)
opis	Šumarija Otok GJ Otočke šume Odjel 14c	Šumarija Gunja GJ Desičevo Odjel 12d	Šumarija Vrbanja GJ Vrbanjske šume Odjel 71b

Kao i u prethodnom istraživanju na svakoj lokaciji sakupljeno je po 1 m² mahovine s deset stabala po lokaciji, a uzorci su odneseni u Laboratorij za fitopatološka istraživanja Hrvatskog šumarskog instituta na daljnju analizu. Iz svakog komadića mahovine prezimljavajuće jedinke hrastove mrežaste stjenice pažljivo su odvajane i prebrojavane te razvrstavane u tri kategorije: žive, mrtve i zaražene (slika 2.). Također, mrtve jedinke (jedinke koje i nakon stavljanja u optimalne uvjete temperature nisu pokazivale znakove života) pohranjivane su u laboratorijske uvjete inducirane vlage radi potencijalnog razvoja entomopatogenih gljiva i njihove analize, odnosno radi ispitivanja uzročnika uginuća jedinki. Kroz dva tjedna sve su jedinke mikroskopski pregledane, a na kraju se računao prosječan broj prezimljavajućih i zaraženih jedinki u 1 m² mahovine računajući sve tri lokacije te su se podaci uspoređivali s onima iz ožujka 2019. godine (Kovač i sur. 2021).

**Slika 2.** Uzorkovana mahovina s podnožja stabla; brojanje i analiza prezimljavajućih stjenica u laboratoriju**Figure 2.** Sampled moss from the tree base; counting and analysis of overwintering oak lace bug in the laboratory

Rezultati i rasprava – Results and Discussion

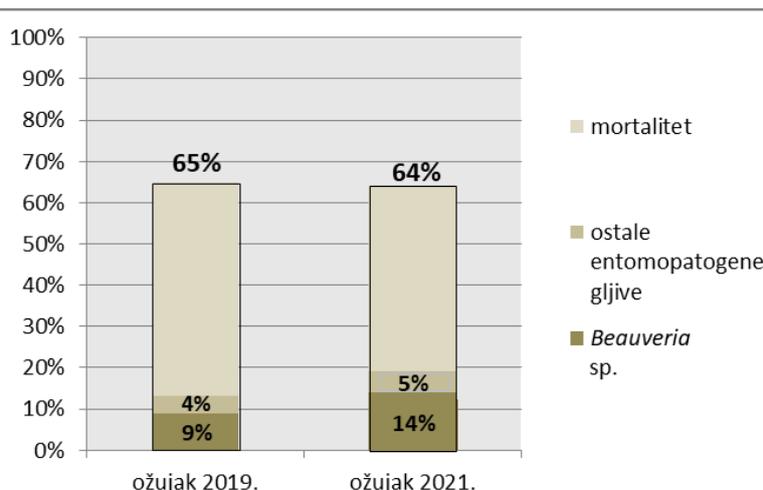
U usporedbi s podacima o brojnosti prezimljavajuće populacije u spačvanskom bazenu iz Kovač i sur. (2021) uočava se smanjenje broja prezimljavajućih imaga po m² mahovine u prosjeku na trima ispitivanim lokalitetima (slika 3.), što može biti dobar pokazatelj prirodnog opadanja populacije ovog štetnika, no tek s gušćom mrežom uzorkovanja, odnosno većim brojem uzoraka na više lokaliteta navedeno bi se moglo tvrditi.



Slika 3. Grafički prikaz razlike u prosječnoj brojnosti imaga prezimljavajuće generacije hrastove mrežaste stjenice 2019. i 2021. godine na ispitivanim lokalitetima u Spačvi

Figure 3. Difference in the average number of adults of the overwintering generation of oak lace bug in 2019 and 2021 at the study localities in Spačva

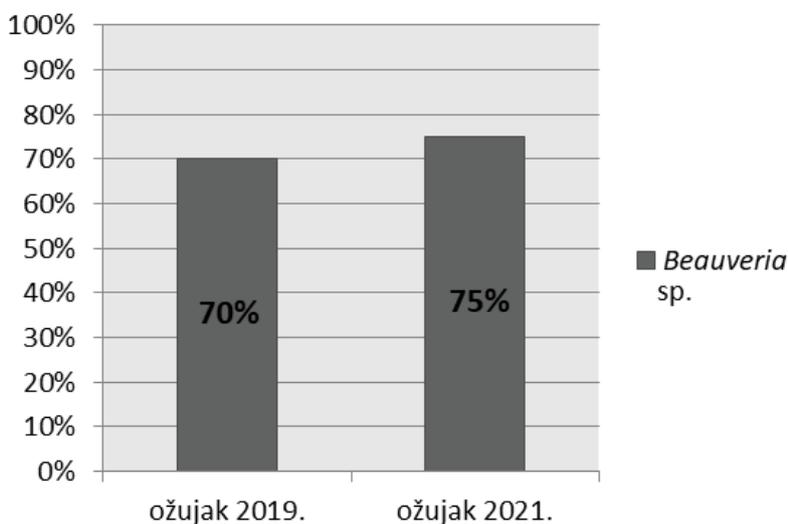
Kao što su pokazali i rezultati istraživanja u Kovač i sur. (2021), prezimljavajuća generacija ima vrlo visoki mortalitet, koji je 2019. godine iznosio u prosjeku 65% na trima ispitivanim lokalitetima u spačvanskom bazenu, dok je u 2021. godini iznosio u prosjeku 64% na istim ispitivanim lokalitetima. Udio zaraze entomopatogenim gljivama u ovom istraživanju iznosio je 19%, od čega je udio *Beauveria* sp. gljiva bio 14%, dok je udio ostalih (još uvijek neidentificiranih) gljiva iznosio 5%. Usporedbom s rezultatima iz 2019. godine (Kovač i sur. 2021) gdje je udio zaraze entomopatogenim gljivama iznosio 13%, od čega je udio *Beauveria* sp. gljiva bio 9%, a udio ostalih gljiva 4%, uočava se porast broja zaraženih jedinki (slika 4.), što ukazuje na povećanje prirodnog inokuluma entomopatogenih gljiva u prezimljavajućoj generaciji od 6%, odnosno 5% za *Beauveria* sp. gljive. Navedeno povećanje prirodnog inokuluma ukazuje na redukcijski potencijal entomopatogenih gljiva i moguću ulogu koju ti organizmi imaju u prirodnoj regulaciji populacija hrastove mrežaste stjenice, a koja bi s vremenom mogla biti sve važnija. Također, rezultati pokazuju da je mortalitet ostao gotovo isti bez obzira na povećanje prirodnog inokuluma, što može značiti da postoji određeni horizontalni, a možda i vertikalni prijenos infekcije unutar populacije, što bi svakako trebalo ispitati u budućim istraživanjima.



Slika 4. Grafički prikaz razlike u prosječnom mortalitetu i zarazi prezimljavajuće generacije hrastove mrežaste stjenice entomopatogenim gljivama u 2019. (Kovač i sur. 2021) i 2021. godini na ispitivanim lokalitetima u Spačvi

Figure 4. Difference in the average mortality and infection of oak lace bug generation with entomopathogenic fungi in 2019 (Kovač et al. 2021) and 2021 at the study localities in Spačva

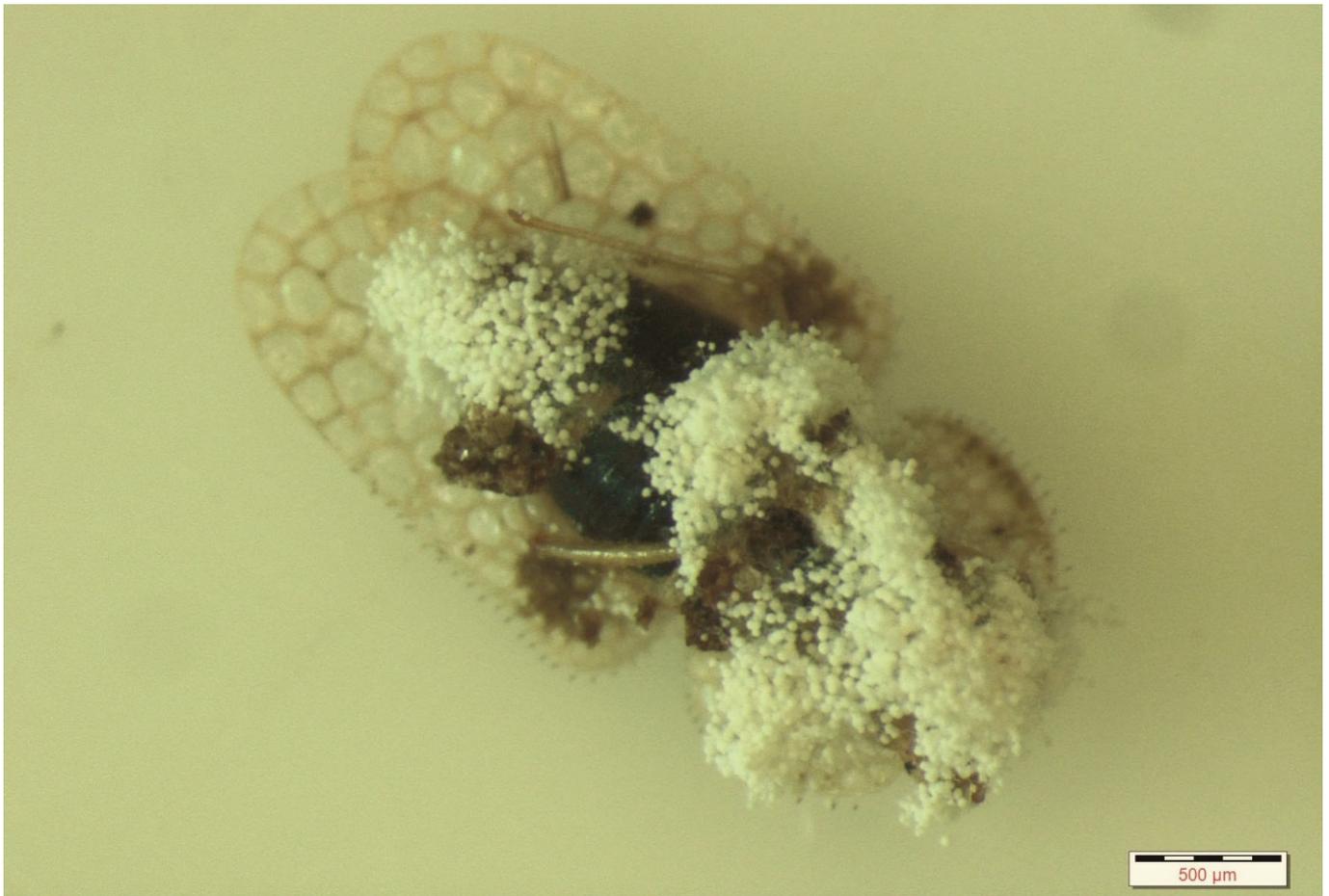
U ukupnom udjelu zaraženih jedinki njih čak 75% bilo je zaraženo *Beauveria* sp. gljivama (slika 5.), što dodatno potvrđuje da upravo ove vrste u najvećem postotku prirodno pridolaze na hrastovoj mrežastoj stjenici.



Slika 5. Udio zaraze *Beauveria* sp. gljivama u ukupnom udjelu zaraženih jedinki prezimljavajuće generacije hrastove mrežaste stjenice 2019. (Kovač i sur. 2021) i 2021. godine na ispitivanim lokalitetima spačvanskog bazena

Figure 5. The share of *Beauveria* sp. infection in the total share of infested adults of the oak lace bug overwintering generation in 2019 (Kovač et al. 2021) and 2021 at the study localities in Spačva

Korištenje sojeva gljiva roda *Beauveria* koji su već prisutni u populaciji hrastove mrežaste stjenice kao prirodni neprijatelji (slika 6.) predstavlja ekološki prihvatljiviju alternativu dosadašnjim metodama suzbijanja ovog invazivnog štetnika, a s obzirom na to da su istraživanja provedena u laboratoriju već pokazala njihovu učinkovitost (Kovač i sur. 2021) buduća istraživanja trebaju biti usmjerena na njihovu proizvodnju i praktičnu primjenu u terenskim tretiranjima.



Slika 6. Imago hrastove mrežaste stjenice zaražen gljivom *Beauveria pseudobassiana*

Figure 6. Oak lace bug adult infested with fungus *Beauveria pseudobassiana*

Općenito, zbog sve većeg postrožavanja mjera uporabe kemijskih sredstava u šumarstvu i sve učestalijeg okretanja biološkim metodama suzbijanja štetnih organizama, otkrivanje novih vrsta i sojeva entomopatogenih gljiva i istraživanje metoda njihove primjene predstavlja velik potencijal za biološku kontrolu različitih ekonomski važnih i/ili invazivnih vrsta šumskih štetnika. Ovakva istraživanja još uvijek nisu dovoljno prepoznata u Hrvatskoj, a entomopatologija predstavlja nedovoljno istraživano područje šumarske entomologije, koje bi u skladu sa svjetskim trendovima trebalo razvijati i uključivati kao komponentu u integriranom sustavu zaštite šuma.

Zahvala – Acknowledgments

Zahvaljujem se tehničarima Hrvatskog šumarskog instituta (Jastrebarsko) Zlatku Hurljini i Nikolini Milanović na pomoći pri sakupljanju i laboratorijskoj obradi uzoraka.

Literatura – References

- Aoki, J. 1974. Mixed infection of the gypsy moth, *Lymantria dispar japonica* Motschulsky (Lepidoptera: Lymantriidae), in a larch forest by *Entomophaga aulicae* (Reich.) Sorok. and *Paecilomyces canadensis* (Vuill.) Brown et Smith. Applied Entomology and Zoology. 9 (3): 185-190.
- Batista, F.A. 1989. Controle biológico e o manejo integrado de pragas. *Biológico*. 55: 36-39.
- Evans, H.C., Hywel-Jones, N.L. 1997. Entomopathogenic fungi. In: *World Crop Pests 7*, Elsevier, pp. 3-27.
- Faria, M.R.D., Wraight, S.P. 2007. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. *Biological Control*. 43: 237-256.
- Fuxa, J.R., Tanada, Y. 1987. *Epizootiology of insect diseases*. Wiley-Interscience, ISBN047187812X, New York.
- Hicks, B.J., Watt, A.D. 2000. Fungal disease and parasitism in *Panolis flammea* during 1998: evidence of change in the diversity and impact of the natural enemies of a forest pest. *Forestry*. 73 (1): 31-36.
- Humber, R.A. 2008. Evolution of entomopathogenicity in fungi. *Journal of Invertebrate Pathology*. 98: 262–266.
- 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.
- Kovač, M., Linde, A., Lacković, N., Bollmann, F., Pernek, M. 2021. Natural infestation of entomopathogenic fungus *Beauveria pseudobassiana* on overwintering *Corythucha arcuata* (Say) (Hemiptera: Tingidae) and its efficacy under laboratory conditions. *Forest Ecology and Management*. 491: 119193.
- Matek, M., Pernek, M. 2018. First Record of *Dendrolimus pini* Outbreak on Aleppo Pine in Croatia and Severe Case of Population Collapse Caused by Entomopathogen *Beauveria bassiana*. *South-east European Forestry*. 9 (2): 91-96.
- Mascarin, G.M., Jaronski, S.T. 2016. The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 32 (11): 177.
- McCoy, C.W., Samson, R.A., Boucias, D.G. 1988. Entomogenous fungi. In: Ignoffo, C., Mandava, N.B. (eds) *CRC Handbook of Natural Pesticides, Vol 5. Microbial Insecticides, Part A: Entomogenous Protozoa and Fungi*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 151–234.
- Ortiz-Urquiza, A., Keyhani, N.O. 2013. Action on the surface: entomopathogenic fungi versus the insect cuticle. *Insects*. 4: 357–374.
- Roberts, D.W., Humber, R.A. 1981. Entomogenous fungi. In: Cole, G.T., Kendrick, B. (eds) *Biology of Conidial Fungi*. Academic Press, New York, pp. 201-236.
- Samson, R., Evans, H., Latgé, J.P. 1988. *Atlas of Entomopathogenic Fungi*, 1st ed. Springer, Berlin/Heidelberg, Germany, p. 187.
- St. Leger, R.J., Wang, C. 2010. Genetic engineering of fungal biocontrol agents to achieve efficacy against insect pests. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 85: 901-907.
- Wraight, S., Inglis, G., Goettel, M. 2007. Fungi. In: Lacey, L., Kaya, H. (eds) *Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology*, 2nd ed. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 223–248.

Štete od bakrenastoga krasnika (Coleoptera, Buprestidae: *Perotis lugubris* fabricius 1777) i mogućnosti suzbijanja entomopatogenom gljivom

Damages caused by the metallic wood-boring beetle (Coleoptera, Buprestidae: *Perotis lugubris* fabricius 1777) and use of entomopathogenic fungi as potential biocontrol agent

Tihomir Validžić^{1*}, Mladen Šimala², Ankica Sarajlić³, Mirela Varga³,
Emilija Raspudić³, Ivana Majić³

¹ Ministarstvo poljoprivrede, Uprava za stručnu podršku razvoju poljoprivrede i ribarstva, Ispostava Bizovac, 31000 Osijek

² Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja, 10000 Zagreb

³ Sveučilište u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, 31000 Osijek

* Corresponding author E-mail address: tihomir.validzic@mps.hr (T. Validžić)

Sažetak

U radu su navedeni lokaliteti prvih nalaza bakrenastoga krasnika *Perotis lugubris* u nasadima šljive, višnje i lijeske na području istočne Slavonije i štete koje uzrokuje. Opisane su osnovne morfološke karakteristike. U laboratorijskom pokusu ispitana je učinkovitost biološkog insekticida na bazi entomopatogene gljive *Beauveria bassiana* protiv odraslih stadija bakrenastoga krasnika. Prema morfološkim značajkama utvrđeno je da bakrenasti krasnik pripada podvrsti *P. lugubris lugubris*, no potrebna su detaljnija morfometrijska istraživanja kako bi se potvrdio ovaj nalaz. Krična brojnost bakrenastoga krasnika nije do sada istražena, no u našem istraživanju četiri imaga po sadnici načinila su 100%-tnu štetu na pupovima mladih sadnica koštičavog voća. Bakrenasti krasnik osjetljiv je na entomopatogenu gljivu *B. bassiana* s obzirom na to da je nakon jednog tretmana kukaca biološkim sredstvom utvrđen mortalitet kod 60% jedinki. Od 5 do 7 dana nakon tretmana na uginulim jedinkama zamijećena je pojava micelija *B. bassiana* što je važno za potencijal horizontalne transmisije gljive na nove domaće kukce.

Ključne riječi: *Perotis lugubris lugubris*, bakrenasti krasnik, krična brojnost, biološki insekticid, *Beauveria bassiana*, učinkovitost

Abstract

The first occurrence of the metallic wood-boring beetle *Perotis lugubris* in the area of Eastern Slavonia, and damages in plum, cherry and hazel plantations are reported by this study. Morphological characteristics and parameters of male genitalia and insect antennae were evaluated to identify the pest. The effectiveness of a commercial biological insecticide based on the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* against the metallic wood-boring beetle adults was investigated under the laboratory condition. According to the insect morphological characteristics, the metallic wood-boring beetle was identified as subspecies *P. lugubris lugubris*, but detailed morphometric

studies are required to confirm this finding. The critical population abundance of the metallic wood-boring beetle has not been investigated so far, but in our study four pest adults per one seedling of stone fruit did 100% damage to the buds. The metallic wood-boring beetle is susceptible to *B. bassiana*, considering that after one treatment with a biological agent, mortality was achieved in 60% of insects. From 5 to 7 days after the treatment, the appearance of *B. bassiana* mycelium on cadavers was noticed which is important for the potential horizontal transmission of the fungus to a new insect hosts.

Keywords: *Perotis lugubris lugubris*, thresholds, biological insecticide, *Beauveria bassiana*, efficacy

Uvod - Introduction

Bakrenasti krasnik (*Perotis (Aurigena) lugubris* Fabricius 1777.) pripada redu tvrdokrilaca (kornjaši - Coleoptera), porodici krasnika (Buprestidae), podporodici Chrysochroinae Laporte, 1835 te plemenu Dicerini Gistel, 1848. Rasprostranjen je u širem arealu istočne i zapadne Europe, srednje i jugoistočne Azije te Balkanskog poluotoka, uključujući i Apeninski poluotok (Gobbi i Platia 1995; Kubán 2006). Rod *Perotis* obuhvaća 15 vrsta. Štetnik je izraziti polifag a napada voćne vrste kao što su badem (*Amygdalus comunitis*), šljiva (*Prunus domestica*), marelica (*P. armeniaca*), trešnja (*P. avium*), višnja (*P. cerasus*), trnina (*P. spinosa*) i pistacija (*Pistacia lentiscus*) te šumske i ukrasne vrste iz rodova *Arbutus* spp. (planika), *Crataegus* spp. (glog), *Quercus* spp. (hrast) i dr. (Izzillo i Sparacio, 2011). Od voćnih vrsta na području srednje Europe najčešće biljke domaćini su trnina (*Prunus spinosa*) i marelica (*P. armeniaca*) (Bílý 2002). Periodični je štetnik koji može napraviti značajne štete, posebno u mladim nasadima voćnih vrsta. Odrasli stadij (imago) pravi štete na nadzemnim organima (kora jednogodišnjih grančica, pupovi i lisne peteljke), dok ličinke prave štete na podzemnim organima (korijen i korijenov vrat). Simptomi napada i štete jednaki su kao kod napada žilogriza (Coleoptera, Buprestidae: *Capnodis tenebrionis* L.).

Ženke polažu jaja višekратно (ukupno oko 400 – 600) na prizemni dio debla u pukotinama u tlu ili na korijen. Ličinka se hrani u korijenu izgrizajući floem. Kod jačeg napada ličinke mogu u potpunosti uništiti biljku domaćina. Nakon dovršetka razvoja (oko jedne godine) ličinka se kukulji u dijelu korijenovog vrata ili na prizemnom dijelu stabla (Konvička i sur., 2005). Kukuljenje započinje tijekom srpnja i kolovoza, a imaga izlijeću sljedeće godine u travnju i svibnju s vrhuncem pojave u lipnju. Imaga žive od 10 do 50 dana (Bílý 2002; Reichart 1953). Nemaju izražen spolni dimorfizam. Ženke su dužine 15 – 25 mm, a mužjaci do 20 mm. Glava i pokrilije izrazito su sjajne bakrenasto-sive boje. Pokrilije je prošarano uzdužnim prugama s blago uzdignutim svjetlijim i tamnijim pjegama. Jaja štetnika bijele su boje, dužine 1 – 1,5 mm i teško su vidljiva na kori ili tlu. Ličinka je crvolika i ima izražene čeljusti crne boje te jako proširen prvi prsni članak. Ličinka živi i hrani se na korijenu i korijenovom vratu koštićavih vrsta, a može narasti u dužinu do 5 cm (Konvička i sur. 2017). Zaštita koštićavog voća od ovog potencijalno značajnog štetnika zahtjevna je i kompleksna, a mjere bi trebale biti usmjerene k preventivi. Mjere suzbijanja trebale bi uključivati mehaničke, agrotehničke, kemijske, a u novije vrijeme i biološke mjere zaštite. Na žalost, ne pronalazimo recentne literaturne podatke o načinima borbe protiv bakrenastoga krasnika pa se sve preporučene mjere zaštite temelje na iskustvima zaštite od žilogriza. Stabla koja pokazuju simptome napada bakrenastoga krasnika potrebno je zajedno s korijenom ukloniti iz nasada, a ličinke uništiti (Kovačević i sur. 1960). Kao preventivne

mjere preporučuje se da se za podizanje nasada koristi certificirani sadni materijal, dok na iskrčenim površinama ne treba saditi koštičave voćne vrste najmanje 3 do 5 godina. Održavanje nasada u dobroj kondiciji vrlo je važna mjera u prevenciji i zaštiti koštičavih voćnih vrsta (Jovanović 2018). Mehaničke mjere odnose se na skupljanje odraslih jedinki u vrijeme njihove ishrane u krošnjama koštičavih voćaka. U mlađim nasadima skupljanje imaga može se obaviti trešnjom stabala jer se prilikom pada na tlo ne kreću, što omogućava lakše skupljanje (Rotim 2013). Oko stabala mogu se postaviti i PVC folije koje se prekriju tlom ili se na njih postavlja tanka žičana, odnosno plastična mreža s okcima promjera do 2 mm. Svrha postavljenih folija, odnosno mreža jest onemogućavanje ženka da odlože jaja u neposrednu blizinu stabla (Rotim 2013). Kao agrotehnička mjera koja utječe na smanjenje štetnika preporučuje se češća plića međuredna obrada tla kao i obrada tla u redu u vrijeme kada ženke odlažu jaja. Kako vlažni uvjeti ne odgovaraju razvoju jaja i ličinki, u nasadima u kojima se provodi navodnjavanje zabilježen je znatno manji napad ovoga štetnika (Jovanović, 2018).

Kemijske mjere zaštite odnose se (kao i kod žilogriza) na suzbijanje odraslih oblika kako bi se ženka onemogućilo polaganje jaja (Tanasijević i Ilić 1969). Novija istraživanja pokazala su da je *Sclerodermus abdominalis* Westwood iz porodice parazitskih osica (Hymenoptera, Bethyridae) prirodni neprijatelj bakrenastoga krasnika. Ličinke ovih osica parazitiraju ličinke i kukuljice više vrsta kukaca iz porodica Cerambycidae, Scolytidae, Anobiidae, Buprestidae i Bostrichidae (Bohamdan i sur. 2019). Entomopatogene nematode učinkovite su u suzbijanju žilogriza (Marannino i sur. 2003), ali i bakrenastoga krasnika uzrokujući mortalitet kod 95,2% ličinki (Mohamedova i Lečeva 2015). Entomopatogene gljive učinkovito su biološko sredstvo za suzbijanje značajnijih štetnika u poljoprivrednoj proizvodnji i šumarstvu (Kovač i sur. 2020; Marannino i sur. 2006; Mascarin i Jaronski 2016; Wraight i sur. 2010).

Optimalna temperatura za rast i klijanje entomopatogenih gljiva je između 20 i 30 °C, a učinkovitost entomopatogenih gljiva ovisi i o vrsti gljive i štetnika (Baverstock i sur., 2009). Učinkovitost entomopatogenih gljiva iz rodova *Beauveria* i *Metarhizium* ispitana je na žilogrizu (*Capnodis* spp.) (Marannino i sur. 2006), no koliko nam je poznato, nema objavljenih studija na bakrenastom krasniku.

Cilj je ovog rada prikazati morfološke značajke bakrenastoga krasnika, opisati nastale štete te ispitati po prvi puta učinkovitost entomopatogene gljive u suzbijanju ovog štetnika.

Materijali i metode – *Materials and Methods*

Krajem travnja i početkom svibnja 2021. godine na trima lokalitetima u istočnoj Hrvatskoj (katastarske općine (k.o.) Strizivojna, Dalj i Jagodnjak) vizualno su pregledani nasadi šljive, lijeske i višnje kako bi se utvrdila pojava i brojnost populacije odraslih stadija bakrenastoga krasnika. Kukci su mehanički prikupljeni u perforirane plastične posude te čuvani u njima do identifikacije. Ličinke bakrenastoga krasnika prikupljene su sa stabala sa simptomima oštećenja od ličinki. Opisane su i štete na nadzemnim dijelovima mladih nasada. Na lokalitetu u k.o. Strizivojna imago je prikupljen u mladom nasadu šljive (sorta Čačanska rodna) starosti dvije godine, s površine od 0,30 ha (45°14'20,14" N; 18°24'52,81" E). U k.o. Jagodnjak prikupljena su imaga i dvije ličinke u nasadu višnje (Oblačinska) starosti 12 godina s površine od 19 hektara (45°41'22,95" N; 18°32'36,07" E). U k.o. Dalj prikupljena su imaga u nasadu lijeske (Tonda di giffoni) starosti od jedne godine s površine od 0,66 hektara (45°30'47,96"

N; 18°59'40,59" E). Nasadi se obrađuju po principima konvencionalne (šljiva i višnja) te ekološke poljoprivredne proizvodnje (lijeska). Na svim trima lokalitetima na udaljenosti 100 – 300 metara nalaze se šumske površine ili veće površine pod šikarom.

Identifikacija imaga obavljena je u laboratoriju Centra za zaštitu bilja - Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu u Zagrebu. Identifikacija je provedena analizom morfoloških značajki kukca pri čemu je korišten ključ za identifikaciju autora Izzillo i Sparacio (2011).

Osjetljivost bakrenastoga krasnika (*P. lugubris*) kao i mogućnost biološkog suzbijanja s entomopatogenom gljivom *Beauveria bassiana* ispitana je na imagu štetnika u centralnom laboratoriju za fitomedicinu Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek. Štetnik je prikupljen u nasadu lijeske (Dalj) tijekom svibnja 2021. godine. Provedena su dva pokusa. U prvom pokusu po 10 jedinki imaga bakrenastoga krasnika postavljeno je u Petri posude na navlažen filter papir u trima ponavljanjima. Štetnici su tretirani komercijalno dostupnim sredstvom Naturalis® (BIOGARD Division, CBC (Europe) S.r.l., Grassobbio, Italy) koji sadrži entomopatogenu gljivu *B. bassiana*. Na 10 je imaga pomoću automatske pipete primijenjeno 1,5 mL vodene suspenzije sredstva s koncentracijom 1×10^8 konidija/mL, a u kontrolnom tretmanu kukci su tretirani jednakom količinom vode. Mortalitet kukaca praćen je tijekom 10 dana. Proveden je dodatni pokus s izvorom hrane za štetnika. Šest bakrenastih krasnika postavljeno je na dvije grane lijeske u entomološki kavez (BugDorm, dimenzija 24,5 x 24,5 x 63 cm). Isto biološko sredstvo primijenjeno je u jednakoj koncentraciji (1×10^8 konidija/mL) kao i u prvom pokusu, ali su provedena dva tretiranja. Krasnici su prskani u entomološkom kavezu prvi puta odmah po postavljanju pokusa i tri dana poslije prvog tretmana. Patogenost entomopatogene gljive praćena je 10 dana. Uginuli kukci izdvojeni su u Petri posude s vlažnim filter papirom te je svakodnevno praćena pojava micelija na kutikuli kukaca. Utvrđen je mortalitet kukaca i pojava micelija.

Rezultati - Results

U nasadima je prikupljeno ukupno 92 imaga štetnika (slika 1.) i dvije ličinke. Na osnovi morfoloških značajki genitalija mužjaka (aedeagus – slika 2.), ticala (antennae – slika 3.) i prosternalnog detalja ženke (prosternal process) potvrđeno je da su kukci kornjaši iz porodice krasnika (Buprestidae) te da svi pripadaju vrsti *Perotis lugubris*. Pronađene ličinke pripadaju porodici Buprestidae, no nisu identificirane s pouzdanošću.



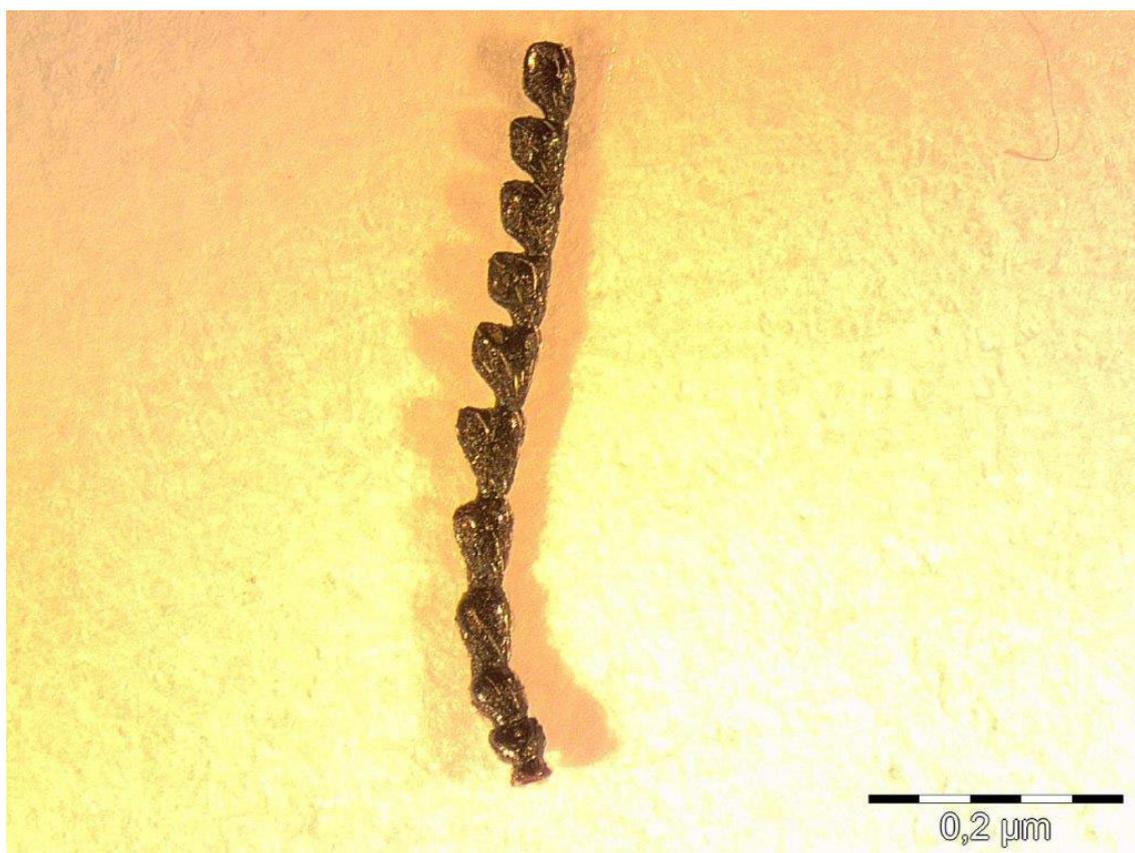
Slika 1. Imago bakrenastoga krasnika izjeda pupove na grani šljive (snimio: T.Validžić, 2021)

Figure 1. The metallic wood-boring beetle adult while feeding on plum tree buds (photo: T. Validžić, 2021)



Slika 2. Genitalije mužjaka – aedeagus (snimio: M. Šimala, 2021)

Figure 2. Males genitalia – aedeagus (photo: M. Šimala, 2021)



Slika 3. Ticalo ženke – antennae (snimio: M. Šimala, 2021.)

Figure 3. Female antennae (photo: M. Šimala, 2021)

Prosječno na svim lokalitetima utvrđeno je 30% oštećenih stabala. Na dvogodišnjim sadnicama šljive i jednogodišnjim sadnicama lijeske imago je hraneci se izgrizao pupove i koru uz pupove prošlogodišnjih izbojaka. Na pojedinim sadnicama zabilježeno je i prstenasto izgrizanje kore u visini pupova kao i oštećenje peteljki mladih listova, ali nisu zabilježena oštećenja listova. Utvrđeno je prosječno dva do najviše četiri imaga bakrenastoga krasnika po sadnici. U našem istraživanju četiri imaga bakrenastoga krasnika po sadnici u potpunosti su uništili lateralne pupove što je dovelo do sušenja sadnice. Neke napadnute sadnice potjerale su kasnije iz adventivnih pupova ispod mjesta cijepjenja (podloga), a više sadnica potjeralo je iznad mjesta cijepjenja. Preostali dio sadnice od mjesta rasta adventivnih pupova prema vrhu sadnice osušio se i kasnije je uklonjen rezidbom. Vizualnim pregledom korijena napadnutih mladih sadnica, nisu pronađena oštećenja od ličinki. U starijem nasadu višnje ispod kore korijenovog vrata pronađene su dvije ličinke koje nalikuju ličinkama krasnika, ali ih nije bilo moguće s pouzdanošću identificirati.

U tablici 1. prikazana je učinkovitost entomopatogene gljive *B. bassiana* protiv bakrenastoga krasnika te prva pojava micelija na uginulim kukcima. U prvom pokusu utvrđeno je 60% uginulih kukaca 10 dana nakon tretmana, dok je u drugom pokusu utvrđen 100% mortalitet u jednakom razdoblju. U drugom pokusu obavljena su dva tretmana prskanja, pa je očekivani viši mortalitet kukaca u odnosu na prvi pokus.

Tablica 1. Patogenost gljive *Beauveria bassiana* i vrijeme prve pojave micelija na uginulim jedinkama *Perotis lugubris***Table 1.** Pathogenicity of fungus *Beauveria bassiana* and the first appearance of mycelium on the *Perotis lugubris* cadavers

Tretman <i>Treatment</i>	n	Ukupni mortalitet (%) <i>Total mortality (%)</i>	Dani nakon tretmana s prvom pojavom micelija <i>Days after tretment of first appearance of mycelium</i>
Kontrola <i>Control</i>	10	0	-
<i>Beauveria bassiana</i> (1x10 ⁸)	30	60	5
<i>Beauveria bassiana</i> (1x10 ⁸) (dva tretiranja) + izvor hrane za kukce <i>Beauveria bassiana</i> (1x10 ⁸) (two treatments) + source of food for insects	6	100	7

Pojava micelija na uginulim kukcima (Slika 4.) utvrđena je ranije u pokusu u Petri posudama i to peti dan nakon tretmana kada je micelij primijećen između prsnih članaka s dorzalne strane tijela.

**Slika 4.** Simptomi zaraze bakrenastoga krasnika (*Perotis lugubris*) gljive *Beauveria bassiana* (micelij) (snimila: I. Majić, 2021)**Figure 4.** Symptoms of infection of the metallic wood-boring beetle (*Perotis lugubris*) caused by the fungus *Beauveria bassiana* (mycelium) (photo: I. Majić, 2021)

Rasprava - Discussion

Vrsta *P. lugubris* ima opisanih pet podvrsta: spp. *lugubris*, spp. *mutabilis*, spp. *longicollis*, spp. *transcaspica* i spp. *meridionalis* (Izzillo i Sparacio 2011). Uspoređujući morfološke značajke kukaca prikupljenih u ovom istraživanju s rezultatima studije Izzillo i Sparacio (2011.), genitalije mužjaka slične su podvrsti *P. lugubris lugubris* prikupljenih u Grčkoj, a ticala su građena kao kod podvrste *P. lugubris lugubris* prikupljenih u Italiji (Izzillo i Sparacio, 2011). Potrebna su daljnja morfometrijska istraživanja u RH kako bi se usporedile značajke naših populacija ili utvrdile nove podvrste.

U srednjoj Europi (Mađarska, Slovačka i Češka-južna Moravska) tijekom prve polovine 20. stoljeća bakrenasti krasnik bio je prilično uobičajen zajedno sa žilogrizom. No, populacija im je gotovo potpuno nestala s većine lokaliteta. Štetnik je periodično pratio vrlo velike štete u nasadima koštićavog voća. Hoffer (1936) i Kaděra (2011) navode kako je 1935. godine u Češkoj zabilježena masovna pojava bakrenastoga krasnika u mladim nasadima marelice, kada su vlasnici nasada skupljali imaga u posudama te su ih koristili za ishranu svinja i peradi. Međutim, Fleicher (1930) navodi kako je populacija bakrenastoga krasnika u Moravskoj naglo smanjena tijekom prve polovine 20. stoljeća, a gotovo je nestala iz većeg dijela srednje Europe do kraja 20. stoljeća. Vrsta je službeno proglašena u Češkoj kao regionalno izumrla (Škorpík 2005), što je također potvrđeno i u Poljskoj (Burakowski i sur. 1987). Razlog zbog kojeg su navedene vrste gotovo nestale može biti što za svoj razvoj trebaju osunčane prizemne dijelove debla, koji nisu osjenjeni visokom travom. Povoljne uvjete za razvoj osiguravala je ekstenzivna ispaša stoke u voćnim nasadima. Nakon Drugog svjetskog rata ova vrsta napasivanja stoke bila je napuštena te su pašnjaci ovog tipa zamijenjeni otvorenim pašnjacima i livadama s visokom travom te su bakrenasti krasnik i žilogriz izgubili optimalne uvjete za svoj razvoj (Bílý, 2002). Konvička i sur. (2005) navode kako je do naglog izumiranja populacija bakrenastoga krasnika došlo zbog perioda naglog intenziviranja poljoprivredne proizvodnje pedesetih godina 20. stoljeća, smanjenja ekstenzivnih površina za napasivanje stoke, krčenja šuma i terasiranja površina te masovne primjene sredstava za zaštitu bilja.

Od sredine pedesetih godina 20. stoljeća više domaćih autora navodi prisutnost pojedinačnih oštećenja od bakrenastoga krasnika na koštićavom voću, ali bez masovnije pojave štetnika. Tako Kovačević i sur. (1960) navode kako se osim žilogriza, koji dolazi samo u primorskim i južnim krajevima na koštićavim voćkama, u sjevernim krajevima (bivše Jugoslavije – op. Aut.) mogu katkad naći oštećenja korijena koja su slična oštećenjima koje izaziva žilogriz, a potječu od bakrenastoga krasnika. Maceljski (1999) je također utvrdio oštećenja od bakrenastoga krasnika u krošnji voćaka, kao i to da ličinke buše hodnike u korijenu i donjem dijelu debla marelice, šljive, višnje, a rijetko i vinove loze. Tanasijević i Ilić (1969) nazivaju vrstu *P. lugubris* šiljokrilcem te navode kako se u sjevernim krajevima (bivše Jugoslavije – op. aut.) pojavljuje masovnije nego žilogriz na sličnim voćnim vrstama, kao što je prikazano i u ovom radu. No, isti autori utvrdili su da štetu čine najviše ličinke, ali i da odrasli oblici mogu činiti štete u manjoj mjeri, dok je tijekom našeg praćenja štetnika utvrđeno suprotno. Razlog tomu vjerojatno je činjenica što se radi o prvoj godini masovnije pojave štetnika te o jednogodišnjim i dvogodišnjim sadnicama, s obzirom da se u spomenutoj literaturi navodi da se ličinke češće nalaze u starijem nasadu.

Prema našim spoznajama kritična brojnost ovog štetnika do sada nije utvrđena. Naši rezultati ukazuju da četiri imaga po dvogodišnjoj sadnici šljive i jednogodišnjoj sadnici lijeske uzrokuju 100% oštećenje na pupovima. Suzbijanje je bakrenastoga krasnika

zahtjevno jer dio života ovaj štetnik provodi u deblu. Ben-Yehuda i sur. (2000) utvrdili su kako se folijarnom primjenom azinfos-metila postiže najučinkovitije suzbijanje krasnika (žiligriza) u koštićavom voću. U tretmanima debla u kasno proljeće ili prije berbe zadovoljavajuće rezultate imali su pripravnici s djelatnom tvari metiokarb, azinfos-metil i karbosulfan. Primjena imidakloprida u tlo u istoj studiji navodi se kao učinkovita zaštita za mlade voćnjake i rasadnike. Za suzbijanje ličinki u korijenu, preporučuju se pripravnici na bazi deltametrina na način da se zalijeva zona oko debla. Na žalost, u RH nemamo registriranih kemijskih sredstava za suzbijanje bakrenastoga krasnika. Do sada u literaturi nije navedena osjetljivost ovog štetnika prema entomopatogenim gljivama, no u ovom istraživanju utvrdili smo zadovoljavajući učinak gljive *B. bassiana* protiv bakrenastoga krasnika. Ovo su prvi takvi objavljeni rezultati i od iznimne su važnosti za poljoprivrednike, osobito one u ekološkom sustavu proizvodnje. Od drugih entomopatogena nematode su također učinkovito biološko sredstvo u borbi protiv ovog štetnika (Mohamedova i Lecheva 2015).

U novije vrijeme, bakrenasti krasnik ponovno je pronađen na pojedinim lokalitetima u srednjoj Europi i Turskoj, ali nisu zabilježene veće štete te je u Češkoj vrsta proglašena kao kritično ugrožena (Roleček i Čížek 2017; Škorpik 2017). Kuzmanović (2013) navodi kako je na obroncima Fruške gore (Srbija) u nasadima šljive i marelice polovinom travnja 2013. godine utvrđeno prisustvo bakrenastoga krasnika čiji napad izaziva sušenje i propadanje stabala te postaje sve značajniji štetnik u Srbiji kao i žilogriz. Jovanović (2018) navodi kako se bakrenasti krasnik pojavljuje u nasadima koštićavog voća u sjevernim dijelovima Srbije (Vojvodina) gdje čini veće štete nego žilogriz, a u proljeće se pojavljuje ranije od žilogriza.

Iz svega navedenog moglo bi se zaključiti kako se početkom 21. stoljeća populacija bakrenastoga krasnika u južnoj i srednjoj Europi ponovno povećava. Razlozi za ovu pojavu nisu do sada istraženi te je nejasno širi li se štetnik od juga prema sjeveru ili od istoka europskog kontinenta prema zapadu. Jedan od razloga mogao bi ležati u činjenici pojave klimatskih ekstrema i globalnog zatopljenja, kao i intenzivne gospodarske aktivnosti (trgovina). Kako u RH do danas nisu prijavljene štete na koštićavim voćkama, a imajući u vidu podatke srbijanskih autora kako štetnik već pravi štete u Vojvodini, može se očekivati značajan porast populacije bakrenastoga krasnika i u našoj zemlji. Stoga je u sljedećim godinama potrebno provoditi monitoring širenja ovog potencijalno opasnog štetnika u RH.

Zahvala - Acknowledgments

Zahvaljujemo se mr. sc. Ziti Ladocki Jularić na tehničkoj pomoći pri prikupljanju štetnika te dr. sc. Marti Kovač što je ustupila na korištenje biološko sredstvo za suzbijanje kukaca koje je korišteno u istraživanju.

Literatura - References

- Baverstock, J., Roy, H.E., Pell, J.K. 2009. Entomopathogenic fungi and insect behaviour: from unsuspecting hosts to targeted vectors. U: Roy, H.E., Vega, F.E., Chandler, D., Goettel, M.S., Pell, J., Wajnberg, E. (ur) *The Ecology of Fungal Entomopathogens*. Springer, Dordrecht. 89-102.
- Bílý, S. 2002. Summary of the bionomy of the Buprestid beetles of Central Europe (Coleoptera: Buprestidae). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, Supplementum. 10: 1-103.
- Bohamdan, R., Kassis, W., Bufaur, M. 2019. First record of the biological enemy *Sclerodermus abdominalis* on *Perotis lugubris* in Syria. *Arab Journal of Plant Protection*. 37 (1): 68-70.

- Ben-Yehuda, S., Assael, F., Mendel, Z. 2000. Improved chemical control of *Capnodis tenebrionis* and *C. carbonaria* in stone-fruit plantations in Israel. *Phytoparasitica*. 28: 27-41.
- Burakowski, B., Mroczkowski, M., Stefanska, J. 1987. Katalog fauny Polski, Tom 14: Chrząszcze– Coleoptera, Cucujoidea 3. Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa, 309 str.
- Gobbi, G., Platia, G. 1995. Coleoptera Polyphaga VII (Elateroidea, Buprestoidea). U: Minelli, A., Ruffo, S., La Posta, S. (ur), Checklist delle specie della fauna Italiana, Calderini, Bologna, 52 str.
- Fleicher, A. 1927–1930. Přehled brouků fauny Československé republiky. Moravské museum zemské, Brno, 485 str.
- Hoffer, A. 1936. K abnormálnímu výskytu *Perotis lugubris* Fbr. na jižní Moravě. Časopis České Společnosti Entomologické (Acta Societatis Entomologicae Bohemiae). 33: 188.
- Izzillo, F., Sparacio, I. 2011. A new subspecies of *Perotis lugubris* Fabricius, 1777 from Southern Italy (Coleoptera, Buprestidae). *Biodiversity Journal*. 2 (3): 153-159.
- Jovanović, S. 2018. Razvojni ciklus i suzbijanje žilogriza i šiljokrilca velikih štetočina voća. Mjesečnik za našu zemlju. 63: 32-33.
- Kaděra, M. 2011. Zánik populací některých nápadných brouků jižní Moravy. Časopis ŽIVA. (4): 174-175.
- Konvička, O., Hauck, D., Trnka, F., Sekerka, L., Vávra, J., Straka, M., Čížek, L. 2017. Metodika zajištění ochrany a lokalit výskytu vybraných druhů brouků. Biologické centrum AV ČR. Certifikovaná metodika MŽP, 61 str.
- Konvička, M., Beneš, J., Čížek, L. 2005. Ohrožený hmyz nelesních stanovišť. Ochrana a management. Sagittaria, Olomouc, 127 str.
- Kovač, M., Lacković, N., Pernek, M. 2020. Effect of *Beauveria bassiana* fungal infection on survival and feeding behavior of pine-tree lappet moth (*Dendrolimus pini* L.). *Forests*. 11: 974. <https://doi.org/10.3390/f11090974>
- Kovačević, Ž., Kišpatić, J., Panjan, M. 1960. Bolesti i štetnici voćaka i vinove loze, Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb, 335 str.
- Kubán, V. 2006. Buprestidae: Chrysochroinae Dicercini, 346-350. U: Löbl, I., Smetana, A. (ur): Catalogue of Palaearctic Coleoptera, 3. Apollo Books, Stenstrup, 690 p.
- Kuzmanović, S. 2013. Šiljokrilac (*Perotis lugubris* Fab.). Portal Prognozno-izveštajne službe zaštite bilja - Region Ruma. <http://www.pisvojvodina.com/RegionRU/Lists/Posts/Post.aspx?ID=18>. Preuzeto 24.09.2021.
- Maceljski, M. 1999. Poljoprivredna entomologija, Zrinski d.d., Čakovec, 452 str.
- Marannino, P., Tarasco, E., de Lillo, E. 2003. Biological notes on larval hatching in *Capnodis tenebrionis* L. (Coleoptera; Buprestidae) and evaluation of entomopathogenic nematodes in controlling neonate larvae. *Redia*. 86: 101-105.
- Marannino, P., Santiago-Álvarez, C., de Lillo, E., Quesada-Moraga, E. 2006. A new bioassay method reveals pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against early stages of *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera; Buprestidae). *Journal of Invertebrate Pathology*. 93(3): 210-213.
- Mascarin, G.M., Jaronski, S.T. 2016. The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 32 (11): 1-26.
- Mohamedova, M., Lecheva, I. 2015. Efficacy of entomopathogenic nematodes against different stages of the metallic wood-boring beetle, *Perotis lugubris* Fabricius (Coleoptera: Buprestidae) in laboratory trials. *Agrarni Nauki*. 7 (17): 105-111.
- Reichart, G. 1953. Contribution a l' etude de la biologie du bupreste bronze (*Perotis lugubris*). *Acta agronomica academiae scientiarum Hungaricae*. 3: 71-88.
- Roleček, J., Čížek, L. 2017. Recent occurrence of *Perotis lugubris* (Coleoptera: Buprestidae) in the Czech Republic. *Klapalekiana*. 53: 337–339.
- Rotim, N. 2013. Žilogriz (*Capnodis tenebrionis* L.) - sve značajniji štetnik koštičavih voćaka, Glasnik zaštite bilja, Zagreb. 6: 55-57.
- Škorpik, M. 2005. Buprestidae (krascovití). Pp. 464–468. U: Farkač, J., Kral, D., Škorpik, M. (eds) Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Invertebrates. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 760 p.
- Škorpik, M. 2017. Buprestidae (krascovití). U: Hejda, R., Farkač, J., Chobit, K. (ur): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Invertebrates. Příroda, Praha. 36: 289–294.
- Tanasijević, N., Ilić, B. 1969. Posebna entomologija, Izdavačko preduzeće Građevinska knjiga, Beograd, 330 p.
- Wraight, S.P., Ramos, M.E., Avery, P.B., Jaronski, S.T., Vandenberg, J.D. 2010. Comparative virulence of *Beauveria bassiana* isolates against lepidopteran pests of vegetable crops. *Journal of invertebrate pathology*. 103 (3): 186-199.

New data on hoverfly fauna (Diptera: Syrphidae) of Bosnia and Herzegovina

Novi podaci za faunu muha pršilica (Diptera: Syrphidae) Bosne i Hercegovine

Mihailo Vujić^{1*}, Dejan Kulijer², Toni Koren³, Matea Martinović⁴

¹ HabiProt, Cankareva 9/13, 21000 Novi Sad, Serbia

² National Museum of Bosnia and Herzegovina, Zmaja od Bosne 3, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

³ Association Hyla, Lipovac I no. 7, HR-10000 Zagreb, Croatia

⁴ Dubrovnik Natural History Museum, Androvićeva 1, HR-20000 Dubrovnik, Croatia

* Corresponding author email: mihailovujic01@gmail.com (M. Vujić)

Abstract

Hoverflies (Syrphidae) are a large Dipteran family, distributed almost worldwide. They play very important ecological roles such as plant pollination, nutrient recycling and predation of plant pests. The members of the genus *Epistrophe* Walker, 1852 are medium-sized hoverflies of which about 75 species have been described in the World, and 12 of them occur in Europe. During a survey, conducted from 16th June to 4th July 2021 at Blidinje Nature Park (Bosnia and Herzegovina), a new species, of the fauna of Bosnia and Herzegovina, was recorded – *Epistrophe diaphana* (Zetterstedt, 1843) and new records for species *Epistrophe leiophthalma* (Schiner and Egger, 1853) were observed. Specimens were collected from inflorescences of Common Hogweed (*Heracleum sphondylium* L.). Information about the records, species habitats, distribution and status in the country and the region is presented and discussed in this research work.

Keywords: Balkan Peninsula, *Epistrophe diaphana*, *Epistrophe leiophthalma*, new record, pollinators

Sažetak

Cvjetne muhe (Syrphidae) velika su porodica dvokrilaca, rasprostranjena u skoro cijelom svijetu. One sudjeluju u važnim ekološkim procesima kao što su oprašivanje biljaka, recikliranje hranjivih tvari i predacija nad biljnih štetočinama. Pripadnici roda *Epistrophe* Walker, 1852 srednje su velike cvjetne muhe kojih je do sada u svijetu opisano 75 vrsta od čega 12 u Europi. Tijekom istraživanja, provedenog od 16. lipnja do 4. srpnja 2021. godine u Parku prirode Blidinje (Bosna i Hercegovina), zabilježena je jedna nova vrsta za faunu Bosne i Hercegovine - *Epistrophe diaphana* (Zetterstedt, 1843), te i novi nalazi vrste *Epistrophe leiophthalma* (Schiner and Egger, 1853). Jedinke su prikupljene iz cvatova obične svinjske trave (*Heracleum sphondylium* L.). Predstavljani su i raspravljani podaci o nalazima, staništima vrsta, rasprostranjenosti te statusu u zemlji i regiji.

Ključne riječi: Balkanski poluotok, *Epistrophe diaphana*, *Epistrophe leiophthalma*, novi nalaz, oprašivači

Introduction

Hoverflies (Syrphidae) are a large family of flies (Diptera) with more than 6,200 described species, of nearly worldwide distribution, but absent from the Antarctic and some oceanic islands (Young et al. 2016). The European hoverfly fauna counts more than 950 species and they perform very significant ecological roles like plant pollination, predation of plant pests and nutrient recycling (Rotheray and Gilbert 2011; Speight 2020).

In the genus *Epistrophe* Walker, 1852 belong hoverflies with one generation per year (univoltine) and a long obligate diapause in the larval stage (Schneider, 1969.). They are associated with forests, where they occur in glades and clearings and frequently visit flowers (Goeldlin de Tiefenau 1974; van Veen 2004). The members of this genus are medium-sized (~10 mm) hoverflies characterized by the following characters: bare humerus, short and round antennae, face with distinct facial knob, yellow face and scutellum, bare anterior anepisternum, and thoracic pleurae without yellow spots, at least sternum 2 without black markings (van Veen 2004).

The genus *Epistrophe* contains 12 species found in Europe: *E. annulitarsis* (Stackelberg 1918), *E. cryptica* Doczkal and Schmid 1994, *E. diaphana* (Zetterstedt 1843), *E. eligans* (Harris 1780), *E. flava* Doczkal and Schmid 1994, *E. grossulariae* (Meigen 1822), *E. leiothalma* (Schiner and Egger 1853), *E. melanostoma* (Zetterstedt 1843), *E. nitidicollis* (Meigen 1822), *E. obscuripes* (Strobl 1910), *E. ochrostoma* (Zetterstedt 1849) and *E. olgae* Mutin 1993 (Speight 2011; 2020).

In the Balkan Peninsula, at least 10 species of the genus *Epistrophe* have been recorded so far, but their distribution in the region is not well known, primarily due to the lack of surveys in most of the Balkan countries (De Groot and Govedič 2008; Vujić et al. 2018; Speight 2020). The same stands for Bosnia and Herzegovina where the hoverfly fauna is poorly studied and most of the data is based on scarce historical records (Strobl 1898, 1900, 1902; Glumac 1955, 1972; Kula 1985).

North Herzegovina region of Bosnia and Herzegovina encompasses some of the highest peaks of the Dinaric Alps. It is characterized by a high diversity of karst phenomena that have influenced the development of unique habitat types with rich wildlife. Due to the extremely high level of endemism and relictiness, this area is regarded as an endemic development center and a biodiversity hotspot of great importance not only for the Mediterranean, but on a global scale (Redžić et al. 2011).

The exact number of hoverfly species recorded in Bosnia and Herzegovina is difficult to determine based on literature data, due to taxonomic problems and inaccuracies in locating the sites, but it is expected that real number is similar to other nearby countries, where the hoverfly fauna is better researched, such as Greece (418), Hungary (388) and Serbia (more than 420) (Tóth 2011; Likov 2018; Vujić et al. 2018; Vujić and Tot 2020; Vujić et al. 2021). Accordingly, new research is needed with purpose to contribute to the knowledge of the real diversity of hoverflies in this country.

The aim of this work was to present new records of the genus *Epistrophe* for the hoverfly fauna in Bosnia and Herzegovina.

Materials and Methods

The survey was conducted in period from 16th June to 4th July 2021 on the territory of Blidinje Nature Park and surrounding environment, in the high mountain area of North Herzegovina region of Bosnia and Herzegovina (Fig. 1), as a result of regional collaboration on biodiversity research and the development of Biologer, an open platform for collecting biodiversity data in South - Eastern Europe (Popović et al. 2020). The location of the research area belongs to the western part of the high mountain complex around the Neretva River, in the North Herzegovina region of the country. The central part of the study area is 12 km long location called Dugo polje valley (approx. 1.200 - 1.300 m.a.s.l.) that is surrounded by mountain peaks reaching 2.220 m.a.s.l. on Čvrsnica Mt. Data about many groups of insects was collected, including data about hoverflies. The specimens were caught by an entomological net, photographed and prepared by standard procedure. Identification was performed using the keys in Speight and Sarthou (2017) and van Veen (2004). The collected adult specimens are deposited in personal collections of T. Koren (T.K. coll.) and D. Kulijer (D.K. coll.).

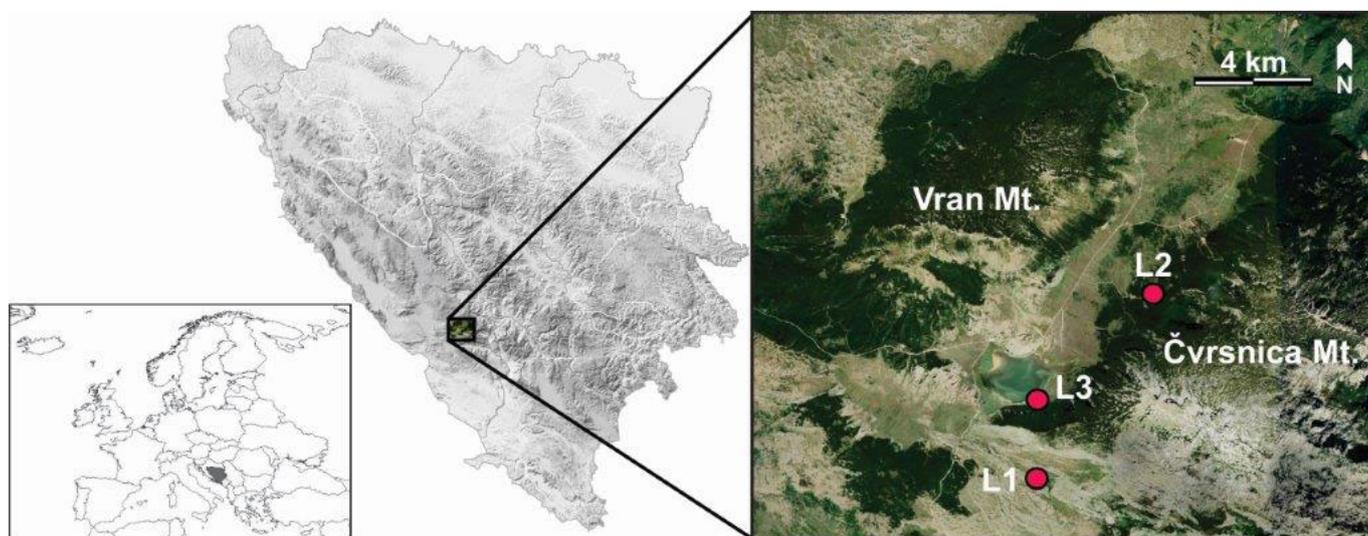


Figure 1. Map of Bosnia and Herzegovina with marked localities where *Epistrophe diaphana* and *E. leiophthalma* were collected; L1 – Bare; L2 –Blidinje jezero; L3 – Masna Luka.

Slika 1. Karta Bosne i Hercegovine s označenim lokalitetima na kojima su prikupljene *Epistrophe diaphana* i *E. leiophthalma*; L1 – Bare; L2 –Blidinje jezero; L3 – Masna Luka.

Results

From the collected material, one species of the genus *Epistrophe* was recorded in the country for the first time and for another species new county records were observed.

Epistrophe diaphana (Zetterstedt, 1843) (Fig. 2A-B)

New records: 1♂, Masna Luka, 43.634044N 17.551958E, 1214 m.a.s.l., 16.6.2021., leg. D. Kulijer (D. K. coll.); same collection data as for preceding, 3.7.2021., leg. T. Koren (T. K. coll.).

Notes: Two male specimens were swiped of an inflorescence of Common Hogweed, *Heracleum sphondylium*. *Epistrophe diaphana* is a widespread species that occurs in Europe and large part of Asia and usually inhabits wetlands, deciduous forests or montane grasslands (Speight 2020). This species is probably more widespread in Bosnia and Herzegovina, and it is expected that it will be registered in a larger number of localities in the country by further studies.

Published records for Balkan Peninsula: Bulgaria: Drensky, 1934.; Croatia: Langhoffer, 1918.; Glumac, 1972.; North Macedonia: Glumac, 1968.; Serbia: Glumac, 1959.; 1972.; Vujić and Šimić, 1994.; Vujić et al., 1998.; Nedeljković et al., 2009.; Šimić et al., 2008.; 2009.; Nedeljković, 2011.; Tot et al., 2018.; Slovenia: De Groot and Govedič, 2008.

***Epistrophe leiophthalma* (Schiner & Egger, 1853) (Fig. 2C-D)**

Material examined: 1♂, Bare, 43.576135N 17.502609E, 1394 m.a.s.l., 29.6.2021., leg. T. Koren (T.K. coll); 1♀, Masna Luka, 43.634044N 17.551958E, 1214 m.a.s.l., 1.7.2021., leg. D. Kulijer (D. K. coll.); 6♀, same collection data as for preceding, 3.7.2021., leg. T. Koren (T. K. coll.); 1♂, Jezero Blidinje, 43.600400N 17.505819E, 1187 m.a.s.l., 3.7.2021., leg. T. Koren (T. K. coll.).

Notes: *Epistrophe leiophthalma* is a mountain species and its range include Ardennes (Belgium), Alps, Pyrenees (France), the Carpathians and the Transcaucasus. There is no recent and exact data on the presence of this species in the Balkans. Speight (2020) noted that this species may be found in northern parts of the former Yugoslavia, but does not specify a more precise location. Van Steenis et al. (2013) registered *E. leiophthalma* as new for the fauna of Slovenia recently. The record of this species in Montenegro contained in publication of Šimić (1987.). This indicates that *E. leiophthalma* is rare in the region, although a long tradition of hoverfly research exists in some Balkan countries.

Published records for Balkan Peninsula: Bosnia and Herzegovina: Glumac 1955 (as *Ischyropsyrphus liophthalmus*); Montenegro: Šimić 1987 (as *Ischyropsyrphus liophthalmus*); Slovenia: van Steenis et al. 2013.

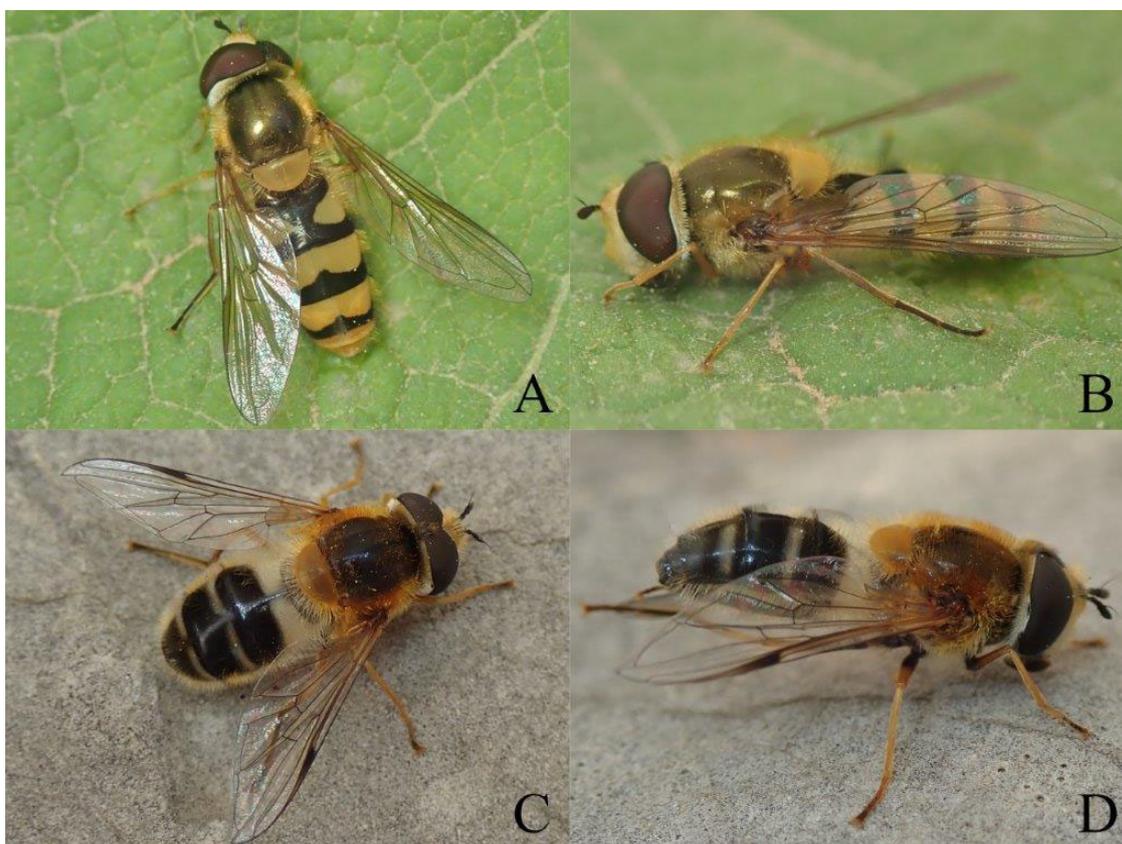


Figure 2. Males of *Epistrophe diaphana* (A-B) and *E. leiophthalma* (C-D), collected at Blidinje Nature Park. A) *E. diaphana*, dorsal view; B) *E. diaphana*, lateral view; C) *E. leiophthalma*, dorsal view; D) *E. leiophthalma*, lateral view. Photos: T. Koren.

Slika 2. Mužjaci *Epistrophe diaphana* (A-B) i *E. leiophthalma* (C-D), prikupljeni u Parku prirode Blidinje. A) *E. diaphana*, dorzalni pogled; B) *E. diaphana*, lateralni pogled; C) *E. leiophthalma*, dorzalni pogled; D) *E. leiophthalma*, lateralni pogled. Fotografije: T. Koren.



Figure 3. Habitats at Blidinje Nature Park where *Epistrophe diaphana* and *E. leiophthalma* were recorded. A) Bare; B) Jezero Blidinje; C) Masna Luka. Photos: A-B: T. Koren; C: D. Kulijer.

Slika 3. Staništa u Parku prirode Blidinje gdje su zabilježene *Epistrophe diaphana* i *E. leiophthalma*. A) Bare; B) Jezero Blidinje; C) Masna Luka. Fotografije: A-B: T. Koren; C: D. Kulijer.

Discussion

Epistrophe diaphana can be considered as a rather common in the Balkans (e.g. in Serbia, where it was registered in several localities (Nedeljković 2011; Vujić 2021), *E. leiophthalma* is seemingly scarcer. It is known that adults of *E. diaphana* usually visit the inflorescences of white-flowered or yellow-flowered umbellifers (e.g. *Foeniculum*) (Speight 2020). *Heracleum sphondylium* also belongs to the umbellifers (Apiaceae), and the specific subspecies, which the hoverflies visited, has a greenish inflorescences. Adults of the *E. leiophthalma* can usually be seen while visiting inflorescences of umbellifers that which inhabit places near streams in open areas in forests (Speight 2020). This was also the case during this study since all the observed specimens were caught while feeding on *H. sphondylium* inflorescences. At all three locations freshwater habitats were present: lakes/ponds (Fig. 3 A-B), streams (Fig. 3 C) and swampy meadows (Fig. 3. A-C). At all locations rich marshland vegetation was also present and at the time of survey *H. sphondylium* seemed to be the most attractive flowering source for pollinating insects, including these and many other hoverflies.

In general, it is very difficult to assess the conservation status of insect species without targeted ecological surveys, but such species with seemingly limited distribution can be considered that are threatened, at least at local levels. This, however, should be proven with targeted surveys. In the alpine region of Europe, *E. leiophthalma* is considered to be unthreatened, while it is decreasing in the continental region (Speight et al. 2010).

The visited area of Blidinje Nature Park is very diverse in terms of habitat diversity and species richness. However, almost nothing is known about its' insect diversity except from mostly historical Lepidoptera records (Lelo 2004; Kučinić et al. 2006). Because of the further surveys of the different habitats and altitudes of the Blidinje Nature Park, additional records of new or interesting hoverflies are to be expected. This is especially important in light of the EU Pollinators Initiative, which was launched in 2018 by the European Commission as an EU-wide strategy to address the decline of pollinators across the region (European Commission 2021).

Acknowledgements

This research was conducted within the scope of 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

- De Groot, M., Govedič, M. 2008. Checklist of the Hoverflies (Diptera: Syrphidae) of Slovenia. *Acta entomologica slovenica*. 16 (1): 67-87.
- Drensky, P. 1934. Sirfide Bugarske. *Izvod Bulg. Entom. Druž.* 8: 109-131.
- EUROPEAN COMMISSION, 2021. Report from the Commission to the European parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the regions. Progress in the implementation of the EU Pollinators Initiative. European commission, 16 pp.
- Glumac, S. 1955. Zbirka sifrida (Syrphidae Diptera) Biološkog instituta u Sarajevu. *Godišnjak Biološkog instituta u Sarajevu*. 7 (1-2): 115-130.
- Glumac, S. 1959. Syrphidae (Diptera) Fruške gore. *Matica srpska, Zbornik za prirodne nauke*. 17: 37-78.
- Glumac, S. 1968. Sirfide (Syrphoidea, Diptera) u Makedoniji. *Godišnjak Filozofskog fakulteta u Novom Sadu, knjiga 9/2*.
- Glumac, S. 1972. *Catalogus faunae Jugoslaviae. Consilium Academicarum Scientiarum Rei Publicae Socialisticae Foederative Jugoslaviae. Academia Scientiarum et Artium Slovenica. Ljubljana. III/6. 69 pp.*
- Goeldlin de Tiefenau, P. 1974. Contribution à l'étude systématique et écologique de Syrphidae (Dipt.) de la Suisse occidentale. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*. 47 (1): 151-252.
- Kučinić, M., Stanić, S., Durbešić, P., Mihoci, I., Landeka, N., Deliće, A. 2006. Pregled Istraživanja Leptira (Lepidoptera: Rhopalocera) u Prirodnom Parku Blidinje (Bosna i Hercegovina). *Entomologia Croatica*. 9 (1-2): 11-28.
- Kula, E. 1985. Contribution to the knowledge of Syrphide (Diptera) in Yugoslavia. *Acta. Univ. Agric. Fac. Silv. Series C* 54: 203-223.
- Langhoffer, A. 1918. Beitrage zur Dipterenfauna Kroatiens. *Glasnik hrvatskog prirodoslovnog društva*. 29: 132-135.
- Lelo, S. 2004. *Revizija Rebelovog Popisa Leptira Bosne i Hercegovine. CORON'S d.o.o., Sarajevo. 295 pp.*
- Likov, L. 2018. *Fauna osolikih muva (Diptera: Syrphidae) Grčke. Doctoral dissertation, University of Novi Sad, Novi Sad. 419 pp.*
- Nedeljković, Z. 2011. *Taksonomska analiza vrsta iz podfamilije Syrphinae (Diptera: Syrphidae) u Srbiji. Doctoral dissertation, University of Novi Sad, Novi Sad. 247 pp.*
- Nedeljković, Z., Vujić, A., Šimić, S., Radenković, S. 2009. The fauna of hoverflies (Diptera: Syrphidae) of Vojvodina Province, Serbia. *Archives of the Biological Sciences*. 61 (1): 147-154.
- Popović, M., Vasić, N., Koren, T., Burić, I., Živanović, N., Kulijer, D., Golubović, A. 2020. Biologer: an open platform for collecting biodiversity data. *Biodiversity Data Journal*. 8: e53014.
- Redžić, S., Barudanović, S., Trakić, S., Kulijer, D. 2011. Vascular plant biodiversity richness and endemo relictiness of the karst mountains Prenj-Čvrstica-Čabulja in Bosnia and Herzegovina (W. Balkan). *Acta Carsologica*. 40 (3): 527-555.
- Rotheray, G.E., Gilbert, F. 2011. *The natural history of hoverflies. Forest Text, Ceredigion, UK. 334 pp.*

- Schneider, F. 1969. Bionomics and physiology of aphidophagous Syrphidae. *Annual Review of Entomology*. 14 (3): 103-124.
- Speight, M.C.D. 2011. Species accounts of European Syrphidae (Diptera). In: Speight, M.C.D., Castella, E., Sarthou J.P., Monteil, C. (ed) *Syrph the Net, the database of European Syrphidae*. Volume 65. Dublin: Syrph the Net publications. 285 pp.
- Speight, M.C.D. 2020. Species accounts of European Syrphidae, 2020. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera)*, vol. 104. Syrph the Net publications, Dublin. 314 pp.
- Speight, M.C.D., Sarthou, J.P. 2017. StN keys for the identification of the European species of various genera of Syrphidae 2017. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera)*, vol. 99. Syrph the Net publications, Dublin. 139 pp.
- Speight, M.C.D., Monteil, C., Castella, E., Sarthou, J.P. 2010. Stn_2010. In: Speight, M.C.D., Castella, E., Sarthou, J.P., Monteil, C. (ed) *Syrph the Net on Cd, issue 7. The database of European Syrphidae*. iSSn 1649-1917. Syrph the Net Publications, Dublin.
- Strobl, G. 1898. Fauna diptera Bosne, Hercegovine i Dalmacije. *Gl. Zem. Muz. Bosne i Hercegovine, Sarajevo*. 10: 387-466.
- Strobl, G. 1900. Dipterenfauna von Bosnien, Hercegovina und Dalmatien. *Wiss. Mitt. Bos. Herz*. 7: 552-670.
- Strobl, G. 1902. Novi prilozii fauni dipteral Balkanskog poluostrva. *Gl. Zem. Muz. Bosne i Hercegovine, Sarajevo*. 14: 461-517.
- Šimić, S. 1987. Fauna Durmitora. Syrphidae (Insecta, Diptera). *Crnogorska akademija nauka i umjetnosti Posebna izdanja knjiga 21, Odeljenje prirodnih nauka, knjiga 13*. Titograd. 154 pp.
- Šimić, S., Vujić, A., Radenković, S., Radišić, P. 2008. Hoverflies (Insecta: Diptera: Syrphidae) of the Fruška Gora Mountain. In: Šimić, S. (ed.) *Invertebrates (INVERTEBRATA) of the Fruška Gora Mountain, I*, Matica srpska, Novi Sad. 190 pp.
- Šimić, S., Vujić, A., Radenković, S., Radišić, P., Nedeljković, Z. 2009. Fauna osolikih muva (Diptera: Syrphidae) u ritovima Vojvodine. *Matica srpska, Novi Sad*. 226 pp.
- Tot, T., Vujić, M., Likov, L., Nedeljković, Z., Radenković, S., Vujić, A. 2018. Hoverfly fauna (Diptera: Syrphidae) of the Landscape of Outstanding Features "Vlasina". *Acta entomologica serbica*. 23: 33-50.
- Tóth, S. 2011. Magyarország zengőlégy faunája (Diptera: Syrphidae). *e-Acta Naturalia Pannonica, Supplementum*. 1: 5-408.
- Van Steenis, W., De Groot, M., Van Steenis, J. 2013. New data on the hoverflies (Diptera: Syrphidae) of Slovenia. *Acta entomologica slovenica* 21 (2): 131-162.
- Van Veen, M. 2004. *Hoverflies of Northwest Europe: identification keys to the Syrphidae*. KNNV Publishing, Utrecht. 256 pp.
- Vujić, M., Tot, I. 2020. *Brachyopa bimaculosa* Doczkal and Dziocck 2004 and *Callicera fagesii* Guérin-Méneville, 1844, two new hoverflies (Diptera: Syrphidae) in the fauna of Serbia. *Acta Entomologica Slovenica*. 28 (1): 75-79.
- Vujić, M. 2021. Alciphron - baza podataka o insektima Srbije (Diptera: Syrphidae), HabiProt <https://alciphron.habiprot.org.rs> [accessed: 24/09/2021].
- Vujić, M., Đurić, M., Tot, I. 2021. Six new hoverfly species (Diptera: Syrphidae) in the fauna of Serbia. *Kragujevac Journal of Science*. 43 (1): 149-155.
- Vujić, A., Radenković, S., Nedeljković, Z., Šimić, S. 2018. A new checklist of hoverflies (Diptera: Syrphidae) of the Republic of Serbia. *Matica Srpska Journal for Natural Sciences* 135: 7-51.
- Vujić, A., Šimić, S. 1994. Syrphidae (Insecta: Diptera) Vršackih planina. *Matica srpska, Odeljenje za prirodne nauke, Prosveta, Novi Sad*. 163 pp.
- Vujić, A., Šimić, S., Radišić, P. 1998. Fauna of hoverflies (Diptera: Syrphidae) of the Yugoslavian part of Banat. III International Symposium Interdisciplinary Regional Research (Hungary, Romania, Yugoslavia). 491-495 pp.
- Young, A.D., Lemmon, A.R., Skevington, J.H., Mengual, X., Ståhls, G., Reemer, M., Jordaens, K., Kelso, S., Lemmon, E.M., Hauser, M., De Meyer, M., Misof, B., Wiegmann, B.M. 2016. Anchored enrichment dataset for true flies (order Diptera) reveals insights into the phylogeny of flower flies (family Syrphidae). *BMC Evolutionary Biology*. 16: 143.

Nalaz invazivne vrste kukca *Acanthoscelides pallidipennis* (Motschulsky, 1874) u plodovima čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.)

A finding of invasive alien beetle species *Acanthoscelides pallidipennis* (Motschulsky, 1874) in pods of indigo bush (*Amorpha fruticosa* L.)

Matej Šag^{1*}, Tanja Žuna Pfeiffer¹, Nikolina Bek¹, Marko Ožura², Tihana Miloloža³

¹ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Ulica cara Hadrijana 8/A, 31 000 Osijek

² Veleučilište u Karlovcu, Trg Josipa Jurja Strossmayera 9, 47 000 Karlovac

³ Osnovna škola Ivan Goran Kovačić, Kralja Tomislava 25, 31 400 Đakovo

* Corresponding author E-mail address: msag@biologija.unios.hr (M. Šag)

Sažetak

Plodovi čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.), invazivne biljne vrste, prikupljeni su tijekom 2017. godine na području Pokupskog bazena i u Županji. Na plodovima žljezdastim mahunama uočeni su izletni otvori te je utvrđena prisutnost invazivne vrste kukca *Acanthoscelides pallidipennis* (Motschulsky 1873). Ova je vrsta autohtona na području Sjeverne Amerike, a njezina rasprostranjenost usko je vezana uz staništa čivitnjače i puteve širenja ove invazivne biljne vrste. Na području Pokupskog bazena u prikupljenim su uzorcima zabilježene ukupno 554 infestirane mahune, dok su u Županji bile infestirane 434 mahune te nije utvrđena statistički značajna razlika između dvaju istraživanih područja. Rezultati ukazuju na to da je kukac *A. pallidipennis* raširen u sastojinama čivitnjače na obama područjima te da je potrebno pratiti potencijal njegova širenja kako bi se spriječila infestacija i drugih biljnih vrsta, posebice onih iz porodice Fabaceae koje učestalo napada.

Ključne riječi: invazivne vrste, Bruchidae, biološka kontrola, infestirane mahune

Abstract

A pods of indigo bush (*Amorpha fruticosa* L.), an invasive plant species were collected during 2017. in the area of the Pokupski basin and in Županja. In the laboratory there were observed exit holes on pods, which determined the presence of the invasive beetle species *Acanthoscelides pallidipennis* (Motschulsky 1873). This species is native to the territory of North America, and its distribution is closely related to the habitats of the indigo bush. In the area of Pokupski basin within the collected samples there were found 554 infested pods, moreover in Županja there were 434 infested pods. Therefore, statistically significant difference was not found within two study sites. The results indicate that the *A. pallidipennis* is widespread in amorphous stands in both study sites and thus it is necessary to monitor the potential of its spreading in order to prevent infestation of other plant species, especially those from the Fabaceae family that are frequently infested.

Key words: invasive species, Bruchidae, biological control, infested pods

Uvod - Introduction

Porodica Bruchidae (žišci) obuhvaća 1346 vrsta (Kingsolver 2004) među kojima su pojedine vrste invazivne. Na području Europe invazivne vrste iz ove porodice čine oko 1,5% ukupnog broja kukaca štetnika na listovima i sjemenkama različitih biljnih vrsta (Beenen i Roques 2010). Invazivne vrste uglavnom su s područja Azije, a od ukupno 25 poznatih invazivnih vrsta 14 vrsta napada sjemenje, dok 11 vrsta napada listove biljaka (Beenen i Roques 2010). Rod *Acanthoscelides* (Schilsky 1905) pripada porodici Bruchidae i prema Kaszab (1967) obuhvaća 10 vrsta, a prema Johnsonu (1970) 43 vrste unutar istoga roda. Prema Katalogu palearktičkih vrsta kornjaša (Coleoptera), u Hrvatskoj su iz ovog roda prisutne dvije vrste, *Acanthoscelides obtectus* i *A. pallidipennis* (Danilevsky 2010). Vrsta *A. pallidipennis* u Europi je prvi puta zabilježena 1972. godine na području Mađarske (Horváth i Bujáki 2004; Yus-Ramos i sur. 2014) pod imenom *A. seminulum* (Horn) (Decelle 1979). Potom je otkrivena u Bugarskoj (Borowiec 1980) i determinirana kao nova vrsta *A. tarnawskii*. Naziv *A. pallidipennis* uveo je Wendt (1981) na temelju determinacije jedinki prikupljenih u Mađarskoj i na području bivše Jugoslavije (Szentessi 1999). Prisutnost vrste *A. pallidipennis* utvrđena je u većini europskih zemalja - Njemačkoj, Austriji, Luksemburgu, Češkoj, Slovačkoj, Poljskoj, Rumunjskoj, Italiji te u istočnom dijelu Rusije, Bosni i Hercegovini i Srbiji (Mihajlović i Stanivuković 2009; Beenen i Roques 2010; Yus-Ramos i sur. 2014; Kuprin i sur. 2018; Kolyada i Kolyada 2019). Vrsta je također široko rasprostranjena i na području Azije (Tan i sur. 1980; Borowiec 1983; Zhang i Liu 1991; Tao i sur. 1999). Ekologiju i životni ciklus vrste detaljno su opisali Rogers i Garrison (1975), Szentessi (1999) i Tuda i sur. (2001). Na temelju istraživanja prema Tuda i sur. (2001) i Kingsolver (2004) uz *A. pallidipennis* često se razvijaju i parazitske vrste iz roda *Eupelmus* (Dalman 1820) te vrste iz roda *Horismenus* - *H. missouriensis* (Ashmead 1888) i *H. productus* (Ashmead 1894). *A. pallidipennis* autohtona je vrsta kukca u Sjevernoj Americi i široko je rasprostranjena u sastojinama čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.), također autohtone biljne vrste na području Sjeverne Amerike (Gao 1991; Tuda i sur. 2001; Tuda i sur. 2006). Čivitnjača je u Europu unesena tijekom 18. stoljeća, a u Hrvatskoj je prvi puta zabilježena početkom 20. stoljeća kada je unesena s ciljem sprječavanja erozije tla te u dekorativne svrhe i kao kvalitetna medonosna biljka (Idžojić i sur. 2009; Nikolić i sur. 2014; Horvat i Franjić 2016; Špoljarić i sur. 2017). Čivitnjača je listopadni grm iz porodice mahunarki (Fabaceae). Brzo raste i razmnožava se te dostiže visinu od 1,5 do 2 m (Nikolić i sur. 2014). Brzo se širi na području Hrvatske te je okarakterizirana kao invazivna vrsta s potencijalom istiskivanja autohtonih vrsta (Weber 2005; Nikolić i sur. 2014; Vincetić i sur. 2017; Vincetić 2018). Široko je rasprostranjena u kontinentalnoj Hrvatskoj, dok je slabije prisutna u obalnom dijelu Hrvatske (Novak i Novak 2018). Naseljava vrlo različita staništa - vlažna, privremeno plavljena staništa, obale rijeka, kanala, potoka, ali i sušna staništa, rubove šuma te područja uz prometnice (slika 1.) (Szentessi 1999; Nikolić i sur. 2014; Blagojević i sur. 2015). Čivitnjača je još 1938. godine klasificirana kao uobičajena i korovna vrsta u šumama (Liović 2009). Horvat i Franjić (2016) navode da širenje čivitnjače izuzetno utječe na biološku raznolikost, osobito u šumskim sastojinama mladih nasada hrasta lužnjaka gdje ih u kompeticiji s autohtonim vrstama čivitnjača nadržava. Poznato je i njezino alelopatsko djelovanje na druge biljne vrste (Csiszár 2009; Hovanet i sur. 2015; Krstin i sur. 2020). Cilj ovog rada bio je istražiti je li vrsta *A. pallidipennis* prisutna u plodovima – žljezdastim mahunama čivitnjače u Pokupskom bazenu i Županji.



Slika 1. Uobičajeno stanište čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.) uz rubove kanala i prometnice

Figure 1. Common habitat along the edges of canals and roads of indigo bush (*A. fruticosa* L.)

Materijal i metode – *Material and methods*

Istraživanje je provedeno u lipnju 2017. godine na području Pokupskog bazena (neposredna blizina Karlovca) u središnjem dijelu Hrvatske i području Županje u istočnom dijelu Hrvatske. U vegetacijskom pokrovu na obama područjima prevladavaju nizinske šume hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) (Seletković 1996; Marjanović 2009; Tikvić i sur. 2009), a utvrđeno je i intenzivno širenje čivitnjače (Žuna Pfeiffer i sur. 2017). Na području Pokupskog bazena odabrano je 5 ploha, a u Županji 3 plohe na kojima je čivitnjača bila zastupljena s velikom brojnošću. Svaka ploha bila je veličine 5 x 5 m. Na svakoj su plohi s 3 stabla čivitnjače prikupljene žljezdaste mahune. U laboratoriju je iz svakog od prikupljenih uzoraka izdvojeno po 100 mahuna (300 mahuna po plohi). Za utvrđivanje infestiranosti (prisutnost izletnih otvora) svaka je mahuna pregledana pod binokularnom lupom Leica ZOOM 2000 Z30V. Vrsta kukca određena je pomoću binokularne lupe i ključeva za determinaciju (Tuda i sur. 2001; Kingsolver 2004; Danilevsky 2010; Li i sur. 2014; Yus-Ramos i sur. 2014; Kuprin i sur. 2018). Usporedba udjela infestiranih mahuna između dvaju područja istraživanja provedena je neparametrijskom metodom Mann-Whitney U-testom u RStudio 2021.09.0 softveru.

Rezultati i rasprava – *Results and Discussion*

U proteklom je razdoblju na istraživanim područjima zabilježeno intenzivno širenje čivitnjače. Oba područja izložena su različitim antropogenim utjecajima (npr. kretanje vozila šumskim cestama, sječa šuma, blizina prometnica), a poznato je da invazivne vrste dobro uspijevaju na ovakvim staništima (D'Auria i Zavagno 1998; Tucović i sur. 2004). Na području Hrvatske gotovo 75% invazivnih biljnih vrsta razvija se unutar antropogeno utjecanih staništa kao što su bjelogorične šume, poljodjelska zemljišta, pašnjaci, prijelazna šumska područja te nepovezana gradska područja (Nikolić i sur. 2014). Međutim, širenje čivitnjače često je praćeno i širenjem invazivnog kukca *A.*

pallidipennis koji se hrani sjemenjem u plodovima čivitnjače. Pregledom prikupljenih žljezdastih mahuna u laboratorijskim uvjetima na mahunama su utvrđeni izletni otvori (slika 2.) te izlijetanje odraslih jedinki kukca *A. pallidipennis* (slika 3.) što je ukazalo na infestiranost mahuna ovom invazivnom vrstom i njegovu prisutnost na obama istraživanim područjima. Broj infestiranih i zdravih mahuna bio je različit na istraživanim plohama (tablice 1. i 2.). Na području Pokupskog bazena utvrđena je veća razlika u omjeru infestiranih (ukupno 554) i zdravih mahuna (ukupno 946) na pojedinim plohama. Na plohi 1 utvrđen je najveći broj infestiranih mahuna (162 mahune) dok je na plohi 3 ukupan broj infestiranih mahuna (58 mahuna) bio najmanji (slika 4.). Na području Županje na plohama 1 i 2 broj infestiranih mahuna bio je sličan (155 i 151 mahuna), dok je na plohi 3 utvrđen manji broj (128) infestiranih mahuna čivitnjače (slika 4.). Neparometrijskim testom utvrđeno je da između udjela infestiranih mahuna ne postoji statistički značajna razlika između dvaju istraživanih lokaliteta ($U=45,5$; $p>0,05$ Mann-Whitneyjev test).



Slika 2. Mahune čivitnjače s izlaznim otvorima i stadiji razvoja vrste *A. pallidipennis* unutar infestiranih mahuna (otvori – narančasta strelica, kukuljice – bijela zašiljena strelica, odrasla jedinka – bijeli krug)

Figure 2. Pods of indigo bush with exit holes and development stages of *A. pallidipennis* within infested pods (exit holes – orange arrow, pupae – white pointed arrow, imago – white circle)



Slika 3. Odrasla jedinka *A. pallidipennis*

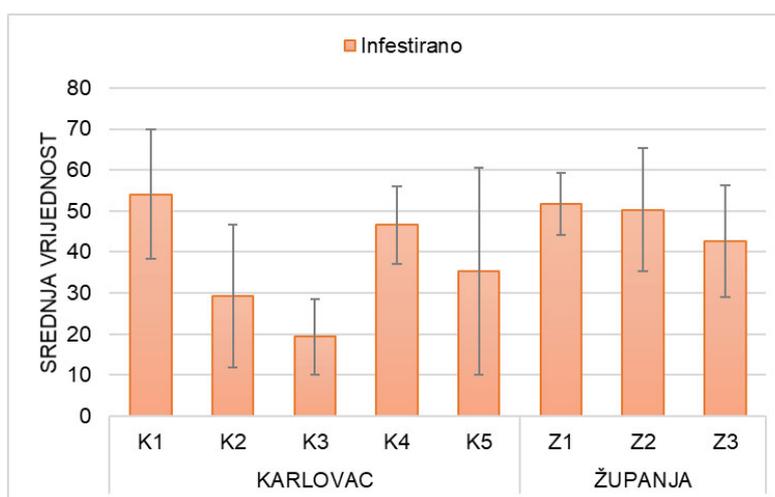
Figure 3. An imago of *A. pallidipennis*

Tablica 1. Ukupan broj infestiranih i zdravih mahuna čivitnjače na području Pokupskog bazena 2017. godine
Table 1. Total number of infested and healthy pods of indigo bush in Pokupsko Basin area in 2017.

Rezultat	Ploha 1	Ploha 2	Ploha 3	Ploha 4	Ploha 5	Σ
Infestirana mahuna	162	88	58	140	106	554
Zdrava mahuna	138	212	242	160	194	946
Σ	300	300	300	300	300	1500

Tablica 2. Ukupan broj infestiranih i zdravih mahuna čivitnjače u Županji 2017. godine
Table 2. Total number of infested and healthy pods of indigo bush in Županja in 2017.

Rezultat	Ploha 1	Ploha 2	Ploha 3	Σ
Infestirana mahuna	155	151	128	434
Zdrava mahuna	145	149	172	466
Σ	300	300	300	900



Slika 4. Odnos infestiranih mahuna na istraživanim lokacijama
Figure 4. The ratio of infested and healthy pods at the study sites

Iako se nalazi u katalogu Palearktičkih vrsta kornjaša (Danilevsky 2010), sustavno istraživanje ove vrste na području Hrvatske nije provedeno i nema točnih podataka o njezinoj rasprostranjenosti. Teško je utvrditi kada se ova vrsta pojavila u našim krajevima, ali može se pretpostaviti da je pojava usko vezana uz proces samog unošenja čivitnjače koji je u Hrvatskoj uslijedio sredinom 20. stoljeća. Istraživanje nije obuhvatilo praćenje biologije i životnog ciklusa vrste *A. pallidipennis* već utvrđivanje njegove prisutnosti na odabranim područjima. Međutim, pojedina istraživanja pokazala su da odrasle jedinke izlijeću sredinom rujna (prva generacija), dok se sredinom srpnja razvija druga generacija („bivoltine“ ciklus) koja je prezimila u odraslom obliku ovisno o ekološkim uvjetima (Tuda i sur. 2001; Gagić i sur. 2008). Prema istraživanjima Gagić i sur. (2008) na području Novog Sada prvi odrasli oblici izletjeli su iz mahuna krajem ožujka. Istraživanjem na području Mađarske utvrđeno je da se u mahunama zadržava i manji broj parazitoida (Szentesi, 1999), koji u ovom istraživanju nisu utvrđeni. Kukac *A. pallidipennis* napada i druge biljne vrste iz porodice Fabaceae,

primjerice *Astragalus* sp. i *Glycyrrhiza* sp. (Temreshev 2017), međutim u istraživanju Gagić i sur. (2013) i Szentesi (1999) utvrđeno je da ne radi invaziju na srodne biljne vrste. Stoga nekontrolirano unošenje i širenje čivitnjače može potaknuti invaziju štetnih kukaca uključujući *A. pallidipennis* (Tuda i sur. 2001; Martynov i Nikulina 2016). Širenje čivitnjače može se kontrolirati na nekoliko načina, a jedan od njih je uklanjanje mehaničkim putem iako se na taj način biljka može ponovno razviti iz zaostalih podzemnih dijelova (Idžojtić i sur. 2009). U svrhu uklanjanja primjenjuje se i metoda kontroliranih požara, dok se kao najefikasnija metoda navodi tretman herbicidima (glifosat) (Nikolić i sur. 2014). Vrsta *A. pallidipennis* mogla bi se primijeniti kao biološka kontrola za širenje čivitnjače. U istraživanju prema Gagić i sur. (2013) ovaj kukac utvrđen je kao potencijalni kandidat za agresivne mjere biološke kontrole biljaka s obzirom na to da se hrani sjemenom unutar žljezdaste mahune čivitnjače te time smanjuje mogućnost širenja i reprodukcije ove invazivne biljne vrste. S obzirom na to da su staništa čivitnjače prilično raširena i raznolika, utjecaj širenja čivitnjače, kao i potencijal širenja s njom povezanog invazivnog kukca, potrebno je detaljnije istražiti. Prema našim saznanjima, ovim istraživanjem *A. pallidipennis* prvi je puta zabilježen na području Pokupskog bazena i Županje.

Zahvala - Acknowledgement

Ovaj rad izrađen je u sklopu projekta "Amorpha fruticosa L. – prijetnja očuvanju biološke raznolikosti i sastojina hrasta lužnjaka na području Pokupskog i predjelu Spačvanskog bazena" financiranog od zaklade ADRIS, Odjela za biologiju u Osijeku i Veleučilišta u Karlovcu. Zahvaljujem se voditeljici projekta izv. prof. dr. sc. Tanji Žuna Pfeiffer na ustupljenim podacima potrebnim za izradu ovog stručnog rada.

Literatura - References

- Beenen, R., Roques, A. 2010. Leaf and Seed Beetles (Coleoptera, Chrysomelidae). Chapter 8.3. In: Roques, A. et al. (eds) Alien terrestrial arthropods of Europe. *BioRisk*. 4 (1): 267–292. DOI: 10.3897/biorisk.4.52
- Blagojević, M., Konstantinović, B., Samardžić, N., Kurjakov, A., Orlovic, S. 2015. Seed bank of *Amorpha fruticosa* L. on some ruderal sites in Serbia. *Journal of Agricultural Science and Technology B*. 5 (2): 122-128. DOI: 10.17265/2161-6264/2015.02.006
- Borowiec, L. 1980. A new species of *Acanthoscelides* Schilsky from Bulgaria (Coleoptera, Bruchidae). *Polskie Pismo Entomologiczne*. 50: 167–170.
- Borowiec, L. 1983. A survey of seed-beetles of Bulgaria (Coleoptera, Bruchidae). *Polskie Pismo Entomologiczne*. 53: 107–127.
- Csiszár, A. 2009. Allelopathic Effects of Invasive Woody Plant Species in Hungary. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*. 5: 9–17.
- Danilevsky, M.L. 2010. Apatophyseinae, pp. 142-143. In: Löbl, I., Smetana, A. (eds.): *Catalogue of Palearctic Coleoptera*, Vol. 6. Stenstrup: Apollo Books. 924 pp.
- D'auria, G., Zavagno, F. 1998. Alien plants and protected areas: synecology and dynamics of *Amorpha fruticosa* L. in the Po Valley (Northern Italy). *Archive of Geobotany*. 4: 131-136.
- Decelle, J. 1979. Un Bruchide nord-américain, *Acanthoscelides seminulum* (Horn), en voie d'indigenation en Europe centrale et meridionale. *Bulletin et Annales de la Société royale belge d'Entomologie*. 115: 28.
- Gagić, R., Mihajlović, Lj., Glavendekić, M. 2008. *Acanthoscelides pallidipennis* (Coleoptera: Bruchidae), spermatofaga bagremca (*Amorpha fruticosa* L.) i njeni prirodni neprijatelji u Srbiji. *Acta herbologica*. 17 (2): 195-201.
- Gagić-Serdar, R., Poduška, Z., Đorđević, I., Češljarić, G., Bilibajkić, S., Rakonjac, Lj., Nevenić, R. 2013. Suppression of indigo bush with pod pests. *Archives of Biological Sciences*. 65 (2): 801-806.
- Gao, M.C., Jin, H.Z., Tian, J.Q., An, S.Y., Lin, J.Y., Yang, Y.G. 1991. Study on the *Acanthoscelides pallidipennis*. *Journal of Qiqihar Teacher's College (Nature Science)*. 11(2): 61–63.

- Horvat, G., Franjić, J. 2016: Invazivne biljke kalničkih šuma. Šumarski list. 140 (1-2): 53-64. DOI: 10.31298/sl.140.1-2.6
- Horváth, Z., Bujáki, G. 2004. Biology of a new bruchid species in Hungary: *Acanthoscelides pallidipennis*. In: Proceedings of the 16th International Sunflower Conference (Fargo, USA, 29 August – 2 September, 2004). 2: 867–870.
- Hovanet, M.V., Marinas, I.C., Dinu, M., Oprea, E., Chifiriuc, M.C., Stavropoulou, E., Lazar, V. 2015. The phytotoxicity and antimicrobial activity of *Amorpha fruticosa* L. leaves extract. Romanian Biotechnological Letters. 20: 10670 – 10678.
- Idžojić, M., Poljak, I. Zebec, M., Perić, S. 2009. Biološka svojstva, morfološka obilježja i ekološki zahtjevi čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.). In A P. B. Krpan (ed.), Proceedings of Biological-Ecological and Energetic Characteristics of Indigobush (*Amorpha fruticosa* L.) in Croatia (13-13). Zagreb.
- Johnson, C.D. 1970. Biosystematics of the Arizona, California and Oregon species of the seed beetle genus *Acanthoscelides* Schilsky (Coleoptera: Bruchidae). Univ. of California Press, Berkeley, Los Angeles, London. 1-113.
- Kaszab, Z. 1967. Zsizsik-félék – Bruchidae. Magyarországi Állatvilága (Fauna Hungariae). 84 (9): 28-29.
- Kingsolver, J.M. 2004. Handbook of the Bruchidae of the United States and Canada (Insecta, Coleoptera). Technical Bulletin number 1912. Vol. 1. and 2 (Illustrations). United States Department of Agriculture. 324 pp.
- Kolyada, N.A., Kolyada, A.S. 2019. Findings of the Invasive Species *Acanthoscelides pallidipennis* (Motschulsky, 1874) on *Amorpha fruticosa* L. in Primorsky Krai. Russian Journal of Biological Invasions. 10(2): 157-159. DOI: 10/1134/S2075111719020085
- Krstin, Lj., Katanić, Z., Žuna Pfeiffer, T., Špoljarić Maronić, D., Marinčić, D., Martinović, A., Štolfa Čamagajevac, I. 2020. Phytotoxic effect of invasive species *Amorpha fruticosa* L. on germination and the early growth of forage and agricultural crop plants. Ecological Research. 1-10. DOI: 10.1111/1440-1703.12184
- Kuprin, A.V., Kolyada, N.A., Kasatkin, D.G. 2018. New invasive species *Acanthoscelides pallidipennis* (Motschulsky, 1874) (Coleoptera: Bruchidae) in the fauna of the Russian Far East. Far Eastern Entomologist. 360: 25-28. DOI: 10.25221/fee.360.4
- Li, Y., Wang, Z., Guo, J., Romero Nápoles, J., Ji, Y., Jiang, C., Zhang, R. 2014. Contribution to the knowledge of seed-beetles (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) in Xinjiang, China. ZooKeys. 466: 13–28. DOI: 10.3897/zookeys.466.7283
- Liović, B. 2009. Obnova šuma hrasta lužnjaka u uvjetima zakorovljenja čivitnjačom (*Amorpha fruticosa* L.). In: A P. B. Krpan (ed.) Proceedings of Biological-Ecological and Energetic Characteristics of Indigobush (*Amorpha fruticosa* L.) in Croatia. 14-14.
- Marjanović, H. 2009. Modeliranje razvoja stabala i elemenata strukture u mladim sastojinama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Martynov, V.V., Nikulina, T.V. 2016. New invasive phytophagous insects in woods and forest plantings of Donbass. Caucasian Entomological Bulletin. 12(1): 41-51. DOI: 10.23885/1814-3326-2016-12-1-41-51
- Mihajlović, Lj., Stanivuković, Z. 2009. Allochthonous insect species on forest and ornamental woody plants in the Republic Srpska. Glasnik Šumarskog Fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci. 11: 1-26.
- Nikolić, T., Mitić, B., Boršić, I. 2014. Flora Hrvatske: invazivne biljke. Alfa d.d. Zagreb.
- Novak, N., Novak, M. 2018. The differences in the invasiveness of some alien plant species between continental and coastal part of Croatia. Poljoprivreda. 24 (2): 63-69. DOI: 10.18047/poljo.24.2.9
- Rogers, C.E., Garrison, J.C. 1975. Seed Destruction in Indigobush *Amorpha* by a Seed Beetle. Journal of Range Management. 28 (3): 241–242. DOI: 10.2307/3897538
- Seletković, Z. 1996. Klima lužnjakovih šuma. U: Klepac, D. (glavni urednik), Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti i Hrvatske šume. 71 – 82, Vinkovci – Zagreb.
- Špoljarić Maronić, D., Sabljak, D., Štefanić, E., Žuna Pfeiffer, T. 2017. Medonosna flora i karakterizacija peluda u medu požeškog kraja. Poljoprivreda. 23 (2): 65-72. DOI: 10.18047/poljo.23.2.10
- Szentesi, Á. 1999. Predispersal seed predation of the introduced false indigo, *Amorpha fruticosa* L. in Hungary. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae. 45 (2): 125-141.
- Tan, J.J., Yu, P.Y., Li, H.X., Wang, S.Y., Jiang, S.Q. 1980. Economic Insect Fauna of China. Fascicle 18. Coleoptera: Chrysomeloidea (1). Science Press, Beijing, xiii–213 pp. [in Chinese]
- Tao, M., Nakagawa, T., Umemoto, H. 1999. Discovery of a bruchid beetle species from *Amorpha fruticosa* seeds from China. Kyushu Shokubutsu Boeki. 564: 4. [in Japanese]

- Temreshev, I.I. 2017. Adventive insect species of the Sayram-Ugam National Natural Park, Kazakhstan. *Acta Biologica Sibirica*. 3 (3): 12-22. DOI: 10.14258/abs.v3i3.3626
- Tikvić, I., Zečić, Ž., Ugarković, D., Posarić, D. 2009. Oštećenost stabala i kakvoća drvnih sortimenata hrasta lužnjaka na spačvanskom području. *Šumarski list*. 5-6: 237-248.
- Tucović, A., Isajev, V., Šijačić-Nikolić, M. 2004. Secondary range and ecophysiological characteristics of *Amorpha fruticosa* L. in Serbia. *Bulletin of the Faculty of Forestry, Beograd*. 89: 223-230.
- Tuda, M., Shima, K., Jihson, C.D., Morimoto, K. 2001. Establishment of *Acanthoscelides pallidipennis* (Coleoptera: Bruchidae) feeding in seeds of the introduced legume *Amorpha fruticosa*, with a new record of its *Eupelmus* parasitoid in Japan. *Applied Entomology and Zoology*. 36 (3): 269-276.
- Tuda, M., Rönn, J., Buranapanichpan, S., Wasano, N., Arnqvist, G. 2006. Evolutionary diversification of the bean beetle genus *Callosobruchus* (Coleoptera: Bruchidae): traits associated with stored-product pest status. *Molecular Ecology*. 15: 3541–3551.
- Vincetić, M., Žuna Pfeiffer, T., Krstin, Lj., Špoljarić Maronić, D., Ožura, M. 2017. Širenje čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.) na području Županje. Proceedings and abstracts - 10th international scientific/professional conference „Agriculture in nature and environment protection“. Mijić, P.; Ranogajec, Lj. Osijek, Glas Slavonije d.d., 167-172.
- Vincetić, M. 2018. Širenje vrste *Amorpha fruticosa* L. na području Županje. Završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, citirano: 02.07.2020. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:752109>
- Weber, E. 2005. *Invasive Plant Species of the World*. Oxon: Geobotanical Institute. Swiss Federal Institute of Technology, CABI Publishing.
- Wendt, H. 1981. Eine für Südost-Europa neue Samenkäfer-Art (Coleoptera: Bruchidae). *Folia Entomologica Hungarica*. 42: 223–226.
- Yus-Ramos, R., Ventura, D., Bensusan, K., Coello-García, P., György, Z., Stojanova, A. 2014. Alien seed beetles (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) in Europe. *Zootaxa*. 3826 (3): 401-448. DOI: 10.11646/zootaxa.3826.3.1
- Zhang, S.F., Liu, Y.P. 1991. Identification of *Acanthoscelides* species of *Amorpha fruticosa*. *Forest Pest and Disease*. 1: 42–43. [in Chinese]
- Žuna Pfeiffer, T., Krstin, Lj., Špoljarić Maronić, D., Ožura, M., Mlinarić, S., Šag, M., Štolfa Čamagajevac, I., Katanić, Z., Stević, F. 2017. *Amorpha fruticosa* L. – invazivna biljna vrsta na području Pokupskog bazena i Županje. *Veleučilište u Karlovcu*. 1-21.