

ANNO MCMLXXI FUNDATA

FRAGMENTA PHYTOMEDICA



Izdaje – Published by:
HRVATSKO DRUŠTVO BILJNE ZAŠTITE
ZAGREB, Svetošimunska cesta 25

FRAGMENTA PHYTOMEDICA, Vol. 33, No 3, 2019, str. 1-63

Zagreb, 2019.

ANNO MCMLXXI FUNDATA

FRAGMENTA PHYTOMEDICA

Izdaje – Published by:
HRVATSKO DRUŠTVO BILJNE ZAŠTITE
ZAGREB, Svetošimunska cesta 25

FRAGMENTA PHYTOMEDICA, Vol. 33, No 3, 2019, str. 1 - 63

Zagreb, 2019.

Uređivački odbor – Editorial Bord:

Renata Bažok (RH)	Ivan Ostojić (BiH.)
Jasminka Igrc Barčić (RH)	Zvonimir Ostojić (RH)
Draženka Jurković (RH)	Gabrijel Seljak (Slovenija.)
Stanislava Lazarevska (Makedonija)	Klara Barić (RH)
Dario Ivić (RH)	

Glavni urednik – Editor in Chief

Klara Barić

Tehnički urednik – Technical Editor

Ana Pintar

Jezički savjetnik – Language Advisor

Marija Flanjak, prof.

Adresa uredništva – Editor's address

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
10000 Zagreb, Svetošimunska 25
Hrvatska – Croatia
Tel: +385 1 2393-776
kbaric@agr.hr / apintar@agr.hr

Izdavač:

Hrvatsko društvo biljne zaštite (HDBZ)
Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
Zagreb, Svetošimunska cesta 25
Tel./fax: +385 1 2393-804

Časopis izlazi polugodišnje
Journal is issued twice a year.

Časopis se citira u **CAB Abstracts bazama.**

Naklada: 500

Realizacija:

Infomart Zagreb d.o.o.,

Zagreb, 2019.

SADRŽAJ**Izvorni znanstveni članci**

Mladen Šimala, Maja Pintar, Tatjana Masten Milek	<i>Scolothrips longicornis</i> Priesner, 1926 – NOVA VRSTA TRIPSA ZA HRVATSKU.....	1
Filipa Burul, Ana Pintar, Klara Barić	UTJECAJ HERBICIDA IMAZAMOKSA NA RAST SOJA KVRŽIČNE BAKTERIJE <i>Bradyrhizobium</i> <i>japonicum</i>	9
Petra Pozder, Renata Bažok	RAZVOJ I SMRTNOST AMERIČKOG CVRČKA NAKON ISHRANE NA ZDRAVOJ I FITOPLAZMAMA ZARAŽENOJ VINOVOJ LOZI.....	18

Pregledni rad

Kristijan Franin, Božena Barić	KORISNE STJENICE (INSECTA: HETEROPTERA) U BIOLOŠKOM SUZBIJANJU ŠTETNIKA U ZAŠTIĆENIM PROSTORIMA.....	32
Laura Koščak, Valentina Šoštarčić, Maja Šćepanović	BIOLOGIJA I EKOLOGIJA KOROVNE VRSTE <i>Solanum nigrum</i> L. (CRNA POMOĆNICA).....	44

CONTENTS**Original scientific paper**

Mladen Šimala, Maja Pintar, Tatjana Masten Milek	<i>Scolothrips longicornis</i> Priesner, 1926 – A NEW THRIPS SPECIES FOR CROATIA.....	1
Filipa Burul, Ana Pintar, Klara Barić	THE INFLUENCE OF HERBICIDE IMAZAMOX ON GROWTH OF STRAIN OF BACTERIA <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	9
Petra Pozder, Renata Bažok	DEVELOPMENT AND MORTALITY OF AMERICAN LEAFHOPPER (<i>Scaphoideus titanus</i> BALL.) ON HEALTHY AND PHYTOPLASMA INFECTED GRAPEVINE.....	18
Review		
Kristijan Franin, Božena Barić	BENEFICIAL TRUE BUGS (INSECTA: HETEROPTERA) IN BIOLOGICAL CONTROL OF PESTS IN GREENHOUSES.....	32
Laura Koščak, Valentina Šoštarčić, Maja Šćepanović	BIOLOGY AND ECOLOGY OF <i>Solanum nigrum</i> L. (BLACK NIGHTSHADE).....	44

Izvorni znanstveni rad
Original scientific paper

***Scolothrips longicornis* Priesner, 1926 – A NEW THRIPS SPECIES FOR CROATIA**

Mladen ŠIMALA, Maja PINTAR, Tatjana MASTEN MILEK
Centar za zaštitu bilja, Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu,
Gorice 68b, 10000 Zagreb
mladen.simala@hapih.hr
Prihvaćeno: 29-4-2019

SUMMARY

Scolothrips longicornis Priesner, 1926 (Thysanoptera: Thripidae: Thripinae) is a predaceous thrips species originating from Western-Palaearctic zoogeographical region. It is a predator of all stages of spider mites from the family Tetranychidae. *S. longicornis* has been recorded in many European countries: Poland, Czech Republic, Slovakia, Hungary, Romania, Austria, France, Spain, Italy, United Kingdom and Finland. In Europe, findings of six species from the genus *Scolothrips* Hinds, 1902, have been recorded, *S. longicornis* including. *S. longicornis* was found for the first time in Croatia in 2017 on leaves of soybean and ornamental plants *Hydrangea* sp. and *Datura* sp. in greenhouses. In 2018, the species was also recorded on indoor *Alocasia* sp. Predatory thrips species was present on leaves of plants in association with polyphagous spider mite *Tetranychus urticae* Koch, 1889. Thrips and spider mites present in collected samples were identified to the species level on the basis of microscopic morphological characters, using classical identification method according to relevant morphological keys. Since, *S. longicornis* is a new thrips species for the fauna of Croatia and one of the numerous newly discovered, the last published national check list of thrips fauna should be updated.

Ključne riječi: Croatia, first record, predaceous thrips, *Scolothrips longicornis*, Thysanoptera

***Scolothrips longicornis* Priesner, 1926 – NOVA VRSTA TRIPSA ZA HRVATSKU**

SAŽETAK

Scolothrips longicornis Priesner, 1926 (Thysanoptera: Thripidae: Thripinae) je predatorska vrsta tripsa podrijetlom iz Zapadno-Palearktičke zoogeografske regije. Predator je svih razvojnih stadija grinja iz porodice Tetranychidae. *S.*

longicornis je zabilježen u mnogim europskim državama, između ostalih i u: Poljskoj, Češkoj, Slovačkoj, Mađarskoj, Rumunjskoj, Austriji, Francuskoj, Španjolskoj, Italiji, Ujedinjenom Kraljevstvu i Finskoj. U Europi je zabilježeno šest vrsta iz roda *Scolothrips* Hinds, 1902, uključivo i *S. longicornis*. Vrsta *S. longicornis* je u Hrvatskoj prvi puta nađena 2017. na listovima soje i ukrasnih biljaka *Hydrangea* sp. i *Datura* sp. u zaštićenom prostoru. Također je zabilježena i 2018. na vrsti *Alocasia* sp. u zaštićenom prostoru. Predatorska vrsta tripsa je na listovima biljaka bila prisutna u zajednici s polifagnom grinjom *Tetranychus urticae* Koch, 1889. Tripsi i grinje prikupljeni u uzorcima identificirani su klasičnom metodom do razine vrste na osnovi mikroskopskih morfoloških karakteristika, uz pomoć relevantnih ključeva za determinaciju. Budući da je *S. longicornis* nova vrsta tripsa za faunu Hrvatske i jedna od mnogih nedavno novootkrivenih, trebalo bi ažurirati posljednje objavljeni nacionalni popis vrsta.

Ključne riječi: Hrvatska, prvi nalaz, grabežljivi trips, *Scolothrips longicornis*, Thysanoptera

INTRODUCTION

Thrips can be phytophagous, pollenophagous, mycetophagous, predaceous or general feeders (Lewis, 1973). *Scolothrips longicornis* Priesner, 1926 (Thysanoptera: Thripidae: Thripinae) is a Western-Palearctic predaceous thrips species (zur Strassen, 2003). It is native to Iran (Pakyari, 2012). Currently, genus *Scolothrips* Hinds, 1902 comprises 16 worldwide distributed species (ThripsWiki, 2019). In Europe, the species *S. longicornis* is known from many countries (Mound et al., 1976; Marullo, 2003; Mirab-balou et al., 2011; Masarović et al., 2013; Marullo & De Grazia, 2013). In addition to *S. longicornis*, Zur Strassen (2003) cites 5 more species from this genus recorded in Europe. The latest check-list of thrips recorded in Croatia contains 119 species, but none from the genus *Scolothrips* (Raspudić et al., 2003). Species of the thripid genus *Scolothrips* are well known as predators of leaf-feeding mites (Mirab-balou et al., 2013). Under the name “six-spotted thrips”, these insects are sometimes marketed as biocontrol agents (Mound, 2011). *S. longicornis* is a native beneficial thrips species in the Mediterranean and Middle East areas. It is common in crops suffering from infestation with spider mites such as bean, cucumber and eggplant and it can be used in combination with phytoseiid mites in management programs (Fathipour & Maleknia, 2016). This acarophagous thrips is an important predator of numerous pest spider mites species (Acari: Tetranychidae) such as *Tetranychus urticae* Koch, 1836, *Tetranychus turkestanii* Ugarov & Nikolskii, 1937 and *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval, 1867 (Selhorst et al., 1991; Pakyari et al., 2009; Gheibi & Hesami, 2011). Spider mites of all stages appear to be its prey (Lewis, 1973).

MATERIALS AND METHODS

Thrips were collected in 2017 and 2018, during visual inspections of plants with symptoms of feeding, with a help of a magnifying lens of 10 times magnification, while performing a survey on *Thrips setosus* Moulton, 1928 in Croatia. Thrips were sampled by beating of plants on a white paper surface for subsequent laboratory analysis. Several adult thrips specimens were collected from plant leaves with fine brush and immersed into Eppendorf vials containing AGA solution (10 units of 60 % ethyl-alcohol, 1 unit of glycerol and 1 unit of glacial acetic acid). All sampled thrips specimens were slide mounted in Canada balsam according to the standard method (Mound & Kibby, 1998) and examined using an Olympus BX 51 high power microscope (magnification 100-400x), equipped with a DP 25 Digital Camera. Thrips were identified to the species level on the basis of microscopic morphological characters of adult females, using classical identification method according to morphological key by Zur Strassen (2003). Verification of identification of thrips species was done by G. Seljak from Nova Gorica, Slovenia. Slide-mounted specimens were labelled with all data relevant for faunistic entry and deposited in the collection of Laboratory for zoology of Centre for Plant Protection. Additionally, spider mites and thrips associated with *S. longicornis* found on inspected plants were also identified microscopically on the basis of slide mounted specimens according to morphological keys for spider mites by Zhang et al. (2002), Zhang (2003) and for thrips by zur Strassen (2003).

RESULTS AND DISCUSSION

S. longicornis was found in Croatia on soybean leaves in Ilovski Klokočevac and on ornamental plants *Hydrangea* sp. and *Datura* sp. in greenhouses in Turanj and Dubrava Šibenska in 2017. This species was recorded again in 2018 on *Alocasia* sp. plants in a greenhouse in Umag (Table 1).

Table 1 Findings of *S. longicornis* in Croatia in 2017 and 2018.

Tablica 1. Nalazi tripsa *S. longicornis* u Hrvatskoj 2017. i 2018.

County Županija	Locality and GPS coordinate Lokalitet i GPS koordinata	Plant family Porodica biljke	Plant species Vrsta biljke	Date Datum	Associated thrips species Prateće vrste tripsa	Associated spider mite species Prateće vrste grinja
Bjelovar Bilogora	Ilovski Klokočevac N 45°37'17.61" E 17°1'45.85"	Fabaceae	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	2017 July, 7 th	<i>Thrips tabaci</i> Lindeman, 1889	<i>Tetranychus</i> <i>urticae</i> Koch, 1836
Zadar	Turanj N 43°58'13.6" E 15°24'55.39"	Hydrangeaceae	<i>Hydrangea</i> sp.	2017 July, 20 th	-	<i>Tetranychus</i> <i>urticae</i> Koch, 1836
Šibenik Knin	Dubrava Šibenska N 43°44'8.4" E 15°56'49.47"	Solanaceae	<i>Datura</i> sp.	2017 July, 24 th	<i>Thrips tabaci</i> Lindeman, 1889	<i>Tetranychus</i> <i>urticae</i> Koch, 1836
Istria	Umag N 45°25'34.09" E 13°33'1.12"	Araceae	<i>Alocasia</i> sp.	2018 October, 4 th	-	<i>Tetranychus</i> <i>urticae</i> Koch, 1836

Based on recently published literature (Zur Strassen, 2003; Šimala & Masten Milek, 2008; Raspudić & al., 2009; Šimala & al., 2017) and comparison to the latest check-list of Thysanoptera in Croatia (Raspudić & al., 2003), *S. longicornis* is a newly recorded species for the thrips fauna in Croatia. Both adults and larvae of the predatory thrips *S. longicornis* were present on leaves of all inspected plant species in association with high population density of the polyphagous plant-feeding two spotted spider mite *T. urticae*, especially in indoor conditions. In addition to *T. urticae* in soybean crop and on *Datura* sp. plants, *S. longicornis* was recorded in mixed population with *Thrips tabaci* Lindeman, 1889, a widespread, serious agricultural thrips pest to various crops in Croatia.

The most important morphological characters for microscopic identification of an adult thrips belonging to the genus *Scolothrips* are six (rarely five) pairs of exceptionally long setae on the pronotum as well as a similar pair arising between the ocelli (Mound, 2011). This genus from the subfamily Thripinae is also easily recognizable by the presence of dark bands on forewings (Masumoto, 2010). Adult female specimens obtained from collected samples fully coincide with all morphological characters in listed descriptions and illustrations for the genus *Scolothrips* by Mound (2011) and Masumoto (2010). According to zur Strassen (2003), adult female of *S. longicornis* may be distinguished morphologically from five other species of the genus *Scolothrips* recorded in Europe by the number of dark bands on forewings, colour of the antennal segment II and the presence or absence of darker patterns on thorax and abdomen. Species *S. longicornis*, *Scolothrips uzeli* (Schille, 1911), *Scolothrips latipennis* Priesner, 1950 and *Scolothrips lanzarotensis* Priesner, 1933 have three dark bands on forewings, including clavus, while *Scolothrips quadrimaculatus* Priesner, 1933 has two dark bands on each forewing, while in *Scolothrips tenuipennis* zur Strassen, 1965 they lack completely. *S. longicornis* differs from the other species with three dark bands on forewings by white or whitish-yellow colour of the antennal segment II (dark in other species) and by absence of darker patterns on thorax and abdomen (present in other three species).

Females of *S. longicornis* are all macropterous with body length 1,14-1,38 mm, while males are hemi-macropterous and slightly smaller with body length 0,8-1,06 mm. Body, legs and antennae are yellowish white. Forewings are pale with three narrow dark cross-bands of which the basal one is confined to clavus and the distal one is slightly paler than the sub-basal one (Figure 1).



Figure 1 Microscopic slide of *S. longicornis* female (photo: M. Šimala)
Slika 1. Mikroskopski preparat ženke *S. longicornis* (snimio: M. Šimala)

Head is wider than it is long. Antennae are 8-segmented with a long forked sense cone on third and fourth segment (Figure 2). First two antennal segments are white, while others are pale yellow. Three pairs of ocellar setae are present on the head, of which the third pair is very long and arises on the anterior margin of the ocellar triangle (Figure 3). Postocular setae are small and the first pair behind the hind ocelli are close together. Pronotum has six pairs of very long setae (Figure 3). Paired postero-median discal setae are absent.



Figure 2 Sense cone on antennae segment IV (photo: M. Šimala)
Slika 2. Osjetilni konus na četvrtom članku ticala (snimio: M. Šimala)



Figure 3 *S. longicornis*: pair III of ocellar setae (red arrows) and very long setae on pronotum (red circles) (photo: M. Šimala)

Slika 3. *S. longicornis*: treći par ocelarnih čekinja (crvene strelice) i vrlo duge čekinje na pronotumu (crvene kružnice) (snimio: M. Šimala)

Matanotum is weakly reticulated, without campaniform sensilla. Median pair of setae on metanotum arises at anterior margin. Mesosternal and metasternal furca are with spinula. Seven long setae are present on the forewing's first and second vein respectively (Figure 4).

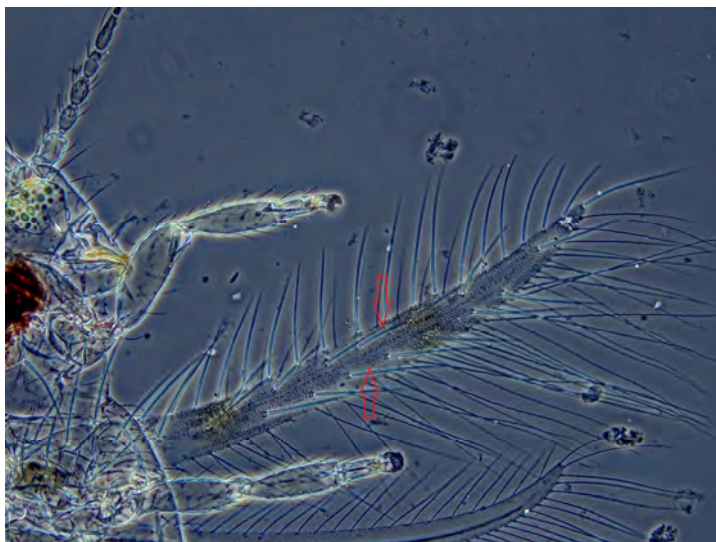


Figure 4 Forewing of *S. longicornis* (first and second vein are marked with red arrows) (photo: M. Šimala)

Slika 4. Prednje krilo *S. longicornis* (prva i druga žila označene su crvenim strelicama) (snimio: M. Šimala)

Abdominal tergites have no sculpture medially, with median pair of small setae far apart. Postero-marginal comb on tergite VIII is absent. Tergite IX has only one pair of campaniform sensilla. Tergite X lacks median split. Sternites have no discal setae. Pair of setae S1 is arising in front of margin of sternite VII.

CONCLUSIONS

First record of species *S. longicornis* is not valuable only for faunistics and systematics of thrips in Croatia, but also for the practical agriculture. After the last check-list of thrips fauna was published in 2003, numerous new species have been discovered in Croatia, including *S. longicornis*. Therefore, the list should be amended and complemented. Although thrips are generally considered to be agricultural pests, *S. longicornis* is a beneficial species, and as a predator of phytophagous spider mites presents a suitable biological control agent.

ACKNOWLEDGEMENT

Thanks are due to retired colleague, M.Sc. Gabrijel Seljak for the positive identification confirmation of *Scolothrips longicornis*.

REFERENCES

- FATHIPOUR, Y., MALEKNIA, B. (2016). Mite Predators. In: Eco friendly Pest Management for Food Security. Chapter 11: 329-366.
- GHEIBI, M., HESAMI, S. (2011). Life Table and Reproductive Table Parameters of *Scolothrips Longicornis* (Thysanoptera: Thripidae) as a Predator of Two-Spotted Spider Mite, *Teranychus Turkestani* (Acari: Tetranychidae). World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Bioengineering and Life Sciences, 5, 12: 866-868.
- LEWIS, T. (1973). Thrips as crop pests. CAB International. Wallingford, UK: 740 pp.
- MARULLO, R. (2003). Conoscere i Tisanotteri. Guida al riconoscimento delle specie dannose alle colture agrarie. Edagricole. Bologna, Italy: 75 pp.
- MARULLO, R., DE GRAZIA, A. (2013). Territorial distribution, classification and relationships amongst Italian Thysanoptera. Bulletin of Insectology, 66, 1: 127-134.
- MASAROVIĆ, R., DORIČOVA, M., FEDOR, P. (2013). The first record of predaceous *Scolothrips longicornis* Priesner 1926 (Thysanoptera: Thripidae) in Slovakia. Journal of Central European Agriculture, 2013, 14, 2: 721-728.
- MASUMOTO, M. (2010). Key to Genera of the Subfamily Thripinae (Thysanoptera: Thripidae) Associated with Japanese Plant Quarantine. Res. Bull. Pl. Prot. Japan, 46: 25-59.
- MIRAB-BALOU, M., TONG, X. L., FENG, J. N., CHEN, X. X. (2011). Thrips (Insecta: Thysanoptera) of China. Check List. Journal of species lists and distribution, 7, 6: 720-744.
- MIRAB-BALOU, M., MINAEI, K., CHEN, X. X. (2013). An illustrated key to the genera of Thripinae (Thysanoptera, Thripidae) from Iran. ZooKeys, 317: 27-52.

MOUND, L. A., MORISON, G. D., PITKIN, B. R., PALMER, J. M. (1976). Thysanoptera. Handbooks for the Identification of British Insects. Vol. 1, 11, Royal Entomological Society of London, London: 79 pp.

MOUND, L. A., KIBBY, G. (1998). Thysanoptera. An Identification Guide. 2nd edition. Wallingford, UK, CAB International: 70 pp.

MOUND, L. A. (2011). Species recognition in the genus *Scolothrips* (Thysanoptera, Thripidae), predators of leaf-feeding mites. *Zootaxa*, 2797: 45-53.

PAKYARI, H., FATHIPOUR, Y., REZAPANAH, M., KAMALI, K. (2009). Temperature-dependent functional response of *Scolothrips longicornis* (Thysanoptera: Thripidae) preying on *Tetranychus urticae*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 12: 23-26.

PAKYARI, H. (2012). Spatial distribution pattern of *Tetranychus urticae* and its egg predator *Scolothrips longicornis* on different bean cultivars. *Mum. Ent. Zool.*, Vol. 7, 1: 243-254.

RASPUDIĆ, E., IVEZIĆ, M., JENSER, G. (2003). Check list on Thysanoptera in Croatia. *Entomol. Croat.*, 7, 1-2: 35-41.

RASPUDIĆ, E., IVEZIĆ, M., BRMEŽ, M., TRDAN, S. (2009). Distribution of Thysanoptera species and their host plants in Croatia. *Acta agriculturae Slovenica* 93: 275-283.

SELHORST, T., SÖNDGERATH, D., WEIGAND, S. (1991). A model describing the predator-prey interaction between *Scolothrips longicornis* and *Tetranychus cinnabarinus* based upon the Leslie theory. *Ecological Modelling* 59: 123-138.

ŠIMALA, M., MASTEN MILEK, T. (2008). Thysanoptera species recorded in greenhouses in Croatia from 2003-2006. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 43, 2: 373-383.

ŠIMALA, M., PINTAR, M., MASTEN MILEK, T., MARKOTIĆ, V., BJELJA, Ž. (2017). Rezultati programa posebnog nadzora karantenskih vrsta tripsa iz roda *Scirtothrips* Shull, 1909 na agrumima u Hrvatskoj. *Glasilo biljne zaštite* Vol. 17, 6: 523-538.

THRIPSWIKI (2019). ThripsWiki - providing information on the World's thrips. (<http://thrips.info/wiki/>), accessed 21st March 2019.

ZHANG, Z. Q., HENDERSON, R., FLYNN, A., MARTIN, N.A. (2002). Key to Tetranychidae of New Zealand. *Landcare Research*, Auckland: 62 pp.

ZHANG, Z. Q. (2003). Mites of greenhouses. Identification, biology and control. CABI Publishing, Wallingford; 244 pp.

ZUR STRASSEN, R. (2003). Die terebranten Thysanopteren Europas und des Mittelmeer-Gebietes. *Die Tierwelt Deutschlands* 74, Verlag Goecke & Evers, Keltern: 277 pp.

Izvorni znanstveni rad
Original scientific paper

UTJECAJ HERBICIDA IMAZAMOKSA NA RAST SOJA KVRŽIČNE BAKTERIJE *Bradyrhizobium japonicum*

Filipa BURUL^{*}, Ana PINTAR¹, Klara BARIĆ¹

¹Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod herbologiju,
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb

^{*}Izvod iz završnog rada "Utjecaj herbicida na rast kvržičnih bakterija",
Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
apintar@agr.hr

Prihvaćeno: 10-5-2019

SAŽETAK

Simbiotska fiksacija dušika najznačajniji je tip biotičke fiksacije. Nastaje kao rezultat simbiotskog odnosa između kvržičnih bakterija (rizobija) i korijena leguminoza. Budući da je primjena herbicida neizostavna mjera u tehnologiji uzgoja leguminoza i zbog činjenice da se nakon primjene najveći dio herbicida zadržava u sloju tla u kojem je i najveća aktivnost mikroorganizama, upravo se herbicidi navode kao jedni od glavnih činitelja koji utječu na uspostavu simbiotskog odnosa, a time i na učinkovitost kvržičnih bakterija. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj različitih koncentracija herbicida imazamoksa na rast soja bakterije *Bradyrhizobium japonicum*. Istraživanje je provedeno u laboratorijskim (*in vitro*) uvjetima. Za istraživanje je korišten pripravak Pulsar 40 koji sadrži 40 g a. t. l⁻¹ pripravka. Utjecaj imazamoksa na rast soja bakterije *B. japonicum* utvrđivan je filter-disk metodom. Istraživane koncentracije imazamoksa iznosile su 0; 0,2; 0,4; 0,8 i 1,6 mg a. t. ml⁻¹ vode. Koncentracija od 0,2 mg imazamoksa ml⁻¹ vode odgovara koncentraciji imazamoksa koja se uobičajeno primjenjuje u praksi (1,0 l pripravka u 200 l vode ha⁻¹). Nijedna istraživana koncentracija nije iskazala inhibitorni učinak na rast bakterije *B. japonicum*. Stimulativan učinak imazamoksa na rast soja istraživane bakterije najizraženiji je bio pri koncentraciji od 0,4 mg a. t. ml⁻¹, dok je pri ostalim koncentracijama (0,2; 0,8 i 1,6 mg ml⁻¹) utvrđen sporiji rast bakterijskih kolonija u odnosu na kontrolnu varijantu.

Ključne riječi: simbiotska fiksacija dušika, herbicidi, kvržične bakterije, filter-disk metoda

THE INFLUENCE OF HERBICIDE IMAZAMOX ON GROWTH OF STRAIN OF BACTERIA *Bradyrhizobium japonicum*

SUMMARY

Symbiotic nitrogen fixation is the most important type of biotic fixation, and it emerges as a result from the symbiotic relationship between nodule bacteria (rhizobia) and leguminosae. Since herbicide application is an indispensable measure in leguminous breeding technology, due to the fact that after application most of the herbicide is retained in the soil layer where is the largest activity of microorganisms, herbicides are mentioned as one of the main factors affecting the establishment of symbiotic relationship, and hence on the effectiveness of root-nodule bacteria. The objective of this research was to determine the influence of different concentrations of imazamox on the growth of *B. japonicum* strain. The research was conducted in laboratory (*in vitro*) conditions, and the influence of imazamox on *B. japonicum* was determined by a filter-disk method. For research was used herbicide Pulsar 40 which contained 40 g of imazamox in 1 l. Investigated concentrations of herbicide imazamox were 0.0; 0.2; 0.4; 0.8 and 1.6 mg a. i. ml⁻¹, where concentration of 0.2 mg a. i. ml⁻¹ presents amount of herbicide which is usually applied in the field (1.0 l of Pulsar 40 in 200 l of water per ha). Neither concentration showed an inhibitory effect on *B. japonicum*. The stimulative effect of imazamox on growth of *B. japonicum* strain was most pronounced at concentration of 0.4 mg a. i. ml⁻¹, while at other concentrations (0.2; 0.8 and 1.6 mg a. i. ml⁻¹) the growth of bacterial colonies was slower.

Key words: symbiotic nitrogen fixation, herbicides, root-nodule bacteria, filter-disc method

UVOD

Dušik je neizostavni element u ishrani bilja i jedan od najznačajnijih činitelja postizanja visokih prinosa. Iako su listovi leguminoznih biljaka u izravnom kontaktu s atmosferom koja je bogata dušikom (79 %), dušik se nalazi u molekularnom obliku (N₂) čiju trostruku vezu biljke ne mogu *slomiti* i time ga iskoristiti u ishrani. Dušik je biljkama dostupan jedino u amonijačnom (NH₄) ili nitratnom (NO₃) obliku koji se dobiva abiotičkom ili biotičkom fiksacijom molekularnoga (atmosferskog) dušika. Abiotički put podrazumijeva prirodnu (munje, izgaranje) i umjetnu fiksaciju Haber-Boschovim postupkom kojim se molekularni dušik pretvara u amonijak koji se koristi u proizvodnji mineralnih dušičnih gnojiva, dok biotička fiksacija obuhvaća asimbioznu, simbioznu i asocijativnu fiksaciju (Newton, 1999).

Suvremena poljoprivredna proizvodnja uglavnom se oslanja na prihranu mineralnih dušičnih gnojiva. To ima niz nedostataka. Zbog njihove prekomjerne primjene dolazi do ispiranja nitrata, što uzrokuje onečišćenje podzemnih voda,

emisije stakleničkih plinova i gubitka plodnosti tla (Biswas i Gresshoff, 2014; Rajnović, 2017). Osim toga za svaki postupak u proizvodnji dušičnih gnojiva potrebna su fosilna goriva zbog čega taj proces zahtijeva čak i šest puta više energije nego što je potrebno za proizvodnju kalijevih (K) ili fosfornih (P) gnojiva (Biswas i Gresshoff, 2014; Santi i sur., 2013). Zbog toga biotička fiksacija atmosferskog dušika ima ekonomske, ekološke i energetske prednosti pred sintetičkim izvorima dušika. Stoga je kvantitativno najučinkovitiji tip biotičke fiksacije dušika simbiotska fiksacija koja podrazumijeva simbiotski odnos između leguminoza i kvržičnih bakterija (Zahran, 1999). Simbiotskim odnosom fiksira se oko $40 - 80 \times 10^6$ t atmosferskog dušika godišnje, dok se sintetičnim Haber-Boschovim postupkom fiksira $30 - 60 \times 10^6$ t dušika godišnje (de Vos, 1986). Stoga učinkovita simbiotska fiksacija dušika može značajno smanjiti potrebu primjene mineralnih dušičnih gnojiva u usjevu leguminoza (Topol i Kanižai Šarić, 2013). Čak je i povećanje prinosa usjeva uzgajanih nakon žetve leguminoza često jednako prinosu koji se očekuje nakon primjene $30 - 80$ kg/ha mineralnog dušičnog gnojiva (Zahran, 1999). Zahvaljujući tome u većini slučajeva primjena mineralnih dušičnih gnojiva može se značajno smanjiti, dok u nekim slučajevima može i u potpunosti izostati (Friščić i sur., 2011). Simbiotski odnos zasniva se na izmjeni hraniva između bakterije i biljke domaćina. Leguminoze produktima fotosinteze opskrbljuju bakterije fiksatore dušika ugljikom koji je bakterijama potreban za rad enzima nitrogenaze koji katalizira reakciju fiksacije atmosferskog dušika. Zauzvrat bakterije opskrbljuju leguminoze dušikom uglavnom u obliku amonijaka (Howard i Rees, 1996).

Zbog naglašene zastupljenosti u proizvodnji veliku važnost među leguminozama ima soja (*Glycine max* (L.) Merr.). Ističe se širokom namjenom i kakvoćom zrna koje, ovisno o sorti i uvjetima uzgoja, ima visok sadržaj bjelančevina (30 - 50 %) i ulja (18 - 24 %), što ju čini jednom od najznačajnijih uljnih i bjelančevinastih kultura u svijetu (Vratarić i Sudarić, 2000). Njezina važnost proizlazi i zbog simbiotskog odnosa s kvržičnom bakterijom *Bradyrhizobium japonicum* koja je fiksator atmosferskog dušika. Spomenuti odnos joj omogućuje da bez upotrebe mineralnih dušičnih gnojiva zadovolji vlastite potrebe za dušikom (Blažinkov i sur., 2010). Također je važna i kao kultura u plodoredu jer obogaćuje tlo dušikom ($40 - 60$ kg N/ha) i na taj način znatno poboljšava plodnost tla (Vratarić i Sudarić, 2000).

Razvoj i aktivnost kvržičnih bakterija pod utjecajem je različitih okolišnih čimbenika. Kad je nepovoljno djelovanje jednog ili više čimbenika, može doći do smanjenja njihove aktivnosti, a u ekstremnim slučajevima i do potpunog izostanka aktivnosti, odnosno nestanka iz tla. Tada se leguminoze više ne mogu koristiti dušikom iz atmosfere, već su kao i ostale kultivirane biljke upućene na dušik iz tla dobiven prihranom (Redžepović i sur., 1986). Stoga je važno kvržičnim bakterijama osigurati povoljne uvjete u tlu kako bi leguminoze imale na raspolaganju neiscrpane količine *besplatnog* atmosferskog dušika. Abiotski ili biotski stres koji smanjuje aktivnost biljke također će smanjiti i fiksaciju dušika,

odnosno aktivnost kvržičnih bakterija (Zahran, 1999; Lindemann i Glover, 2013). To se može dogoditi zbog saliniteta, nepovoljne vrijednosti pH tla, nedostatka hraniva u tlu, temperaturnih oscilacija, previsoke ili preniske vlažnosti tla te zbog uzročnika bolesti usjeva. Gnojidba mineralnim dušičnim gnojivima i primjena pesticida također mogu negativno djelovati na aktivnost kvržičnih bakterija (Eaglesham, 1989). Zahran (1999) navodi da primjena pesticida ima najveći utjecaj na aktivnost kvržičnih bakterija.

Zbog relativno širokog međurednog razmaka (45 - 50 cm) u uzgoju soje korovi predstavljaju veliki problem zbog čega je primjena herbicida redovito obvezna mjera borbe protiv korova (Barić i Ostojić, 2000). Budući da se nakon aplikacije najveći dio herbicida zadržava u površinskom sloju tla (od 0 do 15 cm), interakcija mikroorganizama i herbicida neizbježna je (Cycon i sur., 2007). Interakcija, odnosno herbicidi mogu imati inhibitorni, stimulatívni ili indiferentni utjecaj na kvržične bakterije. Do kakve interakcije će doći ovisi o fizikalno-kemijskim svojstvima herbicida, dozaciji, vrstama prisutnih mikroorganizama, sadržaju mineralne i organske tvari u tlu, mehaničkom sastavu, vlažnosti, temperaturi i pH-reakciji tla (Trimurtulu i sur., 2015; Radivojević i sur., 2007). Djelovanje herbicida odražava se na bioraznolikost mikroorganizama, njihovu brojnost, aktivnost i ritam razmnožavanja (Johnsen i sur., 2001). Ako se radi o osjetljivim skupinama, herbicidi mogu izazvati propadanje mikroorganizama tla, uključujući i fiksatore dušika (Blažinkov i sur., 2014). Mogu izravno utjecati na rast i razvoj fiksatora dušika, na sposobnost preživljavanja (održavanja), izmjenu signala između bakterije i biljke domaćina, formiranje kvržica na korijenu i na aktivnost nitrogenaze. Osim izravnog utjecaja na kvržične bakterije, herbicidi mogu fitotoksično djelovati na biljku domaćina (Welley i sur., 2006), odnosno mogu remetiti metabolizam biljke i time neizravno ometati simbiozu.

Važno je istaknuti da postoje vrste mikroorganizama koje su sposobne razgrađivati herbicide, odnosno kao organske molekule koriste ih kao izvor energije za metaboličke aktivnosti i fiziološke procese (Ostojić 1989; Trimurtulu i sur., 2015).

Po načinu ishrane kvržične su bakterije kemoorganotrofi (kemoheterotrofi), što znači da ugljik i energiju dobivaju oksidacijom organskih spojeva. Time se objašnjava njihova potencijalna uloga u razgradnji herbicida, a posljedično i stimulirajući utjecaj određenih herbicida na njihov rast (Lorite i sur., 2014).

Budući da je primjena herbicida u leguminozama sastavni dio tehnologije uzgoja, cilj je ovog istraživanja bio utvrditi utjecaj različitih koncentracija herbicida imazamoksa, kao često korištenog herbicida u soji, na rast i razvoj soja bakterije *Bradyrhizobium japonicum*.

MATERIJALI I METODE RADA

Za utvrđivanje učinka različitih koncentracija herbicida imazamoksa korištena je filter-disk metoda ili disk-difuzijski postupak. Na prethodno steriliziranu hranjivu podlogu Tryptic Soy Agar (TSA) u Petrijevim zdjelicama (promjera 90 cm) naciepljen je 1 ml referentnog soja bakterije *B. japonicum* koji je odabran iz kolekcije sojeva Zavoda za mikrobiologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Nakon naciepljivanja na hranjivu podlogu stavljena su četiri diska promjera 7 mm koji su prethodno natopljeni (do pune saturacije) različitim koncentracijama imazamoksa. Za istraživanje je korišten herbicidni pripravak Pulsar 40 koji sadrži 40 g imazamoksa u L⁻¹ pripravka. Istraživane koncentracije imazamoksa iznosile su 0; 0,2; 0,4; 0,8 i 1,6 mg a. t. ml⁻¹ destilirane vode. Koncentracija od 0,2 mg a. t. ml⁻¹ vode odgovara koncentraciji koja se uobičajeno primjenjuje u praksi (1,0 L/ha pripravka u 200 l vode). Svaka istraživana koncentracija herbicida postavljena je u četiri ponavljanja. Inkubacija se odvijala u klima-komori pri konstantnim uvjetima temperature (30 °C) i relativne vlage zraka (61 %).

Utvrdjivanje učinka imazamoksa na rast soja *B. japonicum* obavljan je vizualnom ocjenom 5, 7 i 14 dana nakon naciepljivanja (DNN). Vizualna ocjena podrazumijevala je subjektivnu ocjenu rasta bakterijskih kolonija oko diskova.

REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati učinka različitih koncentracija herbicida imazamoksa na soj bakterije *B. japonicum* 5, 7 i 14 DNN prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Prosječna vizualna ocjena utjecaja različitih koncentracija imazamoksa na rast soja bakterije *B. japonicum* 5, 7 i 14 dana nakon naciepljivanja (DNN)

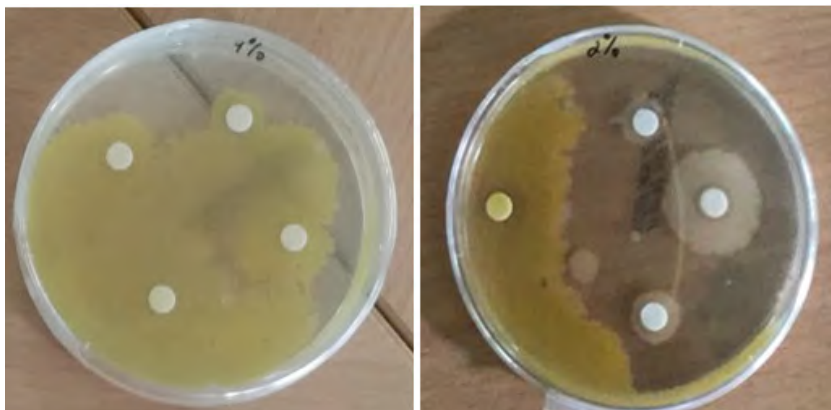
Table 1 Visual assessment for influence of different concentrations of imazamox on growth of *B. japonicum* strain 5, 7 and 14 days after inoculation (DAI)

	Koncentracija imazamoksa, mg/ml vode			
DNN	0,2	0,4	0,8	1,6
5	+	++	+	+/-
7	+	++	+	+/-
14	+	++	++	+

++ = pojačan rast soja oko diskova; + = umjeren rast soja oko diskova; +/- = sporiji rast soja oko diskova

Prema prikazanim rezultatima vidi se da kod ocjenjivanja 5 i 7 DNN nisu utvrđene razlike u učinku istraživanih koncentracija imazamoksa na bakteriju *B. japonicum*. Kod oba termina ocjenjivanja pojačan rast soja istraživane bakterije

oko diskova utvrđen je pri koncentraciji imazamoksa od $0,4 \text{ mg ml}^{-1}$. Nešto sporiji rast, u odnosu na ovu koncentraciju, utvrđen je pri koncentraciji od $0,2$ i $0,8 \text{ mg ml}^{-1}$ (slika 1.). Kod najviše korištene koncentracije ($1,6 \text{ mg ml}^{-1}$) imazamoksa također je utvrđen rast bakterije, ali je bio znatno sporiji u odnosu na niže istraživane koncentracije.



Slika 1. Rast soja bakterije *B. japonicum* pri koncentraciji imazamoksa od $0,4 \text{ mg ml}^{-1}$ (lijevo) i $0,8 \text{ mg ml}^{-1}$ (desno) (foto: F. Burul)

Figure 1 Growth of *B. japonicum* strain at $0,4 \text{ mg ml}^{-1}$ (left) and $0,8 \text{ mg ml}^{-1}$ (right) concentration of imazamox (photo: F. Burul)

Kod ocjenjivanja 14 DNN stimulativan učinak imazamoksa utvrđen je pri svim koncentracijama. Izrazito dobar rast bakterijskih kolonija utvrđen je pri koncentraciji od $0,4 \text{ mg ml}^{-1}$. U odnosu na prethodna dva ocjenjivanja (5 i 7 DNN) progresija u rastu bakterijskih kolonija utvrđena je pri koncentraciji imazamoksa od $0,8$ i $1,6 \text{ mg ml}^{-1}$ (slika 2). Pri najnižoj istraživanoj koncentraciji ($0,2 \text{ mg ml}^{-1}$) nisu utvrđene promjene u rastu kolonija bakterije *B. japonicum* u odnosu na ocjenjivanja 5 i 7 DNN.



Slika 2. Utjecaj koncentracije od $1,6 \text{ mg ml}^{-1}$ imazamoksa na rast soja bakterije *B. japonicum* 7 (lijevo) i 14 (desno) dana nakon naciepljivanja (DNN) (foto: F. Burul)

Figure 2 The influence of $1,6 \text{ mg ml}^{-1}$ concentration of imazamox on growth of *B. japonicum* 7 (left) and 14 (right) days after inoculation (DAI) (photo: F. Burul)

Sličan učinak imazamoksa na bakterije fiksatore atmosferskog dušika utvrđen je i u ranijim istraživanjima (Sudarević, 2009; Blažinkov i sur., 2014; Naimarević, 2014). Naimarević (2014) je istraživao utjecaj deset (10 ppm), sto (100 ppm) i tisuću (1000 ppm) puta veće koncentracije imazamoksa od propisane na šest sojeva bakterije *B. japonicum*. Prema rezultatima istraživanja sve korištene koncentracije imale su stimulativan učinak na sve istraživane sojeve bakterije. Stimulativan učinak imazamoksa čak i pri deset tisuća puta većoj koncentraciji (10 000 ppm) od propisane utvrđen je i kod deset sojeva bakterije *Sinorhizobium meliloti* (Sudarević, 2009). Blažinkov i sur. (2014) istraživali su utjecaj različitih koncentracija imazamoksa na deset sojeva bakterije *Rhizobium leguminosarum* sv. *viciae*. Nijedna istraživana koncentracija nije imala inhibitorno djelovanje na bakteriju. Čak štoviše, pri najviše istraživanoj koncentraciji (10 000 ppm) kod nekih je sojeva došlo do pojačanog rasta kolonija bakterije oko diskova. Autori navode da stimulativan učinak imazamoksa na bakterije fiksatore atmosferskog dušika proizlazi iz njegovih fizikalno-kemijskih svojstava. Naime imazamoks je herbicid relativno kratke perzistentnosti ($DT_{50} = 16,7$ dana) i niske hlapivosti (Lewis i sur., 2016), te se u usjevu mahunarki primjenjuje nakon nicanja kulture i korova (Barić i Ostojić, 2019) kad je simbiotski odnos između korijena kulture i bakterije već uspostavljen. Osim toga dobiveni rezultati istraživanja upućuju na to da su sve spomenute bakterije sposobne razgraditi imazamoks te ga kao kemoorganotrofi koristiti kao izvor energije za metaboličke aktivnosti i fiziološke procese (Trimurtulu i sur., 2015).

ZAKLJUČCI

Na osnovi provedenog istraživanja može se zaključiti:

- Herbicid imazamoks u laboratorijskim uvjetima stimulatивно je djelovao na rast istraživanog soja bakterije *B. japonicum*.
- Stimulativni učinak imazamoksa najviše je došao do izražaja pri koncentraciji od $0,4 \text{ mg ml}^{-1}$ pri kojoj je kod sva tri roka ocjenjivanja utvrđen pojačan rast sojeva oko diskova.
- Pri koncentracijama imazamoksa od $0,8$ i $1,6 \text{ mg ml}^{-1}$ vode utvrđena je progresija u rastu bakterijskih kolonija ovisno o roku ocjenjivanja. Najizraženiji rast utvrđen je kod posljednjeg ocjenjivanja (14 DNN).
- Utvrđene stimulacije imazamoksa na rast bakterije *B. japonicum* u laboratorijskim uvjetima treba istražiti prikladnim metodama u poljskim uvjetima.

LITERATURA

BARIĆ, K., OSTOJIĆ, Z. (2019). Herbicidi. U: Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj za 2019. godinu (ur. R. Bažok). Glasilo biljne zaštite, 19 (1-2): 249-317.

BISWAS, B., GRESSHOFF, P. (2014). The role of symbiotic nitrogen fixation in sustainable production of biofuels. *International journal of molecular sciences*, 15(5): 7380-7397.

BLAŽINKOV, M., SUDAREVIĆ, I., BARIĆ, K., SIKORA, S., ČOLO, J., REDŽEPOVIĆ, S. (2010). Utjecaj različitih herbicida na rast autohtonih i referentnih sojeva *Sinorhizobium meliloti*. XXI Naučno-stručna konferencija poljoprivrede i prehrambene industrije. Zbornik radova, 1: 123-129.

BLAŽINKOV, M., ŠNAJDAR, A., BARIĆ, K., SIKORA, S., RAJNOVIĆ, I., REDŽEPOVIĆ, S. (2014). Utjecaj herbicida na rast sojeva kvržičnih bakterija koje noduliraju grašak (*Pisum sativum* L.). *Agronomski glasnik*, 76(4-5): 183-192.

CYCONÍ, M., WÓJCIK, M., PIOTROWSKA-SEGET, Z. (2009). Biodegradation of the organophosphorus insecticide diazinon by *Serratia* sp. and *Pseudomonas* sp. and their use in bioremediation of contaminated soil. *Chemosphere*, 76(4): 494-501.

EAGLESHAM, A. R. J. (1989). Nitrate inhibition of root nodule symbiosis in doubly rooted soybean plants. *Crop Sci.*, 29: 115-119.

FRIŠČIĆ, O., UHER, D., ABRAMOVIĆ-FRIŠČIĆ K. (2011). Utjecaj bakterizacije na gospodarska svojstva novih kultivara ozimog graška. *Sjemenarstvo* 28(1-2): 25-42.

HOWARD, J. B., REES, D. C. (1996). Structural basis of biological nitrogen fixation. *Chem. Rev.*, 96(7): 2965-2982.

JOHNSON, K., JACOBSEN, C. S., TORSVIK, V., SØRENSEN, J. (2001). Pesticide effects on bacterial diversity in agricultural soils—a review. *Biol. Fert. Soils*, 33(6): 443-453.

LEWIS, K. A., TZILIVAKIS, J., WARNER, D., GREEN, A. (2016). An international database for pesticide risk assessments and management. *Hum. Ecol. Risk Assess.*, 22(4): 1050-1064.

LINDEMANN, W. C., GLOVER C. R. (2003). Nitrogen Fixation by Legumes, Guide A-129, College of Agriculture and Home Economics.

LORITE, M. J., TACHIL, J., SANJUÁN, J., MEYER, O., BEDMAR, E. J. (2000). Carbon Monoxide Dehydrogenase Activity in *Bradyrhizobium japonicum*. *J. Appl. Environ. Microbiol.*, 66(5): 1871-1876.

NAIMAREVIĆ, I. (2014). Utjecaj zemljišnih herbicida na rast sojeva *Bradyrhizobium japonicum*. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.

NEWTON, W. E. (1999). Nitrogen Fixation and the Biosphere. U: Highlights of Nitrogen Fixation Research (ur. Martínez E., Hernández G). Springer, Boston, MA, pp 1-8.

OSTOJIĆ, Z. (1989). Herbicidi i tlo. U: Studija o jedinstvenim kriterijima zagađivača voda, vazduha i tla na području SAP Vojvodine i potrebne hitne mere zaštite na mestima sa najvažnijim zagađivačima, pp 319-332.

RADIVOJEVIĆ, L., ŠANTRIĆ, L., STANKOVIĆ-KALEZIĆ, R. (2007). Pesticidi u zemljištu: delovanje na mikroorganizme. *Pestic. Fitomed.*, 22: 11-24.

RAJNOVIĆ, I. (2017). Bioraznolikost i simbiozna učinkovitost prirodnih populacija rizobija koje noduliraju grah (*Phaseolus vulgaris* L.). Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.

REDŽEPOVIĆ, S., STRUNJAK, R., VARGA, B., HENEBERG, R., SLAMIĆ, F., BAŠIĆ, F., ŠEPUT, M., PUHALO, D., DUŠANIĆ, B. (1986). Prvi rezultati bakterizacije soje s Hup' sojem *Bradyrhizobium japonicum*-a u SR Hrvatskoj'. *Agronomski glasnik*, 48(1-2): 3-12.

SANTI, C., BOGUSZ, D., FRANICHE, C. (2013). Biological nitrogen fixation in non-legume plants. *Ann. Bot.*, 111(5): 743-767.

SUDAREVIĆ, I. (2009). Utjecaj određenih herbicida na rast sojeva kvržičnih bakterija *Sinorhizobium meliloti*. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.

TOPOL, J., KANIŽAI ŠARIĆ, G. (2013). Simbiotska fiksacija dušika u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji. *Agronomski glasnik*, 5(2-3): 117-134.

TRIMURTHULU, N., ASHOK, S., LATHA, M., RAO, A. S. (2015). Influence of pre-emergence herbicides on the soil microflora during the crop growth of black gram *Vigna mungo* L. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci*, 4: 539-546.

VRATARIĆ, M., SUDARIĆ, A. (2000). Soja. Poljoprivredni institut. Osijek.

RAZVOJ I SMRTNOST AMERIČKOG CVRČKA NAKON ISHRANE NA ZDRAVOJ I FITOPLAZMAMA ZARAŽENOJ VINOVOJ LOZI

Petra POZDER¹, Renata BAŽOK²

¹Ministarstvo poljoprivrede, Uprava za stručnu podršku razvoju
poljoprivrede i ribarstva, Bani 110, 10010 Zagreb

²Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu
zoologiju, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb

petra.pozder@mps.hr

Prihvaćeno: 10-7-2019

SAŽETAK

Američki cvrčak *Scaphoideus titanus* Ball. novi je štetnik na području Republike Hrvatske koji je neizravno ugrozio uzgoj vinove loze. Štete od američkog cvrčka uglavnom su vezane na prijenos fitoplazma, uzročnika zlatne žutice vinove loze. U europskim vinogradima najčešće se susreću fitoplazme *Flavescence dorée* i *Bois noir*. Budući da nema mogućnosti kurativnog suzbijanja uzročnika bolesti i da oboljeli trsovi vinove loze ostaju trajno zaraženi, preventivne mjere sprječavanja zaraze sastoje se u suzbijanju vektora. Također je bitno korištenje certificiranog sadnog materijala. Američki cvrčak ustanovljen je u mnogim europskim zemljama, a prisutan je i na gotovo cijelom teritoriju Republike Hrvatske izuzevši područja srednje Dalmacije. Životni ciklus ove vrste u različitim klimatskim uvjetima nedovoljno je istražen u Europi. Postoji li razlika u preferenciji štetnika prema biljkama vinove loze različitog zdravstvenog statusa i utječe li zdravstveni status biljke na trajanje razvoja štetnika, nije poznato. Stoga je provedeno istraživanje u kojem su se ustanovile razlike u trajanju razvoja i smrtnosti američkog cvrčka na listovima vinove loze različitog zdravstvenog statusa te preferencija američkog cvrčka prema zdravim ili zaraženim listovima. Uzgojem svih razvojnih stadija američkog cvrčka na zdravim i zaraženim listovima vinove loze u kontroliranim uvjetima ustanovljene su razlike u trajanju razvoja i smrtnosti. Američki cvrčak ima kraći razvoj na zdravim listovima i veću smrtnost na zaraženim listovima. Ustanovljeno je da ličinke i odrasli oblici američkog cvrčka različito preferiraju zdrave i fitoplazmama zaražene listove. Ovi rezultati uvelike mogu pomoći u razumijevanju ponašanja štetnika te razvoja novih metoda za praćenje i kontrolu američkog cvrčka.

Ključne riječi: američki cvrčak, fitoplazma *Flavescence dorée*, preferencija, razvoj, suzbijanje, životni ciklus

DEVELOPMENT AND MORTALITY OF AMERICAN LEAFHOPPER (*Scaphoideus titanus* BALL.) ON HEALTHY AND PHYTOPLASMA INFECTED GRAPEVINE**SUMMARY**

American leafhopper *Scaphoideus titanus* Ball. is a new pest in Croatia that indirectly endanger the cultivation of grapes. In Croatia pest has been first reported in 1987. Damages caused by the american leafhopper are mainly related to the transfer of phytoplasma, the causal agent of *Flavescence dorée*, disease belonging to the group generically termed as grapevine yellows. In the European vineyards most common phytoplasmas are *Flavescence dorée* and *Bois noir*. Once infected, grapevines stay permanently ill, without possibility for curative suppression of the causal agent.. Consequently, measurements of prevention such as suppression of the vector are needed. American leafhopper has been found in many European countries, and is present in almost whole territory of the Republic of Croatia, except in Central Dalmatia. The lifecycle of these species is still not well known, especially under the different climatic conditions present across the Europe. It is not known if there is a difference in the preferences of pests to the grapevine of different health status, neither if the health status of a plant has any effect on the duration of pest development. Therefore, the study was conducted in which the differences in the duration of the development and mortality of the american leafhopper on the leaves of grapevines of different health status, as well as the preferences of american leafhopper towards healthy or infected leaves, were determined. By the cultivation of different developmental stages of american leafhopper on healthy and infected grapevine leaves under controlled conditions, the differences in the duration of development and mortality were determined. American leafhopper has a shorter development on healthy leaves and increased mortality in the infected leaves. It was found that the larvae and adult forms of american leafhopper have different preferences to healthy and phytoplasma infected leaves. Larvae prefer more healthy leaves while differences were not observed in adults forms.. These results could help in understanding the behavior of pest and development of new tools useful in monitoring and control.

Key words: American leafhopper, phytoplasma *Flavescence doree*, preferences, development, control, lifecycle

UVOD

Vinova je loza jedna od najstarijih kulturnih biljaka. Najrasprostranjenija je voćna vrsta u svijetu te svojom ukupnom proizvodnjom nadmašuje sve ostale kulture. Najzastupljenije su sorte u Hrvatskoj graševina, plavac mali i istarska malvazija koje zauzimaju 40 % ukupnih površina pod vinogradima (Maletić i

sur., 2008). Prema podatcima iz Vinogradarskog registra iz 2018. godine broj površina pod vinovom lozom iznosi 19.582,71 hektara.

Sredinom pedesetih godina 20. stoljeća u Europu je unesen novi štetnik iz Sjeverne Amerike koji je neizravno ugrozio uzgoj vinove loze. Radi se o američkom cvrčku *Scaphoideus titanus* Ball. koji je ustanovljen u mnogim europskim zemljama, a prisutan je i na gotovo cijelom teritoriju Republike Hrvatske izuzevši područja srednje Dalmacije. Američki cvrčak ima jednu generaciju godišnje. Prezimljuje u obliku jaja uloženi u koru dvogodišnje rozgve u malim skupinama (2-4 jaja) ili u nizu od 10 – 12 jaja. Prve ličinke iz jaja počinju izlaziti sredinom svibnja i naseljavaju mladice na donjem dijelu trsa. Ličinke se hrane uzimajući hranjive tvari iz floema, a zadržavaju se na donjoj strani lišća, ponekad na lisnim peteljka (Budinščak i sur., 2014). Tijekom razvoja ličinke prolaze kroz pet razvojnih stadija od kojih svaki traje 10 dana. Prva tri stadija sivkastobijele boje su, četvrti i peti stadij ima šare na leđnoj strani s vidljivim začetcima krila. Razvoj ličinka traje do početka srpnja, ukupno 50 dana. Odrasli oblici na vinovoj lozi javljaju se od početka srpnja te se zadržavaju do kraja rujna. Štetnik ne nanosi izravne štete vinovoj lozi, ali je njegova važnost i štetnost u tome što je on jedini poznati vektor bolesti koja se naziva zlatna žutica vinove loze (*Flavescence dorée*). *Flavescence dorée* nalazi se na EPPO A2 listi karantenskih bolesti zbog rizika od širenja u zemlje gdje bolesti žutice vinove loze nisu poznate i ustanovljene.

Prva pojava zlatne žutice vinove loze ustanovljena je u Hrvatskoj 2009. godine. Simptomi žutice vinove loze na oboljelom trsu pojavljuju se najčešće krajem lipnja, a prema jeseni sve više su izraženi. Listovi na oboljelim trsovima postaju čvrsti, boja im se mijenja i lako se uvijaju. Listovi bijelih sorta prvo dobivaju žućkastu, dok kod crnih sorta dobivaju crvenu boju (Pribetić, 2009). Lišće je zbog nagomilavanja šećera krto pa se pri stiskanju rukom drobi, za razliku od zdravog lista koji se gužva. Listovi poprimaju kopljast izgled. Bobe ili često cijeli grozdovi smežuraju se i suše. Oboljeli trsovi odumiru nakon 2-3 godine.

Fitoplazme su jednostanični prokariotski organizmi bez stanične stijenke pa su zbog toga promjenjiva oblika – polimorfni.

Fitoplazmoze vinove loze bolesti su uzrokovane fitoplazmama i zajedničkim imenom nazvane su žutice vinove loze. Proširene su u svim vinogradarskim područjima Europe. Najvažnije fitoplazme vinove loze jesu *Flavescence dorée* (FD) i *Bois noir* (BN). Prisutnost vektora fitoplazma na vinovoj lozi ukazuje na činjenicu da su prisutne i fitoplazme, ili s velikom vjerojatnošću da će uskoro biti prisutne. Suzbijanje populacije vektora u vinogradima vrlo je važna mjera smanjenja infekcijskog potencijala bolesti. Suzbijanje vektora provodi se upotrebom kemijskih pripravaka, premda se posljednjih godina istražuju mogućnosti primjene prirodnih insekticida i neprijatelja (Boudon-Padieu, 2003).

Širenje fitoplazme vinove loze, posebice u nekim vinorodnim područjima Republike Hrvatske, poprima zabrinjavajuće razmjere. Od nekoliko inficiranih trsova do prije nekoliko godina danas nailazimo na vinograde s pravom epidemijskom slikom zaraze. Ponegdje je i do 50 % zaraženih trsova (Budinišćak i sur., 2014.).

Životni ciklus ove vrste u različitim klimatskim uvjetima nedovoljno je istražen u cijeloj Europi. Nije poznato postoji li razlika u preferenciji štetnika prema biljkama različitog zdravstvenog statusa i utječe li zdravstveni status na trajanje razvoja štetnika. Zbog svih tih razloga potrebna su dodatna istraživanja kako bi se smanjilo štetno djelovanje na vinogradarsko–vinarsku proizvodnju u različitim područjima.

Cilj je rada bio ustanoviti razlike u trajanju razvoja i smrtnosti pojedinih razvojnih stadija američkog cvrčka nakon ishrane na zdravim i fitoplazmom *Flavescence dorée* te *Bois noir* zaraženim listovima sorte *chardonnay* te ustanoviti preferenciju vektora prema zdravim i fitoplazmama *Flavescence dorée* i *Bois noir* zaraženim listovima vinove loze sorte *chardonnay*.

MATERIJALI I METODE RADA

Istraživanja su provedena na Sveučilištu u Padovi, u laboratoriju Zavoda za entomologiju Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and the Environment (DAFNE). Odjel DAFNE nalazi se u sklopu kampusa Agripolis gdje je smješten laboratorij i klimatska komora. Istraživanje je započelo 1. lipnja 2016. godine pojavom prvih ličinka američkog cvrčka prikupljenih u vinogradima na području Padove i Udina. Praćenje ličinka vršilo se vizualnim pregledima listova i postavljanjem žutih ljepljivih ploča. Istraživanje je trajalo do 29. 8. 2016. godine.

2.1. Sakupljanje biljnoga materijala

U istraživanju su korišteni zdravi i fitoplazmom *Flavescence dorée* (FD) i *Bois noir* (BN) zaraženi listovi vinove loze sorte *chardonnay*. FD zaraženi listovi uzorkovani su s biljaka koje su pokazivale simptome zaraze iz vinograda s područja Vicenze. Jedino je na tom području ustanovljena zlatna žutica vinove loze (AbouAssaf, 2013). BN zaraženi listovi uzorkovani su u vinogradu s područja Verone gdje je ustanovljen samo BN (AbouAssaf, 2013). Zdravi su listovi uzorkovani u vinogradima s područja Verone gdje na biljkama nije bilo simptoma fitoplazma, a prethodno provedenim analizama nije ustanovljena njihova prisutnost (AbouAssaf, 2013.). Uzorkovanje na navedenim lokalitetima provedeno je svaki tjedan u razdoblju od 1. 6. 2016. do 29. 8. 2016. godine.

2.2. Sakupljanje i uzgoj američkog cvrčka

Uzgoj američkog cvrčka proveden je na biljkama vinove loze sorte *chardonnay* zasađenim u teglama koje su bile smještene u dvama uzgojnim kavezima u vinogradu Sveučilišta u Padovi (slika 1.). Da bi se osigurao dovoljan

broj ličinka prvog razvojnog stadija (L1), u kavez je postavljeno više grančica dvogodišnje rozgve zaražene jajima (slika 2.).

Ostali razvojni stadiji sakupljeni su aspiratorom u vinogradima u Lonigu i Udinama (slike 3.). Pošto su kukci prikupljeni aspiratorom, premješteni su u plastične posudice u kojima su prevezeni do Padove gdje su ispušteni na biljke vinove loze u kavezima. Za točno ustanovljivanje razvojnog stadija cvrčka korišteno je binokularno povećalo. Različiti razvojni stadiji američkog cvrčka determinirani su na temelju morfoloških karakteristika.



Slika 1. Uzgojni kavezi (foto: Pozder, P.)
Figure 1 Rearing cages (photo: Pozder, P.)



Slika 2. Lončanica sorte Chardonnay sa grančicama vinove loze (foto: Pozder, P.)
Figure 2 Potted plants Chardonnay variety with shoots of grape vines (photo: Pozder, P.)



Slika 3. Postupak hvatanja američkog cvrčka u vinogradu u Udinama (foto: Pozder, P.)
Figure 3 The process of catching American leafhopper in the vineyard in Udine (photo: Pozder, P.)

2.3. Ustanovljivanje preferencije cvrčaka prema listovima različitog zdravstvenog statusa

Za ustanovljivanje preferencije američkog cvrčka prema zdravim te fitoplazmom *Bois noir* (BN) i *Flavescence dorée* (FD) zaraženim listovima korišten je vertikalni, stakleni Y-olfaktometar (slika 4.). Y-olfaktometar krakovima je spojen na staklene čaše u koje su postavljeni zdravi ili zaraženi listovi. Y-olfaktometar postavljen je na crnu ploču, a dvije staklene čaše u bijelu kutiju od stiropora kako bi odluka kukca bila temeljena isključivo na stimulansima te kako bi se isključio utjecaj vanjskih čimbenika (Sanguéz i Vincent, 2011.). Kukcima su ponuđene tri kombinacije: zdravi vs. FD zaraženi listovi, zdravi vs. BN zaraženi listovi te FD vs. BN zaraženi listovi. Svaki pojedini razvojni stadij kukca, odnosno pet razvojnih stadija ličinke i odrasli testirani su individualno na svakoj kombinaciji. Broj ponavljanja, tj. kukaca za svaki razvojni stadij i kombinaciju ovisio je o broju ulovljenih kukaca (tablica 1.). U istraživanje su bile uključene 173 ličinke i 37 odraslih oblika.

Tablica 1. Broj ponavljanja (1 ponavljanje = 1 kukac) prema razvojnom stadiju i kombinaciji ponuđenih listova

Table 1 Number of repetitions (1 repetition = 1 insect) according to stage development and combination of offered sheets

Razvojni stadij	Kombinacija u olfaktometru			Ukupno po razvojnom stadiju
	Zdravi vs. FD zaraženi	Zdravi vs. BN zaraženi	FD zaraženi vs. BN zaraženi	
L 1	11	10	12	33
L2	9	10	10	29
L3	15	16	16	47
L4	9	6	8	23
L5	15	13	13	41
Odrasli	14	13	11	37
UKUPNO	63	68	70	210

Nakon 15 minuta u olfaktometru je zabilježen odabir kukca, odnosno list prema kojem se kukac počeo kretati. Odabir se smatrao pravovaljanim samo ako je kukac prešao polovicu lijevog ili desnog kraka. Ako niti nakon 15 minuta kukac nije krenuo prema jednom od krakova, nego ostao u olfaktometru, reakcija je zabilježena kao „*No choice*“, odnosno nema odluke (AbouAssaf, 2013.). Nakon svakih pet kukaca testiranih u olfaktometru obavljena je zamjena staklenih čaša i promjena listova, a nakon 10 testiranih kukaca Y-olfaktometar je očišćen alkoholom i acetonom da bi se izbjegli eventualni utjecaji prije testiranih jedinka.



Slika 4. Y-olfaktometar korišten u istraživanju (Izvor: AbuAssaf, 2013)
Figure 4 Y-olfactometer used in experiments (Source: AbuAssaf, 2013)

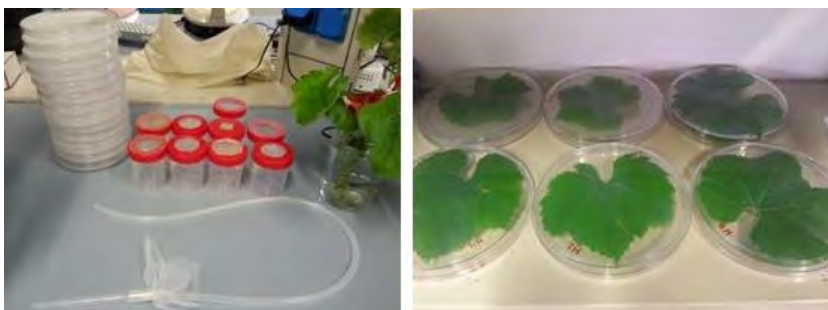
2.4. Ustanovljivanje trajanja razvoja i smrtnosti

Za ustanovljivanje razlike u trajanju razvoja i smrtnosti pojedinih razvojnih stadija američkog cvrčka na listovima različitog zdravstvenog statusa korištena je metoda opisana od Saguez i Vincent (2011) za uzgoj ličinka cvrčka roda *Erythroneura*. Na dno Petrijeve zdjelice promjera 20 cm izlivena je podloga od agara pripremljena u laboratoriju. Agar u prahu (10 grama) otopljen je u destiliranoj vodi (1 litra) i zagrijan u mikrovalnoj pećnici do potpunog otapanja. Funkcija je agara da lišće održava svježim. Na podlogu od agara postavljeno je zdravo, BN ili FD zaraženo lišće. U Petrijevu zdjelicu na naličje lista postavljena su dva kukca određenog razvojnog stadija (slika 5.). Broj Petrijevih zdjelica (ponavljanja) za svaki razvojni stadij cvrčka ovisio je o broju pronađenih kukaca u vinogradu (tablica 2.). Petrijeve zdjelice postavljene su na temperaturu od 24 °C i relativnu vlažnost od 60 %. Petrijeve zdjelice očitavane su svaki dan te su bilježeni podatci o razvoju i smrtnosti ličinaka američkog cvrčka: broj živih cvrčaka i datumi presvlačenja svakog razvojnog stadija. Jednom tjedno pripremljene su nove Petrijeve zdjelice sa svježim lišćem donesenim s mjesta sakupljanja.

Tablica 2. Broj ličinka i broj ponavljanja različitih razvojnih stadija korištenih za istraživanje trajanja razvoja za svaku varijantu ishrane

Table 2 Number of larvae and number of repetitions of different development stages used to study the duration of development for each nutrition variant

RAZVOJNI STADIJ AMERIČKOG CVRČKA	L1	L2	L3	L4	L5
BROJ KUKACA/ BROJ PETRIJEVIH ZDJELICA	34/ 17	16/8	28/14	20/10	24/12

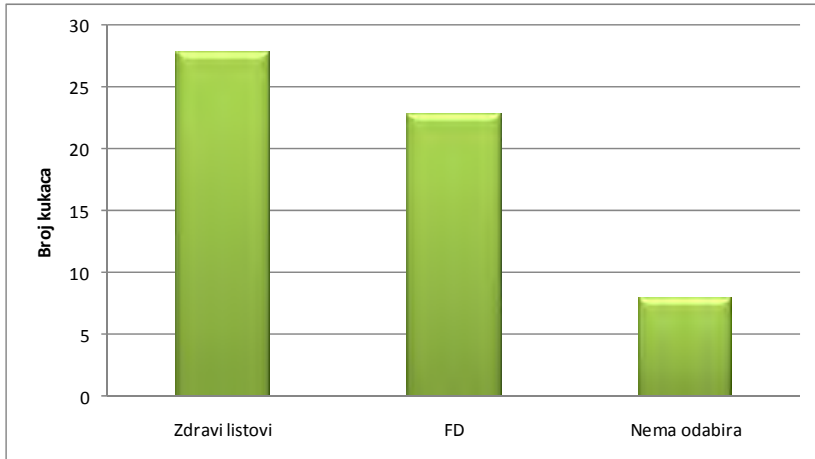


Slika 5. Pripema Petrijevih zdjelica (foto: Pozder, P.)
Figure 5 Preparation of Petri dishes (photo: Pozder, P.)

REZULTATI I RASPRAVA

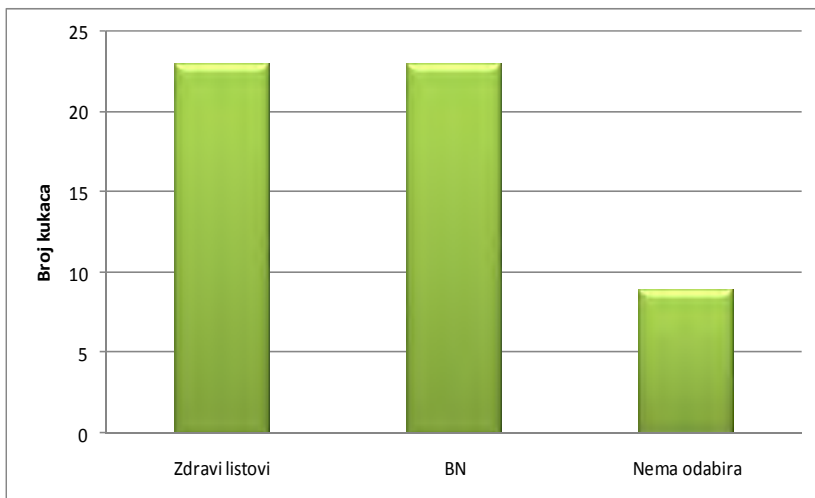
3.1. Preferencija prema listovima različitog zdravstvenog statusa

Reakcija kukaca prema listovima ponuđenim u kombinacijama u olfaktometru prikazana je kao zajednički odgovor svih razvojnih stadija ličinka u grafikonima 1-3.



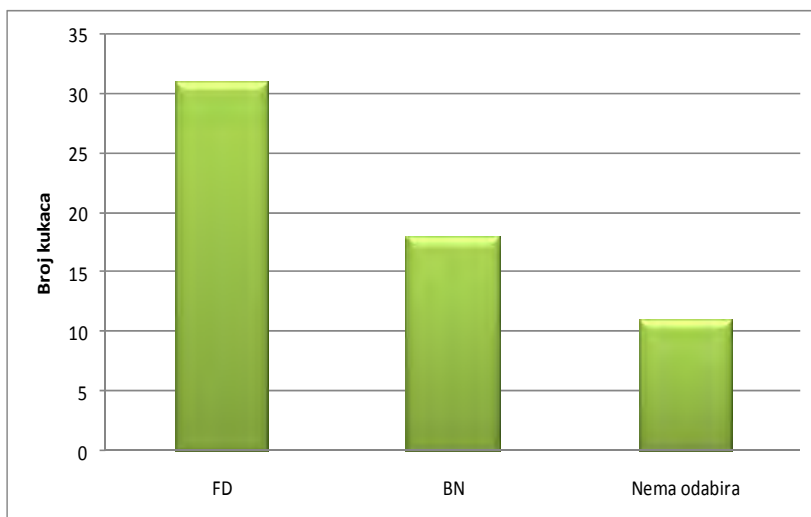
Grafikon 1. Preferencija ličinka američkog cvrčka prema zdravim i FD zaraženim listovima vinove loze

Figure 1 Preference of American leafhopper nymphs to healthy and FD infected vine leaves



Grafikon 2. Preferencija ličinka američkog cvrčka prema zdravim i BN zaraženim listovima vinove loze

Figure 2 Preference of American leafhopper nymphs to healthy and BN infected vine leaves



Grafikon 3. Preferencija ličinka američkog cvrčka prema BN i FD zaraženim listovima vinove loze

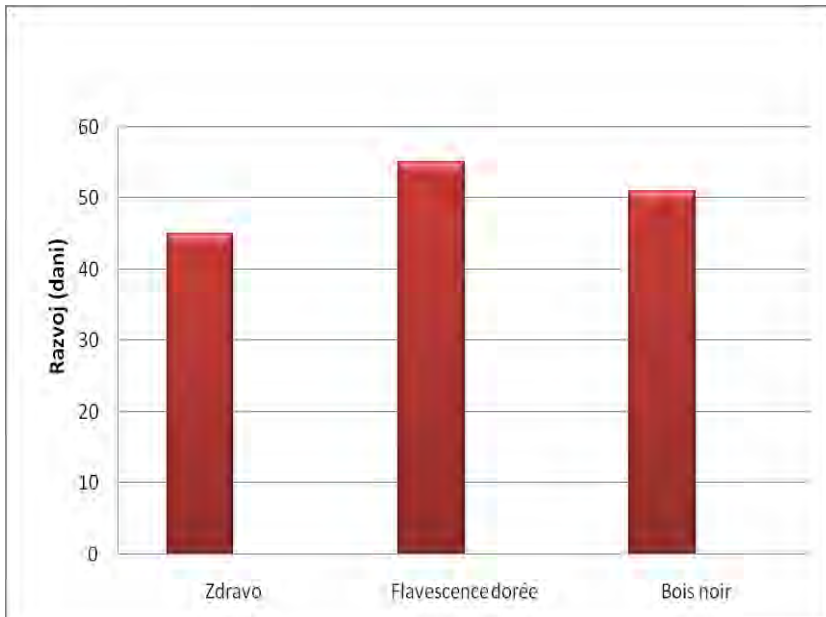
Figure 3 Preference of American leafhopper nymphs to BN and FD infected vine leaves

Nakon provedenih testova preferencije između zdravih i FD zaraženih listova moglo bi se zaključiti da se manji dio ličinka (oko 14 %) nije odlučio prema izvoru hrane. Iako je više ličinka (oko 47 %) krenulo prema zdravim listovima, velik je dio ličinka (oko 39 %) krenuo i prema FD zaraženim listovima (grafikon 1.). Mali je broj ličinka ostao neopredijeljen prema izvoru ishrane kod ove kombinacije. Stoga je teško zaključiti da ličinke zaista razlikuju zdrave od zaraženih listova i da pokazuju preferenciju prema različitom zdravstvenom statusu kada su u pitanju zdravi i FD zaraženi listovi. U slučaju kombinacije zdravih i BN zaraženih listova ličinke nisu pokazale nikakve razlike u preferenciji, dok je broj neodlučnih ličinka bio također mali (grafikon 2.). Kada su ličinkama ponuđeni FD i BN zaraženi listovi, češće su se kretale prema FD zaraženim listovima, iako je i nešto veći dio ličinka ostao neopredijeljen (grafikon 3.). Preferencija kukca prema listovima različitog zdravstvenog statusa mogla bi se odraziti na potencijal za širenje bolesti. Ako kukac preferira zaražene listove u vinogradu u kojem je malo biljaka zaraženo, to bi moglo povećati potencijal za širenje bolesti jer će se u početku koncentrirati na zaražene biljke, u svoje tijelo unijeti veće količine fitoplazme, a nakon nekog vremena velika populacija kukca proširit će se i na zdrave biljke te ih zaraziti. S druge strane, ako u vinogradu ima više zaraženih biljaka, a kukac pokazuje preferenciju prema zaraženim biljkama, širenje se može usporiti jer će se kukac zadržavati na zaraženim biljkama i neće prelaziti na zdrave biljke prema kojima nema preferenciju, a u nasadu ih je malo. Odabir biljke hraniteljice od strane

kukca uvjetovan je brojnim čimbenicima i vrlo je kompleksan proces (AbuAssaf, 2013).

3.2. Trajanje razvoja i smrtnost na listovima različitog zdravstvenog statusa

Razvoj ličinka američkog cvrčka prikazan je u grafikonu 4., a razlikuje se u tri ponuđena tretmana: zdravo, FD i BN zaraženo lišće. Vidljiv je određeni učinak tretmana na ukupan broj razvijenih *S. titanus*. Ličinke uzgajane na zdravim listovima imaju najkraće vrijeme razvoja u odnosu na one uzgajane na FD i BN zaraženom lišću. Kukci uzgajani na FD i BN zaraženom lišću pokazuju slično vrijeme razvoja, iako je trajanje razvoja na BN zaraženim listovima neznatno kraće. Prema podacima literature razvoj pet razvojnih stadija ličinka traje 50 dana (Budinišćak i sur., 2014). U ovom istraživanju razvoj ličinka na zdravom lišću trajao je 45 dana, razvoj na FD zaraženom lišću 55 dana te na BN zaraženom lišću 51 dan. Ustanovljeno je da zaraženi listovi utječu na razvoj i opstanak vektora američkog cvrčka.



Grafikon 4. Razvoj ličinka američkog cvrčka u danima na zdravom, FD i BN zaraženim listovima vinove loze

Figure 4 Development of American leafhopper nymphs in days on healthy, FD and BN infected vine leaves

Smrtnost ličinka pojedinog razvojnog stadija ustanovljena na listovima različitih zdravstvenih statusa prikazana je u tablici 3.

Tablica 3. Smrtnost ličinka (%) američkog cvrčka pri prelasku u sljedeći razvojni stadij nakon ishrane na listovima vinove loze različitog zdravstvenog statusa**Table 3** Mortality of nymphs (%) of American leafhopper at transition to the next developmental stage after feeding on vine leaves of different health status

Razvojni stadij ličinke	Broj pokusa	Zdravi listovi	FD zaraženi	BN zaraženi
L2/L1	1	26,5	67,6	29,4
L3/L2	1	32	18,2	8,3
	2	12,5	62,5	6,2
L4/L3	1	47,1	55,6	54,5
	2	35,7	16,7	40
	3	25	21,4	60,7
L5/L4	1	11,1	50	40
	2	44,4	60	44,4
	3	23,8	31,8	18,2
	4	35	40	40
Imago/L5	1	50	100	66,7
	2	20	100	100
	3	75	66,7	66,7
	4	38,5	75	58,3
	5	37,5	58,3	54,2

Iz prikazane tablice (tablica 3.) uočava se iznimno velika smrtnost pri prelasku iz L1 u L2 stadij pri ishrani FD zaraženim listovima (67,6 %). Visoka smrtnost zapaža se i kod prelaska kasnijih razvojnih stadija, no posebno visoka je smrtnost (čak do 100 %) kada se ličinke petog razvojnog stadija preobražavaju u imaga. U tim slučajevima na zaraženim se listovima bilježi do 100 % smrtnosti.

ZAKLJUČCI

1. Razlika u preferenciji ličinka američkog cvrčka prema listovima vinove loze različitog zdravstvenog statusa jako je mala: 47 % ličinka odlučilo se za zdrave listove, dok se 39 % ličinka odlučilo za FD zaražene listove. Teško je zaključiti da ličinke zaista razlikuju zdrave od zaraženih listova i da pokazuju preferenciju prema različitom zdravstvenom statusu kada su u pitanju zdravi i FD zaraženi listovi. Razlike u preferenciji između FD i BN zaraženih listova veće su, pri čemu ličinke preferiraju FD u odnosu na BN zaražene listove.
2. Ishrana listovima vinove loze zaraženima fitoplazmom *Flavescence doree* i *Bois noir* produljuje razvoj ličinka američkog cvrčka. Razvoj na zdravim listovima trajao je 45 dana, na FD zaraženim listovima 55 dana, odnosno 51 dan na BN zaraženim listovima.
3. Osim što utječe na trajanje razvoja, ishrana FD i BN zaraženim listovima utječe na uspjeh preživljavanja i dovršetak razvoja ličinka. Povećana smrtnost ličinka nakon ishrane FD zaraženim listovima mogla bi imati značajan utjecaj na biotički potencijal vrste i na daljnje širenje bolesti.

LITERATURA

- ABUASSAF, H. (2013). Studies on *Lobesia botrana* and *Scaphoideus titanus* for their succesfull managment in organic and conventional viticulture, PhD Thesis, University of Padua, pp 151.
- BOUDON-PADIEU, E. (2003). The situation of grapevine yellows and current research directions: distribution, diversity, vectors, diffusion and control. In Extended abstract of 14th Meeting of ICVG, Locorotondo, Italy. Department of Plant Protection and Applied Microbiology, University Bari, Italija: 47- 53.
- BUDINŠČAK, Ž., KRIŽANEC, I., PLAVEC, J. (2014). Zlatna žutica vinove loze - *Flavescence doree*. Hrvtaski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Zagreb.
- MALETIĆ, E., KAROGLAN KONTIĆ, J., PEJIĆ, I. (2008). Vinova loza – ampelografija, ekologija, oplemenjivanje. Školska knjiga, Zagreb.
- PRIBETIĆ, Đ. (2009). Fauna cvrčka kao vektori fitoplazme vinove loze na području Istre. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- SAGUEZ, J., VINCENT, C. (2011). A method for continuous rearing of grapevine leafhoppers, *Erythroneura* spp. (Hemiptera: Cicadellidae). The Canadian Entomologist, 143, 1: 102-104.

KORISNE STJENICE (INSECTA: HETEROPTERA) U BIOLOŠKOM SUZBIJANJU ŠTETNIKA U ZAŠTIĆENIM PROSTORIMA

Kristijan FRANIN¹, Božena BARIĆ²

¹Sveučilište u Zadru, Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu,
Mihovila Pavlinovića 1, 23 000 Zadar

²Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu
zoologiju, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

kfranin@unizd.hr

Prihvaćeno: 24-4-2019

SAŽETAK

Predatorske su stjenice, osim grinja, božjih ovčica i parazitskih osica, važna komponenta u biološkom suzbijanju štetnika u zaštićenim prostorima. Među ostalim, njihova je prednost u odnosu na ostale vrste prirodnih neprijatelja u tome što u hvatanju plijena sudjeluju i ličinke i odrasli oblici. S obzirom na način ishrane velik broj predatorskih stjenica zapravo su svejedi pa osim plijena uzimaju i biljnu hranu što im omogućuje opstanak, bolje reproduktivne sposobnosti, produžuje im trajanje života i omogućuje bolju prilagodljivost na abiotске čimbenike. Međutim, upotreba stjenica u biološkoj zaštiti može imati i određene nedostatke. Neke vrste predatorskih stjenica dijelom su fitofagi pa u nekim slučajevima mogu izazvati oštećenja biljaka. U ovom su radu predstavljene neke od najvažnijih vrsta predatorskih stjenica iz porodica Anthocoridae i Miridae koje imaju komercijalno značenje u primjeni u zaštićenim prostorima.

Ključne riječi: biološka zaštita, poljoprivredni štetnici, predatori, stjenice, zaštićeni prostori

BENEFICIAL TRUE BUGS (INSECTA: HETEROPTERA) IN BIOLOGICAL CONTROL OF PESTS IN GREENHOUSES

SUMMARY

Except predatory mites, ladybugs and parasitic wasps predatory Heteroptera are important component of biological control in greenhouses. Between other their advantages regarding to other natural enemies lay in fact that in pray hatching adult insects as well as young instars takes place. According to food

preferences, a huge number of predatory true bugs is, in fact omnivorous and except prey, they also eat plant food what enhances their survival, improves reproductive ability, provide longer life as well as better adaptive capacity on abiotic factors. However, using of true bugs in biological control can show some disadvantages. Some species of predatory Heteroptera are partly phytophagous and in some cases can cause plant damages. In this paper some of the predatory Heteroptera from families Anthocoridae and Miridae which are commercially important in greenhouses were presented.

Ključne riječi: agricultural pests, biological control, greenhouses, true bugs

UVOD

Zaštićeni se prostori, za razliku od otvorenih poljoprivrednih površina, često doživljavaju kao čisti sterilni objekti, odnosno vrlo pojednostavnjeni ekosustavi s niskom razinom bioraznolikosti (Enkegaard i Brødsgaard, 2006; Bakker, 2008). Taj tzv. „pojednostavnjeni ekosustav“ značajno pridonosi osjetljivosti biljaka na brojne štetne organizme. Osim toga specifičan načina uzgoja u zaštićenim prostorima (često više temperaturne vrijednosti i visoka relativna vlažnost zraka) utječe na pojačani razvoj mnogih bolesti i napad štetnika (Refki i sur., 2016). Kemijska zaštita ne polučuje uvijek dobre rezultate zbog niza razloga, među kojima su najznačajniji visoka sposobnost reprodukcije i velik broj generacija većine štetnika u zaštićenim prostorima te mogućnost razvoja rezistentnosti (Farkas i sur., 2016). Osim toga neki štetnici zbog specifičnog načina ishrane izbjegavaju kontakt s insekticidima. Naime ako se hrane pupovima i cvjetovima, ti im dijelovi biljke pružaju zaštitu od nekih kemijskih sredstava i tako umanjuju njihovu učinkovitost (Keçeci i Gürkan, 2013). Zbog navedenih razloga proizašla je potreba za učinkovitijim, a istovremeno ekološki prihvatljivijim mjerama zaštite. Biološko suzbijanje štetnika u ekološkoj i integriranoj proizvodnji ima posebno veliku važnost u zaštićenim prostorima gdje je i učinkovitost takvog načina suzbijanja puno veća. U današnje se vrijeme za biološko suzbijanje na svjetskoj razini koristi oko 250 vrsta prirodnih neprijatelja, od čega 25 komercijalno najzastupljenijih (van Lenteren, 2012). Organizmi koji se koriste u tu svrhu općenito se mogu podijeliti na dvije skupine - predatore i parazitoide. Od parazitoida najveći je broj parazitskih osica, a među predatorima najzastupljenije su božje ovčice, mrežokrilke i stjenice. Zbog zaista opsežnog područja u ovom će radu biti prikazane najvažnije vrste stjenica koje se u današnje vrijeme koriste u suzbijanju štetnika u zaštićenim prostorima.

ZNAČAJKE (osobine, svojstva, odlike) PREDATORSKIH STJENICA U ZAŠTIĆENIM PROSTORIMA

Za razliku od parazitoida kod kojih su samo ličinke zoofagi, kod grabežljivih stjenica plijenom se hrane odrasli kukci i svi stadiji ličinka. S obzirom na način

ishrane stjenice dijelimo u tri skupine: fitofage, zoofage, dok treća skupina predstavlja kombinaciju prethodnih dviju pa ih neki autori definiraju kao fitozoofage i zoofitofage (Franin i Barić, 2012). Vrste koje su dijelom fitofagi uvijek predstavljaju određenu opasnost za kulturnu biljku jer u nekim situacijama mogu uzrokovati izvjesne štete. Stupanj oštećenja biljaka ovisi najprije o morfološkim i fiziološkim karakteristikama predatora, ali i brojnosti predatora i plijena te osjetljivosti biljke i njezinom životnom ciklusu (Franin i Barić, 2012). U ovom kontekstu posebno su zanimljive stjenice iz porodice Miridae koje su uglavnom svejedi pa u odnosu prema plijenu mogu varirati od fakultativnih do strogo specijaliziranih predatora. Stoga zaista velike hranidbene varijacije unutar te porodice predstavljaju prednost u selekciji novih vrsta koje će biti bolje prilagođene plijenu, biljci, ali i vanjskim uvjetima (Messelink, 2014). Podatke o tome donose Shipp i Wang (2006) koji su istraživali odnos brojnosti jedinki vrste *Dicyphus hesperus* Knight prema kalifornijskom tripsu (*Frankliniella occidentalis* Perg). Autori navode da veliki broj predatora u odnosu na plijen može biti kontraproduktivan, dakle može uzrokovati veće štete na kulturi. Zanimljivo je naglasiti da je kalifornijski trips, iako se ubraja u fitofage, također svejed te može napasti i neke prirodne neprijatelje. Predatorske se stjenice nerijetko hrane ostalim korisnim kukcima u zaštićenim prostorima pa je tako za stjenicu *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) dokazano da napada parazitirane lisne uši i jaja osolike muhe *Episyrphus balteatus* de Geer (Messelink i sur., 2015). Osim toga pri kombiniranoj upotrebi nekoliko vrsta predatora može doći do njihova međusobnog napada. Primjer za to je vrsta *M. pygmaeus* koja ne napada stjenicu *Orius majusculus* (Reuter), međutim ličinke vrste *M. pygmaeus* čest su plijen stjenice *O. majusculus* (Jakobsen i sur., 2004). Korisne grinje iz porodice Phytoseiidae također mogu biti izvor hrane za stjenice roda *Orius* (Messelink, 2014). Kao što je prethodno navedeno, stjenice su opći predatori pa su zbog toga najčešće na vrhu ili pri vrhu hranidbene piramide u zaštićenim prostorima jer praktično nemaju prirodnih neprijatelja. Dakle, osim ciljanih štetnika plijen im mogu biti neki drugi predatori ili parazitoidi (Moreno-Ripoll i sur., 2012). Budući da je u integriranoj proizvodnji dopuštena upotreba nekih kemijskih insekticida Lopez i sur. (2011) navode mogućnost štetnog djelovanja korištenih sredstava na korisne stjenice. Prema rezultatima istraživanja Sukhoruchenka i sur. (2015) najštetnije djelovanje na vrste *M. pygmaeus* i *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) ima spinosad, dok je acetamiprid pokazao nešto nižu toksičnost. Abamektin je na stjenici *Orius laevigatus* (Fieber, 1860) pokazao visoku toksičnost, a nešto slabiji učinak imao je spinosad (Biondi i sur., 2012). Stoga Silveira i sur. (2004) upozoravaju na važnost selektivnog odabira insekticida koji su kompatibilni s agensima za biološko suzbijanje. Neka sredstva za zaštitu bilja osim što smanjuju preživljavanje uzrokuju i reproduktivne promjene na ženkama u obliku smanjene produkcije i vitalnosti jaja (Rocha i sur., 2006). Uspješnost biološkog suzbijanja u zaštićenim prostorima, među ostalim, ovisi i

o značajkama kako predatora tako i plijena. Ponekada je brojnost plijena nedovoljna da bi zadovoljila kriterije masovnog ispuštanja predatora u zaštićene prostore, a ponekada se životni ciklusi štetnih i korisnih organizama ne preklapaju. U većini slučajeva predatori osim plijena zahtijevaju i hranu biljnog podrijetla (šećeri, nektar i pelud) koja poboljšava njihove životne aktivnosti i doprinosi uspješnijem suzbijanju štetnika (Tan i sur., 2013; Wong i Frank, 2013). Problemi koji se također često javljaju kao posljedica augmentativnog unošenja prirodnih neprijatelja u zaštićeni prostor vezani su uz duljinu trajanja vremena skladištenja i transporta, uz uvjete transporta i ispuštanja stjenica u zaštićeni prostor (Bueno i sur., 2014). Novija istraživanja pokazuju da predatori koji se hrane biljnim tkivom potiču kod biljaka proizvodnju elicitora kao odgovor biljne obrane na napad štetnika. Stoga Pappas i sur. (2016) sugeriraju mogućnost korištenja predatora kao svojevrstan koncept „cijepjenja“ biljaka i njihove pripreme na napad štetnika. Naselli i sur. (2016) potvrdili su da svi pokretni stadiji stjenice *N. tenuis* mogu pokrenuti mehanizme obrane rajčice. Za opstanak predatora u zaštićenim prostorima osim plijena važna je stalna prisutnost biljaka. To nisu niti moraju biti isključivo kultivirane biljke, nego i ostale vrste koje imaju određenu ulogu u privlačenju korisnih organizama. Takve vrste ovim kukcima pružaju stanište u razdoblju kada kultivirane biljke još uvijek nisu dovoljno razvijene ili ih trenutno nema na površini (eng. "banker plants") (Frank, 2010). Kao posebno važnu u privlačenju stjenice *O. insidiosus* Bueno i sur. (2009) navode kadificu *Tagetes erecta* L. Suživot predatora i biljaka očito utječe na razvoj izvjesnih interakcija između tih organizama. Iako među stjenicama postoji puno vrsta koje su važni predatori u suzbijanju štetnika, komercijalnu važnost ima ih svega nekoliko. Novija istraživanja navode nove potencijalne kandidate u suzbijanju štetnika u zaštićenim prostorima, posebno južnoameričkog minera rajčice, a to su *Macrolophus basicornis* (Stal), *Engytatus varians* (Distatnt) i *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho) (van Lenteren i sur., 2016).

PORODICA ANTHOCORIDAE

Rod *Orius*

Stjenice roda *Orius* tijekom dugog niza godina koriste se u biološkoj zaštiti u zaštićenim prostorima, a posljednjih nekoliko dekada njihova je upotreba značajno porasla (van Lenteren, 2012). Hrane se raznim vrstama plijena među kojima su najznačajniji štetne grinje, resičari i lisne uši (Wang i sur., 2014). Neke od najzastupljenijih vrsta koje se koriste u zaštićenim prostorima jesu: *Orius strigicollis* Poppius, *Orius laevigatus* Fieber, *Orius similis* Zheng, *Orius majusculus* Reuter i *Orius insidiosus* Say (Franin i Barić, 2012; Wang i sur., 2014). Vrsta *O. laevigatus* prirodni je neprijatelj grinja, resičara, lisnih ušiju, štitastih moljaca i gusjenica nekih vrsta sovica (por. Noctuidae) (Schaefer i Panizzi, 2000). Arnó i sur. (2008) navode vrste *O. majusculus* i *O. laevigatus* kao

uspješne biološke agense u suzbijanju tripsa i štيتastih moljaca. Vrsta *O. insidiosus* najčešće se koristi u suzbijanju kalifornijskog tripsa (Wong i Frank, 2013). Ova je stjenica važan predator resičara u zaštićenim prostorima (Silveira i sur., 2004). U istraživanju učinka nekoliko vrsta roda *Orius* u suzbijanju resičara najbolje rezultate pokazala je vrsta *O. laevigatus* (Keçeci i Gürkan, 2013). Prema podacima Farkasa i sur. (2016) vrsta *O. laevigatus* bolje rezultate u suzbijanju resičara pokazuje u kombinaciji s predatorskom grinjom roda *Amblyseius*. Nadalje, vrste *O. majusculus* i *O. laevigatus* bile su učinkovitije u suzbijanju resičara kada su im kao dodatna hrana ponuđene suhe ciste račića *Artemia* spp. (Oveja i sur., 2016). Osim plijena za normalno funkcioniranje nekih vrsta stjenica roda *Orius* važan je pelud koji predstavlja alternativni izvor hrane, odnosno dodatak prehrani. Prema podacima koje prikazuju Cocuzza i sur. (1997) na poboljšanje reprodukcijских značajki posebno povoljno djeluje pelud cvijeta paprike (*Capsicum annum* L.). Za razliku od ostalih vrsta ovoga roda, stjenica *O. majusculus* nije ovisna o dostupnosti peluda što joj kao agensu za biološko suzbijanje daje prednost posebno kod uzgoja krastavaca. Naime u današnje se vrijeme proizvodnja krastavaca uglavnom temelji na uzgoju hibrida čiji cvjetovi ne proizvode pelud. Nadalje ponašanje ovih stjenica varira u odnosu na morfološke karakteristike pojedinih vrsta biljaka. Tako ih npr. prisutnost dlačica na peteljka i listovima može ometati u potrazi za plijenom (Rajabpour i sur., 2011). Najčešće se ipak nalaze na listu gdje je uostalom i najveća zastupljenost plijena, pogotovu ličinka resičara (Oveja i sur., 2016). De Puysseleyr i sur. (2011) dokazali su pozitivan utjecaj ovipozicije vrste *O. laevigatus* na povećanje otpornosti rajčice prema kalifornijskom tripsu. Nadalje za razvoj stjenice je osim ugljikohidrata i aminokiselina potrebna i voda koju iste uzimaju iz ksilemskih cijevi. Osim toga raniji se stadiji hrane sisajući sadržaj floema, dakle već gotove organske tvari što im omogućuje preživljavanje ako nema plijena (Lundgren i sur., 2008). Zanimljiv podatak donose Zeng i Cohen (2000) koji su dokazali prisutnost amilaze u probavnom sustavu stjenica što potvrđuje sposobnost iskorištavanja škroba. Iako većina istraživanja potvrđuje pozitivan utjecaj biljaka na razvoj i vitalnost ovih predatora, Bonte i De Clercq (2010) smatraju da stjenica može završiti razvoj i ostvariti svoj reprodukcijски potencijal uz prisutnost nekih drugih materijala koji mogu poslužiti za ovipoziciju kao što su mahune graha i voštani papir što bi svakako pojednostavilo proizvodnju u zaštićenim prostorima. Ništa manje bitni u životu predatorskih stjenica jesu i abiotički čimbenici, posebno temperature (Nagai i Yano, 2000). Tako prema podacima Bonsignore i Vacante (2012) stjenica *O. laevigatus* ostvaruje dobre rezultate u suzbijanju kalifornijskog tripsa u mediteranskim uvjetima tijekom proljeća i ljeta, međutim u zimskom razdoblju pri temperaturama od oko 10 °C predator ulazi u dijapauzu pa je stoga njegova aktivnost smanjena. Optimalne temperature za njihov razvoj kreću se između 20 i 25 °C, dok se na temperaturama do 28 °C embrionalni razvoj značajno skraćuje (Franin i Barić,

2012). Vrsta *Orius sauteri* (Poppius) kao važan polifagni predator koristi se u suzbijanju grinja i lisnih ušiju te nekoliko vrsta resičara i leptira. Hemerik i Yano (2011) navode ga kao uspješnog predatora vrste *Thrips palmi* Karny. Tan i sur. (2013) prikazuju zanimljive rezultate istraživanja utjecaja mikrokapsulirane tzv. umjetne hrane kao dodatka prehrani prethodno navedenoj stjenici. Naime mikrokapsule se sastoje od mješavine materijala među kojima su zastupljeni: žumance jaja, med i pelud. Autori su dokazali pozitivno djelovanje dodatne mikrokapsulirane hrane na reproduksijske sposobnosti, sposobnost hvatanja plijena i dobar raspored stjenica po biljci. Osim samostalnog korištenja u suzbijanju štetnika stjenica se može kombinirati s mikrobiološkim agensom *Beauveria bassiana* Bals.-Criv. Učinkovitost suzbijanja veća je, a negativno djelovanje gljive na stjenicu zanemarivo. Stoga se ovom metodom može ostvariti zapažen uspjeh (Gao i sur., 2012). Kako bi poboljšali uspjeh uspostave populacije ove vrste u nasadu paprike u zaštićenom prostoru, Kakimoto i sur. (2007) preporučuju istovremeno ispuštanje odraslih stjenica i jaja.

PORODICA MIRIDAE

***Macrolophus pygmaeus* (Rambur, 1839) syn. *Macrolophus brevicornis* (Knight, 1926)**

Stjenica *M. pygmaeus* vjerojatno je jedna od svjetski najpoznatijih i najraširenijih vrsta koja se koristi u suzbijanju različitih štetnika rajčice u zaštićenim prostorima. Hrani se štitastim ušima, štetnim grinjama, štitastim moljcima, resičarima, lisnim ušima i ličinkama nekih vrsta leptira (Montserrat i sur., 2000; Alomar i sur., 2006; Urbaneja i sur., 2009; Zappalà i sur., 2013; De Becker i sur., 2014). De Becker i sur. (2015) u svom radu navode učinkovitost stjenice u suzbijanju lisne uši *Myzus persicae* Sulzer čak i kod jakog napada. Posebno je važna u zaštiti rajčice od južnoameričkog moljca minera (*Tuta absoluta* Meyrick). Van Lenteren i sur. (2016) smatraju da je ovaj predator ključna komponenta u integriranoj proizvodnji rajčice u Europi. Međutim da bi povećala svoju populaciju, stjenica zahtijeva alternativni plijen kao dodatnu hranu. Sylla i sur. (2016) istraživali su učinak različitih vrsta plijena na ovog predatora. Autori potvrđuju da plijen utječe na duljinu razvoja ličinke i plodnost odraslih oblika, ali ne i na duljinu trajanja života stjenice. Stadij ličinke traje najdulje ako se stjenica hrani jajima lisnog minera, dok je plodnost stjenice puno veća ako se hrani ličinkama štitastog moljca, lisnim ušima i jajima brašnenog moljca (*Ephestia kuehniella* Zeller). Messelink (2014) također potvrđuje bolje rezultate suzbijanja ako stjenici osim plijena ponudimo dodatnu hranu. Prema navedenim podacima može se zaključiti kako nedostatak alternativnog plijena značajno ograničava učinkovitost ovog predatora. Vrsta se od 1994. godine koristi u integriranoj proizvodnji rajčice na području Europe. Iako primarno zoofitofagna, u visokim populacijama i u nedostatku plijena može uzrokovati štete na biljci (Castané i sur., 2011).

Moerkens i sur. (2015) primijetili su oštećenje plodova rajčice kod brojnosti stjenice koja se inače preporuča pri zaštiti. Nadalje isti autori uočavaju korelaciju između broja predatora i postotka infekcije rajčice virusom (PepMV). Pappas i sur. (2015) donose zanimljive podatke o ponašanju ovog predatora. Naime u prisutnosti predatora rajčica razvija određenu otpornost na koprivinog pauka (*Tetranychus urticae* Koch). Zabilježena je manja prisutnost jedinka pauka i manji broj odloženih jaja. Osim toga biljka zadržava efekt otpornosti najmanje dva tjedna nakon uklanjanja predatora. Autori zaključuju kako prisutnost predatora na biljci inducira aktivnost inhibitora proteinaze za koju je poznato da ima određenu važnost u jačanju obrane biljaka. Zbog mogućih oštećenja biljaka korištenje ovog predatora ne preporuča se u proizvodnji gerbera, krastavaca i paprike pri niskoj brojnosti plijena (Helyer i sur., 2014).

***Nesidiocoris tenuis* (Reuter, 1895)**

Prema podatcima Refkija i sur. (2016), vrsta *N. tenuis* omnivorna je stjenica, ali i opći predator često prisutan na poljoprivrednim kulturama. Međutim u novije se vrijeme ciljano koristi u zaštićenim prostorima za augmentativno suzbijanje štetnika kao što su štitasti moljac (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) i južnoamerički moljac rajčice (*T. absoluta*) (Sanchez i sur., 2014; Urbaneja-Bernat i sur., 2015). Osim ličinkama štitastih moljaca hrani se i nekim lisnim minerima (Schaefer i Panizzi, 2000). Iako je stjenica uspješna u suzbijanju moljca, njezin su nedostatak oštećenja koja može uzrokovati na rajčici (Sanchez i sur., 2008). Sanchez (2008) navodi da u nedostatku plijena vrsta sa zoofagnog načina ishrane prelazi na fitofagni. Prema istim autorima prinos rajčice bio je veći pri korištenju ovog kukca, ali je oštećenje plodova bilo gotovo podjednako. Osim plodovima stjenica se hrani listovima i cvjetnim stapkama rajčice. Međutim oštećenja nisu značajna (Calvo i sur., 2007). Refki i sur. (2016) istraživali su učinak različitih stadija ovog predatora u suzbijanju južnoameričkog moljca minera. Njihovi rezultati potvrđuju da treći stadij ličinke najčešće napada gusjenicu I. i II. stadija. Prema tome očito je učinkovitost suzbijanja jako povezana sa stupnjem razvoja ovih organizama. Nakon ispuštanja predatora u zaštićeni prostor kao prva hrana im se najčešće nude jaja brašnenog moljca. Osim toga učinkovitost predatora poboljšana je dodatkom šećera u prehrani što sugerira i mogućnost korištenja nektara kao zamjenske hrane (Urbaneja-Bernat i sur., 2015). Proizvođači često istovremeno koriste nekoliko vrsta predatora u zaštićenim prostorima, a sve radi uspješnije zaštite. Katkad se može dogoditi da dvije ili više vrsta ne ostvare dobar rezultat. U kombiniranom djelovanju stjenica *N. tenuis* i *Dyciphus maroccanus* Wagner, vrsta *N. tenuis* pokazala je bolje rezultate jer se bolje prilagodila vrijednostima temperature te je bila uspješnija u hvatanju plijena (Salas Gervasio i sur., 2017). Iako većina autora smatra kako je za uspjeh ove metode bitna stalna prisutnost biljke, Perdakis i sur. (2015) dokazuju bolju učinkovitost kada se

predator nalazio u zaštićenom prostoru prije početka uzgoja kulture. Pri usporedbi učinkovitosti stjenice u suzbijanju štitastog moljca na rajčici su uočeni bolji rezultati nego na krastavcima (Hassanpour i sur., 2016).

ZAKLJUČAK

Predatorske su stjenice važan biološki agens u integriranoj i ekološkoj proizvodnji u zaštićenim prostorima. Njihova je prednost u tome što za razliku od ostalih korisnih organizama napadaju žrtvu i u stadiju ličinke i u stadiju odraslog oblika. Međutim ovaj način zaštite može imati i nekih negativnih posljedica kao što su moguća oštećenja biljaka. Kao što je prikazano u prethodnom tekstu, stjenice se često hrane biljnim tkivom ili ga koriste kao medij za odlaganje jaja. Do oštećenja biljaka najčešće dolazi zbog nedostatka plijena, a pri visokoj brojnosti predatora. Osim toga značajke predatora, ali i same biljke domaćina, također utječu na uspješnost zaštite. Pri njihovu korištenju izuzetno je bitno ostvariti optimalan odnos stjenice i plijena te brojnost stjenice po samoj biljci. Budući da se biološka zaštita često kombinira s ostalim načinima zaštite bilja, treba biti posebno oprezan kod kombinacije više mjera zaštite jer sve nisu međusobno kompatibilne. Dokazano je da pojedina kemijska sredstva za zaštitu bilja mogu ugroziti opstanak ovih kukaca pa time smanjuju učinkovitost samog postupka zaštite. Konačno biološka zaštita koja se temelji na korištenju predatorskih stjenica očito ne nudi rješenje u suzbijanju svih vrsta štetnika u zaštićenim prostorima, stoga ona još uvijek predstavlja samo jedan segment zaštite i nužno ju je nadopunjavati kombinacijom ostalih okolišno prihvatljivih metoda.

LITERATURA

ALOMAR, O., RIUDAVETS, J., CASTAÑE, C. (2006). *Macrolophus caliginosus* in the biological control of *Bemisia tabaci* on greenhouse melons. Biol. Control., Vol. 36, 2: 154-162.

ARNÓ, J., ROIG, J., RIUDAVETS, R. (2008). Evaluation of *Orius majusculus* and *O. laevigatus* as predators of *Bemisia tabaci* and estimation of thie prey preference. Biol. Control., Vol. 44, 1: 1-6.

BAKKER, J. C. (2008). Developments in greenhouse horticultural production systems. IOBC/wprs, Vol. 32: 5-12.

BIONDI, A., DESNEUX, N., SISCARO, G., ZAPPALÀ, L. (2012). Using organic-certified rather than syntetic pesticide may not be safer for biological control agents: Selectivity and side effects of 14 pesticides on the predator *Orius laevigatus*. Chemosphere, Vol. 87, 7: 803-812.

BONSIGNORE, C. P., VACANTE, V. (2012). Influences of botanical pesticides and biological agents on *Orius laevigatus* – *Frankliniella occidentalis* dynamics under greenhouse conditions. J. Plant. Prot. Res., Vol. 52, 1: 16-23.

BONTE, M., DE CLERCQ, P. (2010). Impact of artificial rearing systems on the developmental and reproductive fitness of the predatory bug, *Orius laevigatus*. J. Insect. Sci., Vol. 10, 104: 1-11.

BUENO, V. H., SILVA, A. R., CARVALHO, L. M., MOURA, N. (2009). Control of thrips with *Orius insidiosus* in greenhouse cut roses: use of banker plant improves the performance of the predator. IOBC/wprs Bulletin, Vol. 94: 183-187.

BUENO, V. H., SILVA, A. R., CARVALHO, L. M., VAN LENTEREN, J. C. (2014). Performance of *Orius insidiosus* after storage, exposure to dispersal material, handling and shipment processes. B. Insectol., Vol. 67, 2: 175-183.

CALVO, J., BOLCKMANS, K., STANSLY, A. P., URBANEJA, A. (2007). Predation by *Nesidiocoris tenuis* on *Bemisia tabaci* and injury tomato. Biol. Control., Vol. 54: 237-246.

CASTAÑÉ, C., ARNÓ, J., GABARRA, R., AND ALOMAR, O. (2011). Plant damage to vegetable crops by zoophytophagous mirid predators. Biol. Control., Vol. 59: 22-29.

COCUZZA, E. G., DE CLERCQ, P., VAN DE VEIRE, M., DE COCK, A., DEGHEELE, D., VACANTE, V. (1997). Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albbidipennis* on *Ephestia kuehniella* eggs. Entomol. Exp. Appl., Vol. 82, 1: 101-104.

DE BECKER, L., CAPARROS MEGIDO, R., HAUBRUGE, É., VERHEGGEN, F. J. (2014). *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) as an efficient predator of the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Mayrick) in Europe. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., Vol. 18, 4: 536-543.

DE BECKER, L., WÄCKERS, F. L., FRANCIS, F., VERHEGGEN, J. F. (2015). Predation of the Peach Aphid *Myzus persicae* by the mirid Predator *Macrolophus pygmaeus* on Sweet Papers: Effect of Prey and Predator Density. Insects, Vol. 6: 514-523.

DE PUYSELEYR, V., HÖFTE, M., DE CLERCQ, P. (2011). Ovipositing *Orius laevigatus* increase tomato resistance against *Frankliniella occidentalis* feeding by inducing the wound response. Arthropod-Plant Inte., Vol. 5: 71-80.

ENKEGAARD, A., BRØDSGAARD, H. F. (2006). Biocontrol in protected crops: lack of biodiversity a limiting factor? Ecological and Societal Approach to Biological Control. Dordrecht. Springer.

FARKAS, P., BAGI, N., SZABÓ, A., LADÁNY, M., KIS, K., SOJNÓCKI, A., REITER, D., PÉNZES, B., FAIL, J. (2016). Biological control of thrips pests (Thysanoptera: Thripidae) in a commercial greenhouse in Hungary. Pol. J. Entomol., Vol. 85: 437-451.

FRANIN, K., BARIĆ, B. (2012). Korisne stjenice (Heteroptera) u poljoprivredi. Entomol. Croat., Vol. 16, 1: 61-80.

FRANK, S. D. (2010). Biological control of arthropod pests using banker plant systems: past progress and future directions. Biol. Control., 52: 8-16.

GAO, Y., REITZ, S. R., WANG, J., TAMEZ-GUERRA, P., WANG, E., XU, X., LEI, Z. (2012). Potential use of the fungus *Beauveria bassiana* against the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* without reducing the effectiveness of its natural predator *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). Biocontrol Sci. Techn., Vol. 22, 7: 803-812.

HASSANPOUR, M., BAGHERI, M., GOLIZADEH, A., FARROKHI, S. (2016). Functional response of *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) to *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae): effect on different hosta plants. Biocontrol Sci. Tehnol., Vol. 26, 11: 1489-1503.

HELYER, N., CATTILIN, N. D., BROWN, K. C. (2014). Biological Control in Plant Protection. A Color Handbook, Second Edition. Taylor and Francis Group. New York, US.

HEMERIK, L., YANO, E. (2011). Scaling up from individual behavior of *Orius sauteri* foraging on *Thrips palmi* to its daily functional response. *Popul. Ecol.*, Vol. 53: 563-572.

JAKOBSEN, L., ENKEGAARD, A., BRODSGAARD, H. F. (2004). Interactions between two polyphagous predators, *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae) and *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae). *Biocontrol Sci. Technol.*, Vol. 14, 1: 17-24.

KAKIMOTO, K., INOUE, H., YAMAGUCHI, T., OHNO, K. (2007). Simultaneous Release of *Orius strigicollis* (Poppius) Eggs and Adults to Improve Its Establishment in Greenhouses. *Jpn. J. Appl. Entomol. Z.*, Vol. 51, 1: 29-37.

KEÇECI, M., GÜRKAN, M. O. (2013). Biological control of Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* with *Orius* species in eggplant greenhouses in Turkey. *Turk. J. Entomol.*, Vol. 37, 4: 467-476.

LOPEZ, J. A., AMOR, F., BENGOCHEA, P., MEDINA, P., BUDIA, F., VIÑUELA, E. (2011). Short communication. Toxicity of emamectin benzoate to adults of *Nesidiocoris tenuis* Reuter, *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (Heteroptera, Miridae) and *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera, Eulophidae) on tomato plants. Semi-field studies. *Span. J. Agric. Res.*, Vol. 9, 3: 617-622.

LUNDGREN, J. G., FERGEN, J. K., RIEDELL, W. E. (2008). Influence of plant anatomy on oviposition and reproductive success of the omnivorous bug *Orius insidiosus*. *Anim. Behav.*, Vol. 75: 1495-1502.

MESSELINK, G. J. (2014). Persistent and emerging pests in greenhouse crops: Is there a need for new natural enemies? *IOBC-WPRS Bulletin*, Vol. 102: 143-150.

MESSELINK, G. J., BLOEMHARD, C. M., HOOGERBRUGGE, H., VAN SCHELT, J., INGEGNO, B. L., TAVELLA, L. (2015). Evaluation of mirid predatory bugs and release strategy for aphid control in sweet paper. *J. Appl. Entomol.*, Vol. 139, 5:333-341.

MOERKENS, R., BERCKMOES, E., VAN DAMME, V., ORTEGA-PARRA, N., HANSSSEN, I., WUYTACK, M., WITTEMANS, L., CASTEELS, H., TIRRY, L., DE CLERQ, P., DE VIS, R. (2015). High population densities of *Macrolophus pygmaeus* on tomato plants can cause economic fruit damage: interaction with Pepino mosaic virus? *Pest Manag. Sci.*, Vol. 72, 7: 1350-1358.

MONTERRAT, M., ALBAJES, R., CASTAÑÉ, C. (2000). Functional Response of Four Heteropteran Predators Preying on Greenhouse Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, Vol. 29, 5: 1075-1082.

MORENO-RIPOLL, R., GABARRA, R., SYMONDSON, W. O. C., KING, R. A., AGUSTÍ, N. (2012). Thropic relationships between predators, whiteflies and their parasitoids in tomato greenhouses: a molecular approach. *B. Entomol. Res.*, Vol. 102, 4: 415-423.

NAGAI, K., YANO, E. (2000). Predation by *Orius sauteri* (Heteroptera: Anthocoridae) on *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). Functional response and selective predation. *Appl. Entomol. Zool.*, Vol. 35, 4: 565-574.

NASELLI, M., URBANEJA, A., SISCARO, G., JAQUES, J. A., ZAPALLÀ, L., FLORS, V., PÉREZ-HEDO, M. (2016). Stage-Related Defense Response Induction in Tomato Plants by *Nesidiocoris tenuis*. *Int. J. Mol. Sci.*, Vol. 17, 5: 1-5.

OVEJA, M. F., RIUDAVETS, J., ARNÓ, J., GABARRA, R. (2016). Does a supplemental food improve the effectiveness of predatory bugs on cucumber. *Biocontrol.*, Vol. 61, 1: 47-56.

PERDIKIS, D. C., ARVANITI, K. A., PARASKEVOPOULOS, A., GRIGORIOU, A. (2015). Pre-plant release enhanced the earlier establishment of *Nesidiocoris tenuis* in open field tomato. *Entomol. Hell.*, Vol. 24: 11-21.

PAPPAS, M. L., STEPPUHN, A., GEUSS, D., TOPALIDOU, N., ZOGRAFOU, A., SABELIS, M. W., BROUFAS, G. D. (2015). Beyond Predation: The Zoophytophagous Predator *Macrolophus pygmaeus* Induces Tomato Resistance against Spider Mites. *Plos ONE.* 10(5): e0127251.

PAPPAS, M. L., STEPPUHN, A., BROUFAS, G. D. (2016). The role of phytophagy by predators in shaping plant interactions whit their pests. *Commun. Integr. Biol.*, Vol. 9, 2: 1-4.

RAJABPOUR, A., SERAJ, A. A., ALLAHYARI, H., SHISHEHBOR, P. (2011). Evaluation on *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae) for Biological Control of *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) on Greenhouse Cucumber in South of Iran. *Asian J. Biol. Sci.*, Vol. 4, 5: 457-467.

REFKI, E, SADOK, B. M., ALI, B. B. (2016). Study of the biotic potential of indigenous predator *Nesidiocoris tenuis* on *Tuta absoluta* pest of geothermal culture in south of Tunisia. *J. Entomol.Zool. Stud.*, Vol. 4, 6: 692-695.

ROCHA, L. C. D., CARVALHO, G. A., MOURA, A. P., TORRES, F. Z. V. (2006). Toxicidade de produtos fitosanitarios para adultos de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). *Arq. Inst. Biól.*, Vol. 65, 2: 309-315.

SALAS GERVASIO, N., PÉREZ-HEDO, M., LUNA, M. G., URBANEJA, A. (2017). Intraguild predation and competitive displacement between *Nesidiocoris tenuis* and *Dicyphus maroccanus*, two biological control agents in tomato pests. *Insect Sci.*, Vol. 24, 5: 809-811.

SANCHEZ, J. A. (2008). Zoophytophagy in the plantbug *Nesidiocoris tenuis*. *Agric. For. Entomol.*, Vol. 10, 2: 75-80.

SANCHEZ, J. A., LA-SPINA, M., LACASA, A. (2008). Impact of the zoophytophagus plant bug *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) on tomato yield. *J. Econ. Entomol.*, Vol. 101, 6: 1864-1870.

SANCHEZ, J. A., LA-SPINA, M., LACASA, A. (2014). Numerical response of *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) preying on *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato crops. *Eur. J. Entomol.*, Vol. 111, 3: 387-395.

SCHAEFER, C. W., PANIZZI, A. R. (2000). *Heteroptera of Economic Importance*. CRC Press, 1 edition. USA.

SHIPP, J. L., WANG, K. (2006). Evaluation of *Dicyphus hesperus* (Heteroptera: Miridae) for biological control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse tomato. *J. Econ. Entomol.*, Vol. 99, 2: 414-420.

SILVEIRA, L. C. P., BUENO, V. H. P., VAN LENTEREN, J. C. (2004). *Orius insidiosus* as biological control agent of Thrips in greenhouse chrysanthemums in the tropics. *B. Insectol.*, Vol. 57, 2: 103-109.

SUKHORUCHENKO, G. I., BELYAKOVA, N. A., PAZYUK, I. M., IVANOVA, G. P. (2015). The Toxic Effect of Greenhouse Insecticides on the Predatory Bugs *Nesidiocoris tenuis* Reuter i *Macrolophus pygmaeus* H.-S. (Heteroptera: Miridae). *Entomol. Rev.*, Vol. 95, 9: 11-1173.

- SYLLA, S., BRÉVAULT, T., DIARRA, K., BEAREZ, P., DESNEUX, N. (2016). Life-History Traits of *Macrolophus pygmaeus* with Different Prey Foods. Plos ONE. Vol. 11, 11: 1-8.
- TAN, X-L., WANG, S., ZHANG, F. (2013). Optimization an Optimal Artificial Diet for the Predatory Bug *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). Plos ONE, Vol. 8, 4: 1-11.
- URBANEJA, A., MONTÓN, H., MOLLÁ, O. (2009). Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. J. Appl. Entomol., Vol. 133: 292–296.
- URBANEJA-BERNAT, P., MOLLÁ, O., ALONSO, M., BOLKCMANS, K., URBANEJA, A., TENA, A. (2015). Sugars as complementary alternative food for the establishment of *Nesidiocoris tenuis* in greenhouse tomato. J. Appl. Entomol., Vol. 139, 3:, 161-167.
- VAN LENTEREN, J. C. (2012). The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies but a frustrating lack of uptake. Biocontrol, Vol. 57: 1-20.
- VAN LENTEREN, J. C., HEMERIK, L., LINS, JR, J. C., BUENO, V. H. P. (2016). Functional Responses of Three Neotropical Mirid Predators to Eggs of *Tuta absoluta* on Tomato. Insects, Vol. 7, 34: 1-10.
- WANG, S., MICHAUD, J P., TAN, X-L., ZHANG, F. (2014). Comparative suitability of aphids, thrips and mites as prey for the flower bug *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). Eur. J. Entomol., Vol. 111, 2: 221-22.
- WONG, S. K., FRANK, S. D. (2013). Pollen increase fitness and abundance of *Orius insidiosus* say (Heteroptera: Anthocoridae) on banker plants. Biol. Control, Vol. 64: 45-50.
- ZAPPALÀ, L., BIONDI, A., ALMA, A., AL-JBOORY, I. J, ARNÒ, J., BAYRAM. A., CHAILLEUX, A., EL-ARNAOUTY, A., GERLING, A., GUENAOUY, Y., SHALTIER-HARPAZ, L., SISCARO, G., STAVRINIDES, M., TAVELLA, L., VERCHER AZNAR, R., URBANEJA, A., DESNEUX, N. (2013). Natural enemies of the South American moth, *Tuta absoluta*, in Europe, North Africa and Middle East, and their potential use in pest control strategies. J. Pest Sci., Vol. 86: 635–647.
- ZENG F., COHEN, A. C. (2000). Demonstration of amylase from the zoophytophagous anthocorid *Orius insidiosus*. Arch. Insect Biochem., Vol. 44: 136-139.

BIOLOGIJA I EKOLOGIJA KOROVNE VRSTE *Solanum nigrum* L. (CRNA POMOĆNICA)

Laura KOŠČAK¹, Valentina ŠOŠTARČIĆ², Maja ŠĆEPANOVIĆ²

¹Studentica MS Fitomedicina, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

²Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za herbologiju,

Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

laurazd28@gmail.com

Prihvaćeno: 28-5-2019

SAŽETAK

Solanum nigrum L. (crna pomoćnica) jednogodišnji je širokolisni, proljetni korov okopavina, a može se pojaviti i u šumskim sustavima. Odlikuje se velikom produkcijom sjemena koje ima svojstvo dormantnosti i može biti do 40 godina vijabilno u tlu. Za klijanje zahtijeva alternirajuće temperature, uz izmjenu režima svjetlo / mrak, te je klijanje najbolje ako se sjeme nalazi na dubini od 1 cm. U laboratorijskim uvjetima, klijanje se može potaknuti dodavanjem giberelinske kiseline ili nitrata u supstrat. Ovisno o karakteristikama tla, genetici i uvjetima okoliša u kojima se nalazi, može sintetizirati veću količinu toksičnih spojeva zbog čega može doći do trovanja ljudi ili životinja konzumacijom *Solanum nigrum* L. Ipak se neki izolirani spojevi iz biljke koriste u farmaceutskoj industriji i medicini. Vegetacija korovne vrste *S. nigrum* započinje u svibnju i traje sve do listopada. Cvjeta i plodonosi do kraja vegetacijske sezone. Jedna biljka tijekom vegetacije može producirati i do 178 000 sjemenka.

Ključne riječi: *Solanum nigrum*, dormantnost, kljavost, ekologija, biologija

BIOLOGY AND ECOLOGY OF *Solanum nigrum* L. (BLACK NIGHTSHADE) SUMMARY

Solanum nigrum L. (black nightshade) is summer annual, broadleaf weed in row crops and it can also be found in forest systems. Seeds can be viable up to 40 years in soil. It requires alternating temperatures and changes in light and dark periods for germination. Greatest germination happens when seeds are 1 cm deep in soil. In laboratory conditions germination can be induced by adding gibberellic acid or nitrates in substratum. Depending on soil characteristics, genetics and environmental factors it may synthesize more toxic compounds

which can lead to human or animal intoxication if *Solanum nigrum* L. is consumed, though isolated compounds from plant are used in pharmaceutical industry and medicine. Vegetation of *S. nigrum* begins in May and lasts until October. Flowering and fruiting phases take place up to the end of vegetation season. This species has great seed production (178 000 seeds per one plant).

Key words: *Solanum nigrum*, dormancy, germination, ecology, biology

UVOD

Solanum nigrum L. (crna pomoćnica) (slika 1) kozmopolitska je biljna vrsta koja pripada porodici pomoćnica (Solanaceae). Ovoj porodici pripada više od 90 rodova i 3000 vrsta.¹ *Solanum nigrum* L. (crna pomoćnica) korovna je vrsta koja nepovoljno utječe na poljoprivrednu proizvodnju 37 usjeva u 73 zemlje svijeta (Rogers i Ogg, 1981). Na području RH prisutno je 12 vrsta i 2 podvrste koje pripadaju rodu *Solanum*², a od kojih se neke npr. *Solanum lycopersicum* L. (rajčica) i *S. tuberosum* L. (krumpir) već stoljećima uzgajaju za prehranu, dok su neke vrste npr. *Hyoscyamus niger* L. (bunika) i *Atropa bella-donna* L. (velebilje), uz crnu pomoćnicu, izrazito otrovne (Arro i sur., 2007). Zbog visokog sadržaja toksičnih glikoalkaloida (Rani i sur., 2017), zabilježena su trovanja sa smrtnim ishodom konzumacijom crne pomoćnice kod različitih goveda i peradi u Kanadi, ali i u drugim zemljama svijeta (Bassett i Munro, 1984), iako otrovnost biljke varira ovisno o staništu, pa su na nekim staništima, plodovi jestivi (Lesinger, 2006). Osim navedenoga, toksičnost vrste *Solanum nigrum* L. (crna pomoćnica) ovisi najviše o svojstvima tla na kojima se razvija, ekološkim čimbenicima te genetici (Ogg i Rogers, 1989).

¹ <https://www.britannica.com/topic/list-of-plants-in-the-family-Solanaceae-2026039>

² <https://hirc.botanic.hr/fcd/ShowResults.aspx?hash=-2012295588>



Slika 1. *Solanum nigrum* L. (crna pomoćnica)

Figure 1 *Solanum nigrum* L. (black nightshade)

Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Black_nightshade#/media/File:Solanum_nigrum_leafs_flowers_fruits.jpg

Taksonomski je *Solanum nigrum* L. vrsta koja u RH ima jednu podvrstu *S. nigrum* L. ssp. *schultesii* (Opiz) Wessely, zabilježenu samo na 2 lokaliteta - Split i Kamešnica (prema Nikolić, ur., 2019). U stranoj se literaturi nalazi pod nazivima: black nightshade (engleski), schwarzen nachtschatten (njemački), morelle noire (francuski), morella comune (talijanski), hierba mora (španjolski), pasje zelišće (slovenski) i kokošje grožđe (srpski). Narodna imena crne pomoćnice u Hrvatskoj su: pasje zelje, mračnjak, maunica, mučna trava, kačje jagode, torica, pesika i paskvice.³ Potječe iz Europe, točnije Euroazije, ali se do danas proširila i po ostalim kontinentima s arealom rasprostranjenosti od 54° sjeverne do 45° južne geografske širine (slika 2).

³<https://hirc.botanic.hr/fcd/DetaljiFrame.aspx?IdVrste=10257&taxon=Solanum+nigrum+L.>

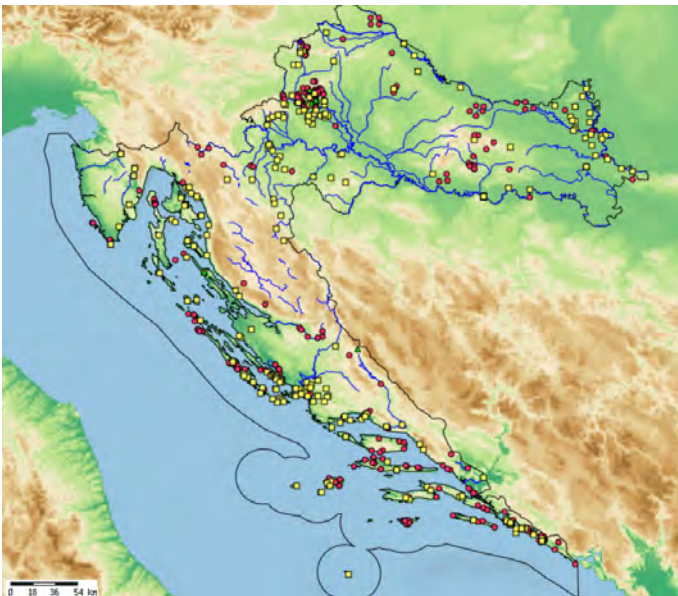


Slika 2. Karta rasprostranjenosti *Solanum nigrum* L. (crna pomoćnica) u svijetu

Figure 2 World distribution map of *S. nigrum* L. (black nightshade)

Izvor: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/50540>

Vrsta *Solanum nigrum* L. (crna pomoćnica) unesena je i na područje Sjeverne Amerike, Novog Zelanda i Australije (Edmonds i Chweya, 1997), a nešto kasnije i na prostore Južne i Srednje Amerike. Široko je rasprostranjena u kontinentalnim i primorskim dijelovima RH, a najvećim dijelom nalazi se duž jadranske obale, najčešće na području Šibensko-kninske županije, na otocima te na području Osječko-baranjske županije i Grada Zagreba⁴ (slika 3).



Slika 3. Rasprostranjenost *Solanum nigrum* L. (crne pomoćnice) u RH (Izvor: Nikolić, T., 2019)

Figure 3 Distribution of *Solanum nigrum* L. (black nightshade) in Croatia (Source: Nikolić, T., 2019)

⁴<https://hirc.botanic.hr/fcd/beta/map/search/10257?criteria=Porodica:Solanaceae,%20Rod:Solanum,%20Latinsko%20ime%20vrste:Solanum%20nigrum%20L.>

Danas se u Sjevernoj Americi, Indoneziji i Africi različiti dijelovi biljke koriste kao dodatak jelima (Saleem i sur., 2010). Iako je većina spojeva koncentrirana u nezrelim bobama i listu, solanin je jedini spoj koji se nalazi u svim dijelovima. Koncentracija ovih spojeva povećava se s rastom biljke (Saleem i sur., 2010; Rani i sur., 2017). Naime, glikoalkaloidi su topivi u mastima, a u umjerenim količinama (20mg/100g) slabije se apsorbiraju te brže hidroliziraju u manje toksične spojeve (aglikone) (Klapec, 2010), pa je stoga biljka jestiva i posebno važna prehrambena vrsta za područje Kenije gdje se već mnogo godina uzgaja kao povrtna kultura (Onyango, 2016) (slika 4), a u prehrani se koriste zrele bobice i listovi⁵. Nadalje, zbog sadržaja raznih vitamina i fenolnih spojeva ima važan utjecaj u farmaceutskoj industriji i medicini (Campisi, 2019).



Slika 4. Usjev *Solanum nigrum* L. (crne pomoćnice) u Keniji
Figure 4 *Solanum nigrum* L. (black nightshade) crop in Kenya
Izvor: <https://i1.wp.com/www.ip-watch.org/weblog/wp-content/uploads/2017/02/Justus-photo-Feb-2017.jpg>

Kao korovna vrsta pripada skupini jednogodišnjih proljetnih korova i najčešće zakorovljuje šećernu repu (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* L.), krumpir (*Solanum tuberosum* L.), kukuruz (*Zea mays* L.), mahunarke (Fabaceae) te posebice povrtne vrste iz porodice kojoj i sama pripada kao što su primjerice rajčica (*Solanum lycopersicum* L.), paprika (*Capsicum annum* L) gdje izaziva značajne štete koje su rezultat kompeticije za svjetlo (McGiffen i sur., 1992), a očitavaju se u obliku smanjena ukupnog broja plodova po biljci rajčice (McGiffen i sur.,

⁵https://en.wikipedia.org/wiki/Solanum_nigrum

1994) ili paprike (Fereses i sur., 1996). Još veći problem se u ovim kulturama javlja jer je crna pomoćnica domaćin ekonomski važnim lisnim ušima npr. *Aphis fabae* (crna bobova uš) i *Myzus persicae* (zelena breskvina uš) koje prijenosom virusa (Fernandez-Quintanilla i sur., 2002) mogu uzrokovati značajno veće štete ako virus prenesu s korovne biljke na biljku kulturu. Indirektne štete, koje su ujedno i značajnije za ovu korovnu vrstu, ogledaju se u povećanju troškova nakon berbe usjeva. Primjera radi, zbog sličnosti ploda sa sjemenom graška (oblik, boja i veličina), za razliku od kontaminacije cvijetom *Matricaria chamomilla* L. (kamilice) ili *Cirsium arvense* L. (poljskog osjaka), troškovi čišćenja i dorade najveći su pri odvajanju ploda crne pomoćnice (Knott, 1993) pa tako na Novom Zelandu dosežu 79 000 dolara, a u Nebrasci je izračunato da štete uzrokovane vrstom *S. nigrum* iznose oko 12 % ukupnog dohotka, što predstavlja novčani gubitak od 1,5 milijuna američkih dolara godišnje (Burgert i sur., 1973).

Ova je korovna vrsta često pripadnik korovne flore u usjevima soje (*Glycine max* (L.) Merr.). Zbog sporijeg razvoja soje crna je pomoćnica zajedno s ostalim korovnim vrstama, npr. *Chenopodium album* L. (bijela loboda), *Echinochloa crus-galli* L. (koštan) i *Amaranthus retroflexus* L. (oštrodlakavi šćir), veliki kompetitor usjevu (Barić i Ostojić, 2000) za svjetlo, vodu i hranjiva. Samo šćir može smanjiti prinos soje 90 % pri gustoći od 30 biljaka po metru kvadratnom, što upućuje na važnost suzbijanja ovih korovnih vrsta u usjevu soje (Légère i Schreiber 1989; Costea i sur., 2004). Osim na poljoprivrednim površinama, crna pomoćnica raste kraj putova te naseljava i ruderalna (zapuštena) staništa (Suthar i sur., 2009; Saleem i sur., 2010). Iako nije značajan korov u šećernoj repi (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* L.) na području RH, prema Stankoviću i sur. (1970) cit. Ostojić (1992) *Solanum nigrum* L. po brojnosti nalazio se na 4. mjestu u usjevu šećerne repe u Vojvodini.

S. nigrum L. biljka je toplijih područja i najčešće korov okopavina (Salava i sur., 2004). Uz navedene pričinjava i štete u šumskim sustavima tako da kompeticijom potiskuje rast mladih stabala (Price, 2012). Dobro uspijeva na tlima koja su bogata dušikom (Edmonds i Chweya, 1997), a visoki salinitet tla (>50 Mm) negativno utječe na rast i reprodukciju te kao rezultat stresa na takvim tlima dolazi do smanjenog rasta izdanaka, listova i korijena (Abdallah i sur., 2016). Kao većina ostalih korova i ova se vrsta odlično prilagodila na ekološki nestabilna staništa (Basset i Munro, 1984) gdje je povećana i produkcija sjemena. Pogotovo uspješno raste na staništima gdje se folijarno primjenjuju gnojiva što pozitivno utječe na njezin vegetativni i generativni razvoj zbog izravnoga utjecaja na prijenos energije putem ATP-a (Khan i sur., 1998). Mogućnost velike rasprostranjenosti u svijetu dokazuje uspješan razvoj na pjeskovitim, ilovastim i tlima s visokim sadržajem gline (Maharana i sur., 2011), u rasponu pH tla od kiselog do bazičnog (Suthar i sur., 2009). Zbog navedenih problema s kojima se proizvođači moraju susretati kad je u pitanju crna pomoćnica potrebno je pravilno i pravovremeno pristupiti mjerama

suzbijanja kako bi se isti uspjeli riješiti, a potencijalne štete izbjeći. Stoga je potrebno dobro poznavati morfologiju radi prepoznavanja te biologiju i ekologiju ove vrste radi pravovremenog suzbijanja.

MORFOLOŠKA OBILJEŽJA *SOLANUM NIGRUM* L. (CRNE POMOĆNICE)

Solanum nigrum L. (crna pomoćnica) korovna je vrsta koju karakterizira uspravan ili polegnuti, rijetko razgranati rast (Bassett i Munro, 1984). Svojstvena je i morfološka plastičnost, tj. adaptibilnost prema različitim uvjetima rasta i razvoja. Tako visinom može dosegnuti do 150 cm (Miraj, 2016). Svježa masa jedne odrasle biljke iznosi od 265 do 279 grama, a suha masa od 62,3 do 69,8 grama (Choi i Seo, 2012). Korijenov sustav, mase oko 80 g, ekstenzivno je razgranat kao i kod većine jednogodišnjih korova (slika 5). Zakorjenjuje se plitko i na glavnom korijenu stvara mnogobrojno postrano korijenje koje se dalje grana (Hulina, 1998).



Slika 5. Korijenov sustav *Solanum nigrum* L. (crne pomoćnice) (prilagođeno)

Figure 5 Root system of *Solanum nigrum* L. (black nightshade) (adjusted)

Izvor: <https://completegarden.files.wordpress.com/2008/07/black-nightshade-solanum-nigrum.jpg>

Kotiledoni (slika 6) jesu 5 mm dugi, jajasti do okruglo-ovalni, prema vrhu zašiljeni i cjelovitih rubova. Na dnu su zaobljeni te su smješteni na kratkoj lisnoj stapci. Hipokotil i supke klijanaca plavoljubičaste su boje, što je jedna od karakterističnih morfoloških značajki za lakšu determinaciju ove vrste u ranom razvojnom stadiju. Dužina prvog lista i prvog pravog lista je 1 cm (Hulina, 1998) s izraženom središnjom žilom. Prvi pravi listovi gotovo su trokutasti, široki i ovalni te se razvijaju naizmjenično, a mogu biti cjelovitih rubova ili blago nazubljeni (Rani i sur., 2017).



Slika 6. Kotiledoni *Solanum nigrum* L. (crne pomoćnice) (foto: Zavod za herbologiju)
Figure 6 Seedling of *Solanum nigrum* L. (black nightshade) (photo: Department for Weed Science)

Stabljika je zelene boje te obujma od 7,1 do 8,2 mm. Na stabljici su smještene grane koje na sebi nose listove dužine do 8 cm i širine do 5 cm. Stariji listovi eliptičnog su do ovalnog oblika, zelene boje, prema vrhu zašiljeni, skraćene baze te blago dlakavi (Choi i Seo, 2012). Cvjetovi su bijele boje, mali i ugledni te zajedno čine paštiti cvat (Knežević, 2006), dok su prašnici unutar cvijeta žute boje, dužine od 1,5 do 2,0 mm. Plod je bobica (Jani Dilip, 2012). Nezrela bobica zelene je boje, a zrela crne boje bez sjaja. Sjeme je žutosmeđe boje, diskoidnog oblika i mrežaste površine. Prosječna proizvodnja sjemena po biljci je 500. U jednoj bobici može se razviti od 15 do 60 sjemenka, a težina 1000 sjemenki iznosi od 0,75 do 1 g (Hulina, 1998; Benvenuti i sur., 2001; Berlin, 2003), a broj sjemenka u kilogramu je 1 300 000. Duljina sjemena crne pomoćnice iznosi 2,33 mm, širina 1,74 mm, a ukupna površina sjemena je 6,45 mm² (slika 7). Budući da ova vrsta cvjeta i daje plod tijekom cijelog ljeta pa sve do listopada, sposobna je proizvesti do 178 000 sjemenka u jednoj vegetacijskoj sezoni. Sjeme je obavijeno nepropusnom ovojnicom koja je izravno povezana sa svojstvom dormantnosti (Suthar i sur., 2009). Naime sjeme ove vrste i 40 godina može mirovati u tlu u dormantom stanju (Hulina, 1998).



Slika 7. Oblik, visina, širina i površina sjemena *Solanum nigrum* L. (crne pomoćnice) (uslikano s DinoCapture 2,0 versio 1,5 28D) (foto: Zavod za herbologiju)

Figure 7 Shape, height, width and surface of *Solanum nigrum* seed (captured with DinoCapture 2,0 versio 1,5 28D) (photo: Department of Weed Science)

BIOLOGIJA I EKOLOGIJA *SOLANUM NIGRUM* L. (CRNE POMOĆNICE)

Klijanje korovne vrste *Solanum nigrum* L. (crna pomoćnica) odvija se tijekom proljeća i ljeta, točnije u razdoblju od svibnja do srpnja. Fiziološki zrelo sjeme prolazi kroz kratkotrajnu dormantnost koja zapravo predstavlja nedormantni embrij koji samo čeka povoljne uvjete za klijanje (Baskin i Baskin, 2000; Taab, 2009). Ciklus dormantnosti kreće se od smjera uvjetovane dormantnosti prema njezinom prekidu. U laboratorijskim uvjetima može se prekinuti primjenom giberelinske kiseline, stratifikacijom i/ili skarifikacijom. Najdjelotvornijim načinom pokazala se mehanička skarifikacija brusnim papirom gdje je postotak klijavosti iznosio 78 % (Suthar i sur., 2009) i bolje je potaknuo na klijanje sjemenke od igle i keramičkog tučka. Povećan postotak klijavosti može se postići i dodavanjem nitrata ili giberelinske kiseline u supstrat (Bithell, 2004).

Klijavost sjemena *S. nigrum* L. ovisi o mnogo čimbenika, a najviše o temperaturi, svjetlu i dubini na kojoj se sjeme nalazi (Suthar i sur., 2009). Sjeme crne pomoćnice bolje klije ako je izloženo alternirajućim temperaturama uz izmjenu režima svjetlo / mrak, dok je pri stalnim temperaturama klijavost niža (Bithell, 2004). Pri provođenju testova prekidanja dormantnosti i

ustanovljivanja postotka klijavosti potrebno je uzeti u obzir mogućnost da uvjeti za prekid dormantnosti nisu jednaki uvjetima klijanja. Ovisno o uvjetima, biljka može proklijati, vratiti se u dormantnost ili uginuti.

U poljskim uvjetima abiotički čimbenici (optimalna temperatura, vlaga, svjetlo, hranjiva, plinovi CO₂ -ugljični dioksid i O₂ - kisik), pH tla i tekstura tla izravno i neizravno utječu na klijanje sjemena ove vrste. Kratkotrajna fiziološka dormantnost u proljeće, razlog je kasne pojave ovog korova u usjevima. Pojava klijanaca odvija se krajem travnja ili početkom svibnja i ponavlja se sve do rujna (Taab, 2009). Autor Bithell (2004), navodi da je temperatura tla ključni čimbenik koji utječe na prekidanje dormantnosti. Niža temperatura tla, točnije temperatura od 17,5 °C prekida dormantnost, nakon čega embrij čeka povoljne uvjete za klijanje. Suprotno navedenom, indukcija dormantnosti odvija se kad temperatura tla naraste na 20 °C kako bi se sjeme pripremio za prezimljavanje. Optimalne temperature za klijanje ove vrste su alternirajuće temperature 20 / 30 °C uz režim 16 h dan i 8 h noć.

U laboratorijskim istraživanjima ustanovljena je minimalna temperatura potrebna za nicanje ove korovne vrste koja varira ovisno o području sakupljanja sjemena. Tako se temperaturni minimum (T_b) za područje Španjolske kreće u rasponu od 7,5 °C do 10 °C, ovisno o geografskom položaju populacije (Monte i Tarquis, 1997), dok na području Novog Zelanda iznosi 6,2 °C (Bithell i sur., 2014). Minimalna količina vlage (biološki vodni potencijal), koja predstavlja zasićenost tla vodom, za područje Francuske iznosi -0,89 MPa (Guillemin i sur., 2013). Za usporedbu, vodni potencijali nekih drugih okopavinskih korovnih vrsta jesu sljedeći: *Amaranthus retroflexus* L. (oštrodlakavi šćir) -0,36 MPa i *Echinochloa crus-galli* L. (koštan) -0,97 MPa (Šoštarčić, 2015). Prikazane vrijednosti pokazuju da *Solanum nigrum* L. (crna pomoćnica) teže podnosi vodni stres od koštana, ali bolje od šćira. Za naše područje podatci o temperaturnom optimumu i vodnom potencijalu crne pomoćnice još nisu ustanovljeni.

Jedan od važnijih čimbenika koji utječe na klijanje sjemena je pH tla. Iako ova vrsta može klijeti i dobro se razvijati na tlima s reakcijama tla od kiselog do lužnatog, ipak se najuspješnije nicanje zbiva na tlima neutralne pH reakcije (Suthar i sur., 2009). I dubina je važan čimbenik koji određuje uspješnost nicanja. Sjeme crne pomoćnice ima najbolju klijavost ako se nalazi na dubini od 1 cm (78 %), dok se već na dubini od 2 cm značajno smanjuje (54 %) (Suthar i sur., 2009). Crna pomoćnica odlikuje se brzim rastom što ju čini još većim kompetitorom usjeva. Ulazak u generativnu fazu odvija se sredinom lipnja pa traje do kraja vegetacije (Bassett i Munro, 1984), dok plodonošenje započinje u kolovozu. Sukladno navedenom, cvjetanje i plodonošenje odvija se do kraja vegetacijske sezone. Ustanovljeno je da na širu distribuciju sjemena utječu glodavci, ptice, stoka, čovjek i različiti oblici voda (oborine, rijeke) (Bassett i Munro, 1984), a važno je i naglasiti da ova korovna vrsta preferira tla bogata dušikom i ekološki nestabilne površine i staništa gdje nesmetano obavlja svoj

rast i razvoj (Edmonds i Chweya 1997). Prema sezonskoj dinamici nicanja crna pomoćnica pripada proljetnim kasno nicajućim vrstama. Istraživanje provedeno u usjevu kukuruza u Španjolskoj pokazalo je da crna pomoćnica zahtijeva STJ od 1300 °C kako bi poniknulo 70 % populacije tijekom jedne vegetacijske sezone (Dorado i sur., 2009). Vegetativna i generativna faza ove vrste ovisne su o fotoperiodu, a u literaturi se navodi da je optimalan režim klijanja ove korovne vrste 16 h dan i 8 h noć (Taab i Anderson, 2009).

Prema načinu obavljanja fotosinteze pripada C₃ skupini biljaka. Ovaj tip fotosinteze prolazi većina biljaka s našeg područja. Biljne vrste C₃ tipa zapravo slabije obavljaju fotosintezu uz prisutnost O₂ jer prolaze i proces fotorespiracije. Čimbenici koji utječu na proces fotorespiracije jesu: povećana koncentracija O₂, niska koncentracija CO₂ i visoke temperature. Posljedica je niži koeficijent iskorištavanja svjetlosne energije, za razliku od biljaka C₄ tipa fotosinteze. Stoga C₃ kulture u suštini imaju manji biološki prinos (Vukadinović i sur., 2014). Ipak, većina kultiviranih biljaka u kojima se *S. nigrum* L. (crna pomoćnica) pojavljuje kao korov, također pripadaju skupini C₃. To su najčešće povrtnice (paprika, rajčica) i okopavinski usjevi (soja i krumpir). Unatoč tomu što je C₃ biljna vrsta, predstavlja veliki problem u poljoprivredi jer pripada napasnim biljnim vrstama. Naime, prisutnost ploda u sjemenu usjeva ograničava njegovu prodaju. Konkretno, plod je veličinom jednak plodu graška i stoga ograničava i distribuciju sjemena graška. Budući da je otrovna biljna vrsta, izravno šteti zdravlju ljudi i životinja, kako goveda tako i peradi. Zbog svoje kasne pojave u usjevima i svojstva brzog rasta veliki je kompetitor kulturama rijetkog sklopa, a pogotovu navodnjavanih (Taab i Anderson, 2009). Uz sve navedeno sadrži i alelokemikalije koje utječu na klijanje susjednih biljaka (kultura). Ustanovljeno je smanjeno klijanje *Allium cepa* (luk) > 20 % (Baličević i sur., 2015), *Glycine max* L. (soje) i *Pisum sativum* L. (graška) čak 100 % (Marinov-Serafimov, 2010), zelene salate 82 % do 99 % (Šimić, 2017). Osim što kompeticijom izravno šteti poljoprivrednim usjevima, ova vrsta pričinjava i brojne neizravne štete. *Solanum nigrum* L. (crna pomoćnica) domaćin je raznim patogenim mikroorganizmima, kukcima i nematodama (Ogg i Rogers, 1989). Domaćin je patogenim virusima, stoga je važno njezino suzbijanje u usjevima rajčice, paprike i ostalih povrtnica. Neki od njih jesu: *Potato virus Y* (virus crtičastog mozaika krumpira), *Henbane mosaic virus* (virus mozaika bunike) (patogen na paprici i rajčici) i opasni *Tomato spotted wilt virus* (virus venuća i pjegavosti rajčice). Domaćin je i ekonomski najvažnijoj bakteriozi paprike i rajčice (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) i bakteriozi rajčice (*Corynebacterium michiganense* ssp. *michiganense*). Od vrlo patogenih mikoza, domaćin je raku krumpira (*Synchytrium endobioticum*). Uz sve navedene organizme, domaćin je i velikom broju ekonomski najvažnijih fitofagnih nematoda koje pripadaju rodovima *Heterodera*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchus* i *Globodera* (Hulina, 1998). Crna je pomoćnica domaćin i mnogim fitofagnim kukcima, a neki od njih jesu: krumpirova zlatica (*Leptinotarsa*

decemlineata), crna bobova uš / repina uš (*Aphis fabae*) i stjenice koje pripadaju rodu *Lygus*. Osim štetne entomofaune, domaćini su i korisnim parazitoidnim kukcima iz porodica Syrphidae (osolike muhe) i Coccinellidae (božje ovčice) (Schmidt i sur., 2014).

Crna pomoćnica velike probleme stvara pri žetvi usjeva. Naime njezina ljepljiva masa, nastala iz soka boba, pri žetvi ometa rad strojeva (Bassett i Munro, 1984), što je čest slučaj u usjevima soje. Samo jedna biljka crne pomoćnice na tri metra reda soje odgađa žetvu kako bi se izbjeglo bojenje zrna (Werner i sur., 1998). Također Hulina (1998) navodi kako je za prehrambenu industriju neprihvatljiv špinat koji sadrži bobu *S. nigrum*. Jedna biljka crne pomoćnice na 30 metara kvadratnih šećerne repe (*Beta vulgaris* L.) u vrijeme žetve može jako kontaminirati šećer u postupku dorade repe (Neururer, 1976). Potreba suzbijanja naglašena je i zbog otrovnosti ove korovne vrste. Konzumiranjem nezrelih

boba dolazi do smrtnih ishoda kod životinja i ljudi, a popratni simptomi trovanja jesu: vrtoglavica, mučnina, povraćanje, abdominalna bol i dijareja (Zimdahl, 2007).

Kako bi se postignula dobra gospodarska praksa, potrebno je držati se integriranih mjera suzbijanja crne pomoćnice. Prije svega, potrebno je provoditi preventivne i kulturalne mjere zaštite usjeva od korova koje podrazumijevaju sjetvu čistog sjemena. Posebno je važna mjera provedba plodoređa. Na poljoprivrednim zemljištima nakon berbe ili žetve trebalo bi sijati biljke za zelenu gnojidbu. Osim navedenog poželjno je malčiranje. Također je potrebno provoditi i mehaničke mjere nakon što se korov pojavi u usjevu ili nasadu. Mehaničke mjere podrazumijevaju malčiranje površine i pravilnu i pravovremenu obradu tla te kultivaciju (Barić i sur., 2014; Ogg i Rogers, 1989). Ako se sve navedene mjere iscrpe, a *S. nigrum* L. (crna pomoćnica) i dalje nanosi štete usjevu ili nasadu, potrebno je prijeći na kemijsko suzbijanje sredstvima za zaštitu bilja (Novak i Novak, 2016). Kao i kod mnogih korovnih vrsta i kod *S. nigrum* L. (crna pomoćnica) ustanovljena je pojava biotipova rezistentnih na određene herbicide. Prva pojava rezistentnosti ove vrste potvrđena je još 1978. godine u Italiji u usjevu kukuruza na atrazin, a deset godina kasnije na Novom Zelandu i na ostale djelatne tvari iz kemijske skupine triazina (cijanazin, prometrin, terbutilazin) te u Velikoj Britaniji na simazin. Rezistentni biotipovi korovne vrste *S. nigrum* L. (crna pomoćnica) pronađeni su još i u Austriji, Belgiji, Francuskoj, Švicarskoj, Njemačkoj, Nizozemskoj, Mađarskoj i Italiji (Salava i sur., 2004), a primijećeno je da rezistentni biotipovi imaju značajno nižu klijavost u odnosu na osjetljive biotipove.

ZAKLJUČAK

S. nigrum L. (crna pomoćnica) napasna je korovna, kozmopolitska vrsta koja zakorovljuje okopavine, povrtnice i trajne nasade. Podrijetlom je s prostora Euroazije, danas već raširena na svim kontinentima (osim Antarktika). Preferira ekološki nestabilne površine i staništa te tla bogata dušikom, iako podnosi i različite tipove tla sa širokim rasponom pH vrijednosti. Dormantnost sjemena uvjetovana je temperaturom tla - niža temperatura inhibira, dok viša temperatura inducira dormantnost. Postotak klijavosti najveći je ako se sjeme izlaže alternirajućim temperaturama uz režim svjetlo 16 h i mrak 8 h i ako se nalazi na dubini do 1cm u tlu. Širenju sjemena pomažu glodavci, ptice, goveda, ljudi i voda. *S. nigrum* pripada skupini otrovnih i napasnih biljnih vrsta, a ujedno je istražen i potvrđen alelopatski utjecaj na inhibiciju klijanja kultura poput luka (*Allium cepa* L.), soje (*Glycine max* L.), graška (*Pisum sativum* L.) i zelene salate (*Lactuca sativa* L.). Stvara probleme pri žetvi ili berbi usjeva jer nedozrele bobice stvaraju ljepljivu masu koja ometa rad kombajna, a ako se nađe u sjemenu graška, potrebno je dodatno ulagati u čišćenje i doradu sjemena za daljnju distribuciju. Kulturalne i mehaničke mjere učinkovite su u suzbijanju crne pomoćnice.

LITERATURA

ABDALLAH, S., AUNG, B., AMYOT, L., LALIN, I., LACHAAL, M., KARRAY-BOURAONI, N., HANNOUFA, A. (2016). Salt stress (NaCl) affect plant growth ad branch pathways of carotenodi and flavonoid biosyntheses in *Solanum nigrum*. Acta Physiol., Vol. 1: 38-72.

ARRO, R. R. J., WOOLLEY, J. G., OKSMAN-CALDENTY, K. M. (2007). Tropane alkaloid containing plants – Henbane, belladonna, Datura and Duboisia U: Transgenic Crops VI, Section II: Medicinal Crops (EC Pua, M Davey, eds.). Biotechnology in Agriculture and Forestry. 61. Springer-Verlag., Berlin-Heidelberg. DOI 10.1007/978-3-540-71711-9_10. (pristupljeno: 28. svibnja, 2019.)

BALIČEVIĆ, R., RAVLIĆ, M., ČUK, P., ŠEVIĆ, N. (2015). Allelopathic effect of three weed species on germination and growth of onion cultivars. U: Proceedings & abstract of the 8th International Scientific/Professional Conference Agriculture in Nature and Environment Protection, Baban, M., Rašić, S. (ur.), Glas Slavonije d.d., Osijek., pp 205-209.

BARIĆ, K., OSTOJIĆ, Z. (2000). Mogućnosti suzbijanja korova u soji. Agronomski glasnik., Vol, 62, 1-2: 71-84.

BARIĆ, K., OSTOJIĆ, Z., ŠĆEPANOVIĆ, M. (2014). Integrirana zaštita bilja od korova U: Mjere suzbijanja korova u integriranoj biljnoj proizvodnji (IBP). Glasilo biljne zaštite., Vol. 14., 5: 422-431.

BASKIN. J. M., BASKIN, C. C., XIAOJIE, L. (2000). Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. Plant Species Biology., Vol. 15: 139–152.

BASSETT, I. J., MUNRO, D. B. (1984). The biology of Canadian weeds. 67. *Solanum ptycanthum* Dan., *S. nigrum* L. and *S. sarrachoides*. Canad. J. Plant Sci., Vol. 65: 401-414.

BENVENUTI, S. (2001). Quantitative Analysis of Emergence of Seedlings from Buried Weed Seeds With Increasing Soil Depth. *Weed Science.*, Vol. 4: 528-535.

BERLIN, K. (2003). Phenology and shadow response of *Solanum physalifolium* var. *nitidi-baccatum* and *Solanum nigrum* ssp. *nigrum*. Depart. of Ecology and Crop Product. Science, SLU.

BITHELL, S. L. (2004). An evaluation of *Solanum nigrum* and *S. physalifolium* biology and management strategies to reduce nightshade fruit contamination of process pea crops. Doctoral thesis. Lincoln University.

BITHELL, S. L., HILL, G. D., MCKENZIE, B. A., WRATTEN, S. D. (2014). Influence of black nightshade (*Solanum nigrum*) and hairy nightshade (*Solanum physalifolium*) phenology on processed pea contamination. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science.*, Vol. 42, 1: 38-49.

BURGERT, K. L., BURNSIDE, O. C., FENSTER, C. R. (1973). Black nightshade leaves its mark. *Nebr. Univ. Coll. Agric. Q. Serving Farm.*, Vol. 20: 8-10.

CAMPISI, A., ACQUAVIVA, R., RACITI, G., DURO, A., RIZZO, M., ALFREDO SANTAGATI, N. (2019). Antioxidant Activities of *Solanum nigrum* L. Leaf Extracts Determined in In Vitro Cellular Models. *Foods.*, Vol. 8, 63: 1-12. doi:10.3390/foods8020063 (pristupljeno: 31.05.2019.)

CHOI, S., SEO, K. (2012). Studies on Growth Characteristics and Yield of *Solanum nigrum* L. *Korean J.Plant.Res.*, Vol. 25, 5: 596-602.

COSTEA, M., WEAVER, S. E., TARDIF, F. J. (2004). The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S. Watson and *A. hybridus* L. *Canadian journal of Plant Science.*, Vol. 84, 2: 631-668. <https://doi.org/10.4141/P02-183> (pristupljeno: 30.5.2019.)

DORADO, J., SOUSA, E., CALHA, I.M., GONZALES-ANDUJAR, J.L., FERNANDEZ-QUINTANILLA, C. (2009). Predicting weed emergence in maize crops under two contrasting climatic conditions. *Weed Research.*, Vol. 49, 3: 251-260.

EDMONDS, J. M., CHWEYA, J. A. (1997). Black nightshade. *Solanum nigrum* L. and related species. International Plant Genetic Resources Institute, Rome.

FERERES, A., AVILLA, C., COLLAR, J. L., DUQUE, M., FERNANDEZ-QUINTANILLA, C. (1996). Impact of Various Yield-Reducing Agents on Open-Field Sweet Peppers. *Environmental Entomology.*, Vol. 25, 5: 983-986.

FERNANDEZ-QUINTANILLA, C., FERRES, A., GODFREY, L., NORRIS, R. F. (2002). Development and reproduction of *Myzus persicae* and *Aphis fabae* (Hom., Aphididae) on selected weed species surrounding sugar beet fields. *J. Appl. Ent.*, Vol. 126; 198-202.

GUILLEMIN, J. P., GARDARIN, A., GRANGER, S., REIBEL, C., MONIER-JOLAIN, N., COLBACH N. (2013). Assessing potential germination period of weeds with base temperature and base water potentials. *Weed Res.*, Vol.53, 1: 76-87.

HULINA, N. (1998). Korovi. Školska knjiga, Zagreb,

JANI DILIP, K., SAROJA, K., MURTHY, A. R. V. (2012). Pharmacognostic study of kakamachi (*Solanum nigrum* linn). *Journal of pharmaceutical & scientific innovation.*, Vol. 1,4: 42-48.

KHAN, M.M.A., AFAG, S.H., AFRIDI, R.M. (1998). Response of Black Nightshade (*Solanum nigrum* L.) to Phosphorus Application. *J. Agron. & Crop Sci.*, Vol. 184: 157-163.

KLAPEC, T. (2010). Opasnosti vezane uz hranu. Fizikalne opasnosti. Sveučilište u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.

KNEŽEVIĆ, M. (2006.): Atlas korovne, ruderalne i travnjačke flore. Sveučilište u Osijeku Poljoprivredni fakultet, Osijek.

KNOTT C. M. (1993). Volunteer Crops in Legumes for Processing. Aspects of Applied Biology., Vol. 35: 208-213.

LÉGÈRE, A., SCHREIBER, M. M. (1989). Competition and canopy architecture as affected by soybean (*Glycine max*) row width and density of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). Weed Sci., Vol. 37: 84–92.

LESINGER, I. (2006). Ljekovito toksično bilje. Adamić, Rijeka.

MAHARANA, L., PATNAIK, S., KAR, D. M., SAHU, P.K., SI, S. C. (2011). Assessment of antihyperglycemic and antioxidant potential of leaves of *Solanum nigrum* Linn. In alloxan induced diabetic rats. Pharmacology., Vol. 1: 942 – 963.

MARINOV-SERAFIMOV, P. (2010). Determination of allelopathic effect od some invasive weed species on germination and initial development od grain legume crops. Pesticides and Phytomedicine., Vol. 25, 3:251-259.

MCGIFFEN, JR., M. E., MASIUNAS, J .B., HUCK, M. G. (1992). Tomato and Nightshade (*Solanum nigrum* L. and *S. ptycanthum* Dun.) Effects on Soil Water Content. . J. Amer. Soc. Hort. Sci., Vol. 117, 5: 730-735.

MCGIFFEN, JR., M. E., PANTONE, D. J., MASIUNAS, J. B. (1994). Path Analysis of Tomato Yield Components in Relation to Competition with Black and Eastern Black Nightshade. J. Amer. Soc. Hort. Sci., Vol. 119, 1: 6-11.

MIRAJ, S. (2016). *Solanum nigrum*: A review study with anti-cancer and antitumor perspective. Der Pharma Chemica., Vol. 8, 17: 62-68.

MONTE, S. P., TARQUIS, A. M. (1997). The role of temperature in the seeds germination of two species of the *Solanum nigrum* complex. Journ.of Expertim.Botany., Vol. 48, 317: 2087-2093.

NEURURER, G. (1976). Okonomixche Schadensschvelle und Tolerierbare Forschung in Osterreich., Vol. 7: 143-153.

NIKOLIĆ T., ur. (2019): Flora Croatica Database (URL <http://hirc.botanic.hr/fcd>). Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

NOVAK, M., NOVAK., N. (2016). Suzbijanje korova u rajčici. Glasilo biljne zaštite, Vol. 16, 5: 521-523.

OGG, A. G., ROGERS, B. S. (1989). Taxonomy, distribution, biology, and control of black nightshade (*Solanum nigrum*) and related species in the United States and Canada. Rew. Weed Sci., Vol. 4: 25-58.

ONYANGO, C. M., ONTITA, E. G., ONWONG'A, R. N., DESTERIO, N., GAPUSI, J. R. (2016). Status and Production Practices of Vegetable African Nightshade (*Solanum nigrum* L.) in Selected Communities of Kenya. American J. of Experimen. Agriculture., Vol. 13, 3: 1-12.

OSTOJIĆ, Z. (1992). Zaštita šećerne repe od korova, U: Šećerna repa, ur. Spasić, P., „Jugošećer“ d.d.

PRICE, A. J. (2012). Weed Control. InTech, Rijeka.

RANI, Y. S., REDDY, J., BASHA, S. J., KOSHMA, M., HANUMANTHU, G., SWAROOPA, P. (2017). A review on *Solanum nigrum*. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences., Vol. 6, 12: 293-303.

ROGERS, B. S., OGG, A. G. (1981). Biology of weeds of the *Solanum nigrum* complex (*Solanum* Section *Solanum*) in North America. US Dept. of Agriculture. Science and Education Administration. Agricultural Reviews and Manuals, Western Series., Vol. 23 : 1-30.

SALAVA, J., CHODOVA, P., NOVAKOVA, K. (2004). The Emergence of a Atrazine Resistant Black Nightshade (*Solanum nigrum* L.) Biotype and Molecular Basis Resistance. Plant Protect. Sci., Vol. 3: 94-100.

SALEEM, M. T. S., MADHUSUDHANA CHETTY, C., RAMKANTH, S., ALAGUSUNDARAM, M., GNANAPRAKASH, K, THIRUVENGADA RAJAN, V. S., ANGALAPARAMESWARI, S. (2010). *Solanum nigrum* Linn. – A Review. Phcog Rev., Vol 3, 6: 342-345.

SCHMIDT, D. D., KESSLER, A., KESSLER, D., SCHMIDT, S., LIMM, I., GASE, K., BALDWIN, T. (2014). *Solanum nigrum*: A model ecological expression system and its tools. Molec. Ecol., Vol. 13: 981-985.

SUTHAR, A. C., NAIK V. R., MULANI, R. M. (2009). Seed and seed Germination in *Solanum nigrum* Linn. Amer.-Eur. J. Agric. & Environ.Sci., Vol. 5, 2: 179-183.

ŠIMIĆ, M. (2017). Alelopatski utjecaj vrsta iz porodice Solanaceae na salatu. Završni rad. Sveučilište u Osijeku Poljoprivredni fakultet, Osijek

ŠOŠTARČIĆ, V. (2015). Biološki parametri toploljubivih korovnih vrsta: transfer *AlertInf* modela iz Italije u Hrvatsku. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.

TAAB, A. (2009). Seed Dormancy and Germination in *Solanum nigrum* and *S. physalifolium* as Influenced by Temperature Conditions. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

TAAB, A., ANDERSON, L. (2009). Seasonal changes in seed dormancy of *Solanum nigrum* and *Solanum physalifolium*. Weed Res., Vol. 49: 90-97.

VUKADINOVIĆ, V., JUG, I., ĐURĐEVIĆ, B. (2014). Ekofiziologija bilja. NSS, Osijek.

WERNER, E.L., CURRAN, W.S., LIGENFELTER, D.D. (1998). Management of Eastern Black Nightshade in Agronomic Crops: An Integrated Approach. Penn State Extension. Agronomy facts 58., The Pennsylvania State University.

ZIMDAHL, R.L. (2007). Fundamentals of Weed Science. 3rd edition. Academic Press, SAD.

UPUTE ZA PRIPREMU RUKOPISA

Tematsko područje časopisa

Časopis objavljuje aktualne i inovativne izvorne znanstvene radove (Original Scientific Paper), pregledne radove (Review), prethodna priopćenja (Preliminary Communication) koji donose nove spoznaje iz područja zaštite bilja (biologija, ekologija i suzbijanje štetnih organizama, fitofarmacija, aplikacija sredstava za zaštitu bilja, invazivne vrste i sl.).

Vrste radova

Izvorni znanstveni rad (Original Scientific Paper) predstavlja djelo koje je rezultat znanstvenog istraživanja primjenom znanstvenih metoda. Otkriva nepoznate činjenice i odnose te objašnjava zakonitosti među pojavama. Pridonosi povećanju znanstvenih spoznaja. Opseg rada treba iznositi 10-15 stranica. Sastavnice i redoslijed rada su:

NASLOV RADA na jeziku rada. Treba biti kratak i informativan. Treba izbjegavati suvišne riječi.

SAŽETAK rada na jeziku rada. Može sadržavati do 250 riječi i piše se u jednom pasusu. Treba sadržavati kratki opis istraživanja, materijala i metoda i važnije rezultate rada.

Nomenklatura nije obvezni dio rada. Navedeni nomenklaturni podaci mogu biti korisni kod pretraživanja radova i omogućuju veću citiranost rada. Ukoliko autor želi, unosi sljedeće podatke: narodni naziv (common name) istraživane vrste (kulturne i divlje), znanstveni naziv (latinski) s naznakom autora naziva, nazive istraživanih kemijskih supstanci i eventualno važnu kraticu pojma (ovisno o vrsti rada). Piše se iznad Ključnih riječi.

Ključne riječi (3-5) na jeziku rada poredane abecednim redom. Ako je moguće, treba izbjegavati riječi iz naslova rada.

NASLOV RADA na engleskom jeziku. Ako je rad pisan na engleskom jeziku, naslov rada na hrvatskom jeziku.

SUMMARY na engleskom jeziku ili **SAŽETAK** na hrvatskom jeziku ako je rad pisan na engleskom jeziku.

Nomenclature: ukoliko se piše nomenklatura na hrvatskom, obvezno je pisanje i na engleskom jeziku.

Key words na engleskom jeziku ili **Ključne riječi** ako je rad pisan na hrvatskom jeziku.

UVOD treba ukratko iznijeti ideju i cilj istraživanja. U uvodu objasniti konkretni problem, opisati ga te razjasniti što je do sada istraženo i s kakvim uspjehom. Završava ciljem i svrhom istraživanja.

MATERIJALE I METODE RADA treba kratko i dovoljno informativno izložiti. Detaljnije se opisuju samo nove originalne ili modificirane metode. Za poznate metode i tehniku istraživanja navodi se samo izvor (autor i godina objave).

REZULTATI RADA I RASPRAVA mogu biti u jednom ili razdvojenim poglavljima. Važno je ne iznositi iste podatke (rezultate) na različite načine (tablično, grafikonom i tekstualno).

ZAKLJUČCI trebaju pružiti kratku i jasnu sliku istraživanja. Navesti samo što je postignuto istraživanjem u skladu s ciljem istraživanja.

Zahvala, ev. zahvala za pomoć u radu osobama koje nisu autori rada ili za financijsku podršku istraživanju. Piše se nakon Zaključaka a prije Popisa literature.

LITERATURA treba biti popisana (samo ona citirana u radu) prema harvardskom sustavu. Autore treba poredati abecednim redom, bez numeriranja. Više radova istog autora navode se kronološkim redom. Više radova istog autora u istoj godini označavaju se uz godinu slovima, a redosljed radova se navodi abecednim redom po nazivu rada. Nazive časopisa treba skraćivati prema pravilima (npr. link http://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/G_abrvjt.html) a nazive za koje nije definirana skraćunica treba pisati u punom nazivu.

Ovisno o izvoru (članak iz časopisa, knjiga, poglavlje u knjizi, online izvor i dr.), literaturu treba pravilno popisati i citirati u tekstu rada. Budući da je danas dostupno sve više online izvora literature, nužno je naglasiti da je online izvor a nakon navođenja URL adrese navesti datum pristupanja izvoru.

Treba izbjegavati sekundarno citiranje i citiranje online radova kojima nije poznat autor.

Kod citiranja izvora literature u tekstu rada, obvezno je pravilno citiranje izvora ovisno o broju autora (jedan, dva ili više od dva autora). Autori se navede bez imena i titule.

Broj autora treba biti umjeren i u skladu s opsegom rada.

Primjeri popisivanja literature:

- **članak u časopisu:** LEMIĆ, D., BAŽOK, R. (2011). Prednosti i nedostaci insekticida iz skupine regulatora rasta i razvoja kukaca za primjenu u integriranoj zaštiti bilja. *Fragm. Phytomed. Herbolog.*, Vol. 31, 1-2: 82-99.

- **elektronički oblik članka u časopisu:** isto kao prethodno a iza broja stranice, dodati mrežnu stranicu i (pristupljeno: datum)

- **knjige:** ORAIĆ TOLIĆ, D. (2011). *Akademsko pismo: Strategije i tehnike klasične retorike za suvremene studentice i studente*, Zagreb, Naklada Ljevak d.o.o.

(kad knjiga ima dva naslova piše se na prikazani način, glavni naslov se odvaja dvotočkom ispred drugog naslova)

- **knjige dostupne online:** sve isto kao prethodno i: iza naslova dodati (e-knjiga ili online); iza izdavača dodati mrežnu stranicu i (pristupljeno: datum).

- **poglavlje u knjizi:** IVIĆ, D., KRISTEK, A. (2015). *Gljivične bolesti šećerne repe. U: Šećerna repa: Zaštita od štetnih organizama u sustavu integrirane biljne*

proizvodnje (R. Bažok ur.). Zagreb. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, pp 66-95.

- znanstveni i stručni rad/sažetak u konferencijskom zborniku:

GALZINA, N., ŠČEPANOVIĆ, M., GORŠIĆ, M., BARIĆ, K., OSTOJIĆ, Z. (2007). Učinak reduciranih doza herbicida na broj i masu korova u kukuruzu. ed. Pospišil Milan, Zbornik radova 42. Hrvatski i 2. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, 13-16. 2. 2007., pp. 641-645.

- diplomski rad/ magistarski rad/disertacija:

LIPOVSKI, A. (2015). Peterojezični rječnik najvažnijih korovnih vrsta. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.

- publikacije nacionalnih i internacionalnih organizacija/institucija/asocijacija (najčešće dostupno online):

- poznat autor i datum.: STREIBIG, J. C. (2003). Assessment of herbicide effects. European Weed Research Society, http://www.ewrs.org/et/docs/herbicide_interaction.pdf (pristupljeno: 21. 1. 2017.)

- nije poznat autor i datum: European Weed Research Society (n.d.). Crop-weed interactions working group, http://www.ewrs.org/crop-weed_interactions.asp, (pristupljeno: datum)

- nije poznat autor: Anonymous (godina/ili n.d.). Naslov. mrežna stranica (pristupljeno: datum)

Primjeri citiranja izvora u tekstu:

- dva autora: (Ivić i Kristek, 2015) ili u engl. verziji rada (Ivić & Kristek, 2015)

- više od dva autora: Bažok i sur., 2015 ili u engl. verziji rada (Bažok et al., 2015)
Upute za popis i citiranje literature su jedinstvene za sve oblike radova.

Pregledni rad (Review) sadrži cjelovit prikaz problema. Sastoji se od analiziranih i sintetiziranih prikupljenih već objavljenih znanstvenih spoznaja i informacija. Treba sadržavati: Naslov, Sažetak, Summary, Uvod i Zaključke prema navedenim uputama. Sadržajna organizacija rada primjerena je temi rukopisa koju određuje autor. Opseg rada nije ograničen.

Prethodno priopćenje (Preliminary Communication) ili znanstvena bilješka je oblik znanstvenog rada koji sadrži znanstvene spoznaje i rezultate koji su vrijedni objave. Organizacija rada ne mora sadržavati sva poglavlja izvornog znanstvenog rada.

Tehnička priprema rukopisa

Tekstovi trebaju biti napisani na hrvatskom ili engleskom jeziku. Tekst rada treba pisati u MS Wordu dvostrukim proredom. Sve margine trebaju iznositi 2,5 cm. Potrebna je kontinuirana numeracija redova rada. Tip slova Times New Roman, veličine fonta 11.

Naslov rada, imena autora i naslovi poglavlja trebaju biti centrirani.

Ispod naslova, navesti puno ime i prezime (prezime velikim tiskanim slovima) autora i instituciju gdje je autor/i zaposlen. Ispod institucije navesti adresu elektronske pošte autora zaduženog za komunikaciju s Uredništvom. Sve navedeno (naslov i ostali podaci) treba biti centrirano.

Naslovi, zaglavlje i opis tablica, crteža, grafikona, slika i shema u radu pisanom na hrvatskom jeziku trebaju biti prevedeni i na engleski jezik, i obrnuto.

Tablice, grafikoni ili slike šalju se kao zasebne datoteke te se izostavljaju iz glavnog rukopisa. U rukopisu naznačuju se samo naslovi (legende) tablica, grafikona ili slika na mjestu u tekstu gdje bi trebale stajati.

Nazive tablica treba pisati u novi pasus iznad tablice. Tablice trebaju sadržavati samo najvažnije podatke, koji nisu prikazani, grafički i tekstem.

Nazivi grafikona, crteža i slika pišu se ispod objekata. I objekti i nazivi trebaju biti centrirani. Boldirati samo riječi tablica, grafikon, crtež, slika, naziv ne. Poželjno je koristiti vlastite originalne slike.

Grafikoni se dodatno predaju u Excel formatu, a crteži i slike kao JPEG ili TIFF formatu s minimalnom rezolucijom od 400 dpi.

Tablice, grafikoni, crteži i slike označavaju se arapskim brojevima.

Kratice u rukopisu trebaju biti međunarodno prihvaćene. Koristiti Međunarodni sustav jedinica (SI sustav). Složene jedinice odvajaju se kosom crtom (kg/ha, m/s i sl.). Biološki pojmovi trebaju biti međunarodno prihvaćeni. Latinske nazive vrsta i rodova pisati u kurzivu (italic) a pri prvom navođenju imena vrste obavezno je navođenje autora. Kasnije u tekstu naziv roda može se kratiti na početno slovo.

Predložak rada može se vidjeti na mrežnoj stranici Hrvatskog društva biljne zaštite (<http://hdbz.hr/fragmenta/>).

Procedura objave rada

Uredništvo preliminarno procjenjuje tematsku prikladnost i tehničko udovoljavanje rukopisa za časopis. Uredništvo odabire dva recenzenta i upućuje im rukopis i obrazac za recenziju. Autor e-poštom dobiva obavijest da je rad prihvaćen i poslan na recenziju. Recenzenti će biti zamoljeni da u roku od 14 (max. 30) dana recenziraju rad. Ukoliko bude znatnih odstupanja u recenzijama, rad će biti na isti način prosljeđen trećem recenzentu. Recenzenti predlažu jednu od četiri mogućnosti: *rad se prihvaća*; *rad se prihvaća uz manje izmjene*, *rad se prihvaća uz veće izmjene* i *rad se ne prihvaća* za objavu. Kad su uvjetovane veće izmjene rukopisa, ispravljeni rad ponovno se šalje recenzentu na provjeru. Nakon recenziranja i korekcija (autor ih treba obaviti u roku od 14 dana) rad se upućuje tehničkom uredniku a on lektoru. Nakon lekture rad se šalje autoru na ev. korekcije.

VAŽNO! Autor/i preuzimaju odgovornost za akademsku čestitost (znanstvenu etiku, plagiranje i prava o intelektualnom vlasništvu).

Rukopis dostaviti e-poštom na adresu : apintar@agr.hr