

## DIVERZITET FAUNE CIKADA PODFAMILIJE DELTOCEPHALINAE U AGROEKOSISTEMIMA SRBIJE I POTENCIJALNI VEKTORI FITOPLAZMI

MILJANA JAKOVLJEVIĆ, ANDREA KOSOVAC, OLIVER KRSTIĆ, MILANA MITROVIĆ,  
JELENA JOVIĆ, IVO TOŠEVSKI, TATJANA CVRKOVIĆ

Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Odsek za štetočine bilja, Zemun  
e-mail: miljka06@gmail.com

### REZIME

Istraživanje diverziteta cikada podfamilije Deltocephalinae sprovedeno je u periodu od 2004. do 2010. godine u vinogradima na lokalitetima Vršac, Topola, Rajac i Jasenovik i usevima kukuruza u južnom Banatu. Jedinke različitih vrsta podfamilije Deltocephalinae su sakupljane u zasadima i usevima, kao i na okolnoj vegetaciji. Najbrojnija vrsta na svima lokalitetima bila je *Psammotettix alienus* (Dahlbom, 1850). Manje brojne vrste ove podfamilije bile su vrste *Euscelis incisus* (Kirschbaum, 1858), *Neoaliturus fenestratus* (Herrich-Schäffer, 1834) i *Errastunus ocellaris* (Fallén, 1806), dok je procentualna zastupljenost vrste *Doratura impudica* Horváth, 1897 bila znatno manja. Od predstavnika podfamilije Deltocephalinae, vrste koje su zabeležene u južnom Banatu su *Arocephalus languidus* (Flor, 1861), *Euscelis distinguendus* (Kirschbaum, 1858) i *Metalimnus steini* (Fieber, 1869). U vinogradima Jasenovika kao najdominantnija vrsta javljala se vrsta *N. fenestratus*.

**Ključne reči:** cikade, Deltocephalinae, diverzitet, vektori, fitoplazme

### UVOD

Cikade (Hemiptera: Auchenorrhyncha) predstavljaju brojnu, široko rasprostranjenu i veoma značajnu grupu insekata u mnogim prirodnim i antropogenim ekosistemima. Kao fitofagni insekti, sreću se na različitim gajenim biljkama, šumskoj vegetaciji i korovskim biljkama. Biljke oštećuju u periodu ovipozicije, tokom ishrane i lučenjem produkata metabolizma. Hraneći se sokovima iz ćelija floema utiču na smanjen prirast i slabljenje fiziološke kondicije napadnute biljke. Ozbiljne štete nanose kao prenosioци biljnih patogena iz grupe fitoplazmi, virusa i bakterija (Cvrković, 2009).

Obzirom da se hrane sokovima iz ćelija floema, a imajući u vidu da fitoplazme naseljavaju floem biljaka domaćina, cikade su poznati i značajni vektori koji mogu da prenesu jednu ili više fitoplazmi. Do sada je vektorska uloga utvrđena kod vrsta iz familija Cicadellidae, Cixiidae, Delphacidae i Dactylopharidae, među kojima ima monofagnih, oligofagnih i polifagnih

nih vrsta (Weintraub i Beanland, 2006).

Cikade se prema načinu ishrane i tipu monofagnosti mogu podeliti na obligatne, fakultativne i slučajne, a prema štetnosti, na vrste koje ishranom nanose direktne štete i vrste koje, kao vektori prouzrokovala različitim oboljenja nanose indirektnu štetu (Alma i sar., 2002).

Fitoplazme predstavljaju grupu prokariotskih organizama bez ćelijskog zida iz klase Mollicutes. Prenose se putem kalemljenja, parazitskih cvetnica i insekata vektora. Razvoj molekularnih metoda omogućio je utvrđivanje i karakterizaciju fitoplazmi u biljkama i insektima vektorima, sagledavanje etiologije i epidemiologije mnogih, do tada neobjašnjanih biljnih bolesti, uključujući i nekoliko karantinskih bolesti ekonomski značajnih gajenih biljaka (Cvrković, 2009).

Cikade poseduju određene karakteristike, koje ih čine pogodnim za prenošenje fitoplazmi. Selektivna ishrana floemskim sokovima biljaka, čini ih efikasnim vektorima patogena koji su vezani za to

tkivo. Takođe, njihova ishrana nije destruktivna za biljku, što izaziva uspešnu inokulaciju vaskularnog sistema domaćina (Cvrković, 2009).

Važan činilac u epidemiologiji bolesti uzrokovanih fitoplazmama je prilagođenost i interakcija između insekata-vektora i fitoplazmi. Da bi bile unete u biljku, fitoplazme moraju da nasele pljuvačne žlezde insekta vektora i da se tu aktivno umnožavaju da bi prilikom njegove ishrane putem pljuvačke bile unete u floemsko tkivo biljke (Weintraub i Beanland, 2006). Međutim, cikade iako usvoje fitoplazmu prilikom ishrane na inficiranoj biljci, ne znači da su sposobne da je prenesu na zdrave biljke (Vega i sar., 1994). Kompleksna interakcija između vektora, biljke i fitoplazme dovodi do visokog stepena koevolutivne adaptiranosti i specifičnosti između ovih organizama (Weintraub i Beanland, 2006). Ipak, pojedine fitoplazme mogu da prenose i različite, evolutivno udaljene vrste cikada. Takođe, pojedini vektori mogu da prenose dve ili više različitih fitoplazmi i oni se često nazivaju univerzalnim vektorima (npr. *Euscelidius variegatus* (Kirschbaum, 1858)).

Istraživanja sastava i strukture zajednica cikada u agroekosistemima fokusirana su na njihovu ulogu kao vektora biljnih bolesti, prvenstveno fitoplazmi (Weintraub and Beanland, 2006). Praćenje dinamike populacija cikada i njihovih sezonskih pomeranja ukazuje na sve veću brojnost populacija ovih insekata na gajenim biljkama i na njihovo sezonsko pomeranje sa nativnih biljaka staništa na gajene biljke. Ovakav trend praćen je širenjem areala pojedinih polifagnih vrsta na račun adaptacija i ishrane na određenim biljnim kulturama (Langer and Maixner 2004).

O prisustvu cikada na zeljastim i drvenastim biljkama u različitim ekosistemima na teritoriji Srbije pisali su Tanasijević (1966, 1967) i Janković (1975, 1978). Najveći broj vrsta zabeležen je u lucerištima i deteliništima, kao i na livadama u planinskim predelima. Većina registrovanih vrsta u Srbiji su polifagne i nisu vezane za određeni agroekosistem (Jović i sar., 2010).

Prema literaturnim podacima, u vinogradarskim regionima Evrope javlja se nekoliko desetina vrsta cikada (Alma i sar., 2002). Fitoplazmatična oboljenja na vinovoj lozi široko su rasprostranjena i nazivaju se žutila vinove loze. Dosadašnja istraživanja u vinogradima Srbije potvrdila su prisustvo dva oboljenja iz grupe prouzrokovana žutila vinove loze, *Flavescence dorée* (FD) fitoplazme i *Bois noir* (BN) fitoplazme (Mitrović i sar., 2006; Filippin i sar., 2009). Epidemiologija žutila vinove loze je usko povezana sa vrstama cikada prisutnim u vinogradima i njihovom biologijom. Do sada dominantan iden-

tifikovani vektor FD fitoplazme je cikada *Scaphoideus titanus* Ball, 1932 čije prisustvo je utvrđeno u svim vinogradarskim regionima Srbije (Krnjajić i sar., 2007). Iz tog razloga se ukazala potreba za istraživanjem brojnosti i raznovrsnosti cikada u vinogradima širom Srbije (Cvrković i sar., 2010).

Tokom istraživanja epidemiologije fitoplazmi povezanih sa vinovom lozom, nova fitoplazma iz 16SrII grupe je detektovana u biljci *Picris hieracoides* L., 1753 (Asteraceae) koja predstavlja čestu korovsku biljku u vinogradima Srbije (Mitrović i sar., 2011). To je bio prvi nalaz fitoplazme iz 16SrII grupe u *P. hieracoides*, kao i prvi nalaz o prisustvu ove fitoplazmatske grupe u Srbiji i jugoistočnoj Evropi (Mitrović i sar., 2011). Za nekoliko vrsta cikada je dokazano da su vektori fitoplazmi iz 16SrII grupe. *Neolaliturus fenestratus* (Herrich-Schäffer, 1834) je široko rasprostranjena vrsta cikada u Evropi, može se naći na napuštenim poljima i vinogradima i hrani se biljkama iz familije Asteraceae (Nickel, 2003). U jugoistočnoj Srbiji ova vrsta je blisko povezana sa biljkom *P. hieracoides* i dokazani je vektor 16SrII fitoplazme (Mitrović i sar., 2012).

Podfamilija Deltocephalinae sadrži preko 6200 vrsta rasprostranjenih širom sveta, što je čini, na osnovu broja opisanih vrsta, najvećom podfamilijom u okviru Cicadellidae. Predstavnici ove podfamilije se hrane floemskim sokom velikog broja vaskularnih biljaka, a vrste mogu biti monofagne i polifagne. Ovo je ekonomski veoma značajna grupa koja sadrži brojne vektore poljoprivrednih biljnih patogena (Weintraub i Beanland, 2006). Više od 75% svih eksperimentalno potvrđenih vektora fitoplazmi pripadaju podfamiliji Deltocephalinae. Nije iznenađujuće što većina vektora potiče baš iz ove podfamilije jer su ove vrste cikada česte u travnatim ekosistemima, a mnoge fitoplazme su vezane upravo za biljke familije Poaceae, koje istovremeno predstavljaju i biljke domaćine pomenutih cikada (Wilson i Weintraub, 2007).

Zbog nedovoljne istraženosti faune cikada u agroekosistemima Srbije, cilj istraživanja jeste da se pokaže postojeća brojnost i diverzitet vrsta podfamilije Deltocephalinae u vinogradima u Topoli, Vršcu, Rajcu i Jasenoviku i u usevima kukuruza na lokalitetima u južnom Banatu. Utvrđivanje vektorske uloge nekih predstavnika podfamilije Deltocephalinae i njihova povezanost sa određenim fitoplazmatskim grupama i podgrupama je još jedan cilj istraživanja koji dovodi do boljeg upoznavanja cikada navedene podfamilije kao i njihove povezanosti sa određenim biljnim domaćinima i patogenima koje mogu u sebi da nose i da prenesu. Takođe, može se napraviti korelacija između prisutnih vrsta cikada i lokaliteta na

kome su sakupljene, uključujući i podatke o prisustvu određenih fitoplazmi u biljkama na tim lokalitetima. Time će se upotpuniti cela priča o vektorskoj ulozi pojedinih vrsta i korelacija sa određenim fitoplazmatskim grupama i biljkama domaćinima.

## MATERIJAL I METODE

Za istraživanje diverziteta faune cikada izabrana su tri vinograda u centralnoj, severnoj i istočnoj Srbiji na lokalitetima Vinča (Topola, N44°13.532' E020°40.224'), Vršački vinogradi (N45°05.921' E21°20.621') i Rajac (Negotin, N44°07.298' E022°34.334'), vinograd u Jasenoviku u jugoistočnoj Srbiji kao i usevi kukuruza u južnom Banatu.

U vinogradima Vršca, Rajca i Topole, u kojima je praćen sastav i brojnost cikada, utvrđeno je prisustvo BN fitoplazme. Za potvrdu prisustva fitoplazme iz 16SrXII-A grupe koja prouzrokuje bolest BN na vinovoj lozi u periodu od 2004. do 2007. godine biljke su uzorkovane metodom transekta, koji je polazio od jednog ugla vinograda, a završavao dijagonalno, na suprotnom uglu. Sakupljanje uzoraka biljaka koje su ispoljavale simptome žutila ili crvenila, vršeno je od početka juna do kraja septembra. Listovi vinove loze sa pojedinačnih čokota (5-10 po biljci), stavljeni su u plastične zip-kese, koje su zatim obeležene i u poljskom frižideru na temperaturi od 8 do 11°C prenete u laboratoriju gde su uzorci čuvani na -20°C do ekstrakcije DNK. Ekstrahovana DNK analizirana je na prisusvo fitoplazmi PCR metodom.

Kao kontrola služio je vinograd u lokalitetu Zemun (N44°50.389' E20°24.377'), u kome nije utvrđeno prisustvo fitoplazme u biljkama i insektima.

U toku 2009. i 2010. godine analiza faune cikada vršena je u vinogradarskim regionima jugoistočne Srbije (Jasenovik, Niški okrug), gde je prethodno utvrđeno prisustvo fitoplazmi iz 16SrII, 16SrV i 16SrXII-A podgrupa. Sakupljanje cikada vršeno je od 1. maja do 1. septembra u vinogradima i na utrinama oko vinograda na lokalitetu Jasenovik. U intervalima od 15 dana, cikade su sakupljane usnim aspiratorima i košenjem entomološkom mrežom sa biljaka. Sakupljeni uzorci su čuvani u 96% etanolu na temperaturi od 4 do 8°C.

Istraživanja diverziteta i brojnosti cikada u usevima kukuruza sa simptomima crvenila kukuruza prouzrokovanog fitoplazmom iz 16SrXII-A podgrupe vršena su na tri lokaliteta u južnom Banatu (test lokaliteti). Lokaliteti su odabrani na osnovu literaturnih podataka o epifitotičkoj pojavi simptoma crvenila kukuruza (Šutić i sar., 2002/2005) u blizini sela Kovačica (N45°10.202' E20°37.079'), Uzdin (N45°11.354' E20°40.983') i Samoš (N45°11.278' E20°45.219'). U

usevima kukuruza u području u kome pojava simptoma crvenila nije zabeležena, istraživanja su vršena na dva lokaliteta: u blizini sela Dobanovci (N44°50.426' E20°13.848') i na eksperimentalnom polju Instituta za zaštitu bilja i životnu sredinu, Odseka za štetočine bilja u Zemunu (kontrolni lokaliteti).

Sakupljanje cikada u usevima kukuruza vršeno je na svakih 15 dana od 1. maja do 1. septembra, tokom 2005. i 2006. godine. Unutar polja kukuruza cikade su sakupljane u pet kvadrata (10 x 10 m) međusobno udaljenih 5m po dubini polja, dijagonalno raspoređenih od jednog ugla ka suprotnom uglu polja. Sakupljanje je vršeno pomoću usnog aspiratora direktno sa biljaka kukuruza ili entomološkom mrežom košenjem. Sakupljene cikade su čuvane u 80% rastvoru etanola u plastičnim tubicama zapremine 2 ml (Eppendorf, Nemačka). U terenskim uslovima cikade su čuvane u mobilnom frižideru na 8-11°C, a u laboratorijskim na 4°C.

Determinacija cikada sakupljenih tokom istraživanja u vinogradima i u usevima kukuruza izvršena je na osnovu morfoloških karakteristika i građe genitalija (Holzinger i sar., 2003; Biedermann i Niedringhaus, 2004).

Iz svakog primerka sakupljenih insekata u vinogradima Topole, Vršca i Rajca ekstrahovane su ukupne nukleinske kiseline, po modifikovanom CTAB protokolu ekstrakcije opisanom od strane Gatineau i sar. (2001). Ekstrahovani uzorci insekata analizirani su PCR metodom. U cilju detekcije prisustva i utvrđivanja tipa fitoplazme koja inficira vinovu lozu na kojoj su cikade sakupljane, analize su urađene univerzalnim prajmerima za detekciju 16S rRNK regiona svih poznatih fitoplazmi. Specifično utvrđivanje prisustva stolbur fitoplazme izvršeno je detekcijom Stoll1 regiona ovog patogena. Posle umnožavanja i utvrđivanja prisustva fitoplazmi uzorci su analizirani RFLP metodom. Ovim analizama utvrđeno je u kojim uzorcima su prisutne fitoplazme 16SrV grupe (kojoj pripada FD), a u kojima fitoplazme 16SrXII grupe (kojoj pripada BN). Specifična detekcija stolbur fitoplazme u vinovoj lozi i cikadama vršena je umnožavanjem Stoll1 regiona koji je specifičan za genom stolbur fitoplazme.

Prilikom ekstrakcije insekata sakupljenih u vinogradu u Jasenoviku, jedinke svake vrste su organizovane u grupe od po dve ili četiri jedinke. DNK tako organizovanih insekata je ekstrahovana CTAB metodom opisanom od strane Gatineau i sar. (2001). Prisustvo fitoplazmi u sakupljenom insekatskom materijalu je utvrđeno uz pomoć PCR metode amplifikacijom 16S rRNK regiona. Amplifikovani produkti nested PCR-a su analizirani RFLP metodom radi utvrđivanja fitoplazmatskih grupa i podgrupa

u analiziranim uzorcima. Zbog već potvrđenog prisustva 16SrII grupe u biljci *P. hieracioides* (Mitrović i sar., 2011), RFLP analiza je omogućila utvrđivanje ove fitoplazme u sakupljenim jedinkama *N. fenestratus*.

## REZULTATI

Sastav i brojnost cikada praćena je u vinogradima Rajca, Topole i Vršca u periodu od 2004. do 2007. godine a u vinogradu u Jasenoviku tokom 2009. i 2010. godine.

Metodom košenja i usisavanja cikada sa vinove loze i korovskih biljaka u vinogradima i na utrini u neposrednoj blizini vinograda u Vršcu, Topoli i Rajcu, sakupljena je ukupno 4971 jedinka. Kvalitativnom analizom sakupljenog materijala sa sva tri obrađena lokaliteta determinisano je ukupno 49 vrsta cikada iz 8 familija. Familija Cicadellidae je na svim lokalitetima bila zastupljena sa najvećim brojem vrsta (30), odnosno sa više od 70% od ukupnog broja registrovanih vrsta. U okviru ove familije, najzastupljenije su bile vrste podfamilije Deltocephalinae, sa 20 registrovanih vrsta (Tabela 1).

**Tabela 1.** Registrovane vrste cikada podfamilije Deltocephalinae u vinogradima u kojima je prisutno oboljenje *Bois noir*.

**Table 1.** Planthoppers and leafhoppers species of subfamily Deltocephalinae in vineyards with presence of *Bois noir* disease.

Br.	Vrste cikada podfamilije Deltocephalinae
1.	<i>Scaphoideus titanus</i> Ball, 1932
2.	<i>Fieberiella septentrionalis</i> Wagner, 1963
3.	<i>Jassargus obtusivalis</i> (Kirschbaum, 1868)
4.	<i>Errastunus ocellaris</i> (Fallén, 1806)
5.	<i>Neoliturus fenestratus</i> (Herrich-Schäffer, 1834)
6.	<i>Mocydia crocea</i> (Herrich-Schäffer, 1837)
7.	<i>Psammotettix alienus</i> (Dahlbom, 1850)
8.	<i>Psammotettix confinis</i> (Dahlbom, 1850)
9.	<i>Euscelis incisus</i> (Kirschbaum, 1858)
10.	<i>Goniagnathus brevis</i> (Herrich-Schäffer, 1835)
11.	<i>Macrosteles</i> sp.
12.	<i>Platymetopius major</i> (Kirschbaum, 1868)
13.	<i>Recilia schmidtgeni</i> (Wagner, 1939)
14.	<i>Doratura impudica</i> Horváth, 1897
15.	<i>Allygidius commutatus</i> (Fieber, 1872)
16.	<i>Graphocrærus ventralis</i> (Fallén, 1806)
17.	<i>Ophiola decumana</i> (Kontkanen, 1949)
18.	<i>Streptanus confinis</i> (Reuter, 1880)
19.	<i>Mocuellus collinus</i> (Boheman, 1850)
20.	<i>Allygus</i> sp.

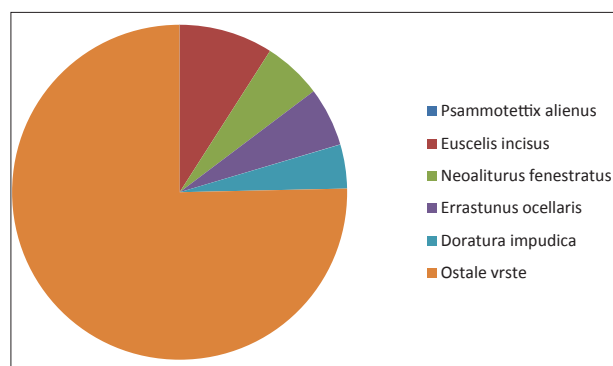
Sastav faune cikada u tri analizirana vinograda, bio je sličan u svim istraživačkim godina-

ma. Najzastupljenija vrsta na sva tri lokaliteta je iz podfamilije Deltocephalinae, *Psammotettix alienus* (Dahlbom, 1850) (29,4%). Nešto manje brojne vrste ove podfamilije bile su vrste *Euscelis incisus* (Kirschbaum, 1858) (6,4%), *N. fenestratus* i *Errastunus ocellaris* (Fallén, 1806) (do 4,2%), dok je procentualna zastupljenost vrste *Doratura impudica* Horváth, 1897 između 2,5 i 3,3%. Svaka od ostalih vrsta bila je zastupljena sa manje od 2% (Grafikon 1).

U vinogradima Srbije je česta vrsta *S. titanus* koja predstavlja štetočinu u vinogradima Evrope i Male Azije. Monofagna je vrsta i hrani se biljkama roda *Vitis*. Prema podacima iz literature ova cikada je dominantni vektor fitoplazme, prouzrokovala zlatastog žutila listova vinove loze, *Flavescence dorée* koja je poprimila epidemijske razmere sa teškim ekonomskim posledicama za pogođena područja. Širenje bolesti u epidemiološkom smislu bilo je povezano, pre svega, sa širenjem vektora ove fitoplazme – *S. titanus* (Magud i Toševski, 2004).

Svi larvalni uzrasti, kao i imago, hrane se na naličju listova vinove loze, isisavajući sadržaj floema, pri čemu direktnih šteta, usled ishrane gotovo da nema. Značajnija je njena indirektna štetnost, kao vektora FD fitoplazme (Cravedi i sar. 2000).

Kao dominantan vektor pomenute fitoplazme, vrsta *S. titanus* utiče na širenje ove opasne bolesti u vinogradima širom Srbije i Evrope. U epidemiološkom smislu, pojava i širenje vektora su od



**Grafikon 1.** Sastav faune cikada u vinogradima na lokalitetima Vršac, Topola i Rajac.

**Graph. 1.** Structure of fauna of cicads in the vineyards on localities Vršac, Topola and Rajac.

suštinskog značaja za kontrolu ove bolesti, dok je poznavanje biologije vrste i praćenje areala rasprostranjenja neophodno u cilju njenog suzbijanja (Magud i Toševski, 2004).

Tokom 2004. godine prvi put su objavljeni podaci o prisustvu FD fitoplazme, kao i njenog vektora *S. titanus* na području Srbije (Magud i Toševski, 2004). Istraživanja sprovedena u periodu od 2005. do 2007.



godine su utvrdila dramatičnu fitosanitarnu situaciju u vinogradima inficiranim zlatastim žutilom u Srbiji (Desančić i Krnjajić, 2005; Krnjajić i sar., 2007).

*Scaphoideus titanus* ima jednu generaciju godišnje, a prezimljava u stadijumu jajeta. Preliminarna istraživanja fenologije *S. titanus* u Srbiji, ukazuju na početak piljenja larvi polovinom maja, dok se prva imaga javljaju u trećoj dekadi juna, što odgovara vremenu od 35–40 dana, neophodnom za razviće larvi do adulta. Imaga su prisutna u prirodi do kraja septembra. Sve larve koje se hrane na fitoplazmatičnim biljkama postaju infektivne već na kraju L3 stupnja, a sposobnost da prenose fitoplazmu zadržavaju do kraja života (Magud i Toševski, 2004).

Vrsta *P. alienus* bila je zastupljena u izrazito visokoj brojnosti u sva tri vinogradarska regiona zaražena stolbur fitoplazmom. Ova vrsta vezana je za sunčana, kserotermna staništa, staništa pod intezivnim antropogenim dejstvom, a posebno za visoko nađubrene livade i oranice. Česta je i na staništima pod antropogenim uticajem, posebno u ratarskim kulturama (Nickel, 2003). Kao glavne biljke domaćini vrste *P. alienus* navode se razne vrste fam. Poaceae, što je u skladu sa pojavom velikog broja jedinki ove vrste na biljkama utrine oko vinograda i u usevima kukuruza.

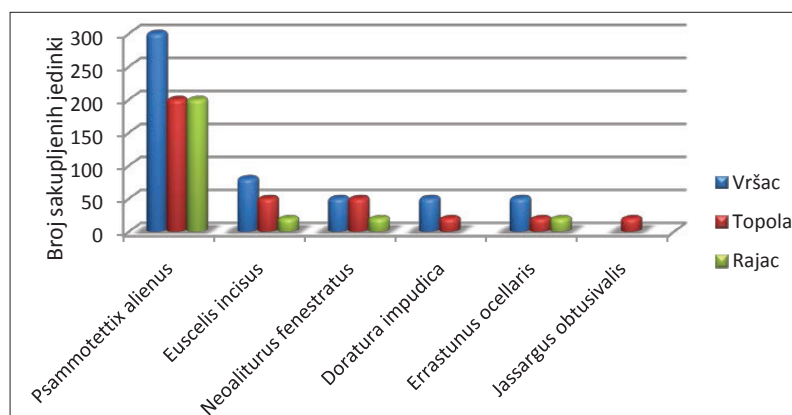
U svim analiziranim lokalitetima pod vinogradima, vrsta *P. alienus* je od 15. maja do sredine juna, imala srednju brojnost, da bi se zatim povećavala i dostizala maksimum oko 1. jula. Nakon 15. jula brojnost joj je opadala, ali je tokom cele vegetacije bila prisutna u vinogradima.

Dinamika populacije vrste *E. incisus* u vinogradima Srbije bila je relativno konstantna tokom cele vegetacije. Kao izrazito polifagna vrsta, česta je na sunčanim, umereno vlažnim i vlažnim staništima, uglavnom na livadama i pašnjacima, napuštenim poljima, u vrtovima i parkovima. Domaćini ove cikade su vrste familije Fabaceae i različite vrste trava. Na većim

nadmorskim visinama prezimljava kao jaje i ima jednu generaciju godišnje (Nickel, 2003). U Srbiji ova vrsta prezimljava u stadijumu larve i imaga i ima dve generacije godišnje. Izražen je sezonski dimorfizam, koji se ogleda u različitoj obojenosti imaga i larvi.

U svim analiziranim lokalitetima vinograda vrsta *E. incisus* je bila prisutna u srednjoj brojnosti tokom cele vegetacije, sa dva maksimuma u Vršcu (15. maja i 1. jula) i jednim maksimumom u Topoli i Rajcu (1. jula). Posle 1. avgusta, brojnost joj se ponovo povećavala u Vršcu i u Topoli, dok je u Rajcu pred kraj vegetacije bila konstantna.

U vinogradu na teritoriji Topole, konstatovano je prisustvo 44 vrste cikada, u Vršcu 40 a u Rajcu 43 vrste. Sakupljeno je ukupno 780 jedinki u 2006. i 960 jedinki u 2007. godini. Broj sakupljenih primeraka pojedinačnih vrsta cikada kretao se do 203 za 2006. i do 230 za 2007. godinu u Topoli, 739 cikada u 2006. i 871 u 2007. godini u Vršcu i 719 jedinki u 2006. i 902 u 2007. godini u Rajcu. Dominantna vrsta na sva tri lokaliteta bila je *P. alienus*, sa više od 200 sakupljenih primeraka u toku svake godine u Topoli, više od 300 po godini u Vršcu i 157 primeraka u 2006. i 230 u 2007. godini u Rajcu. Od predstavnika podfamilije Deltocephalinae u Topoli srednju brojnost su pokazale vrste *E. incisus* i *N. fenestratus* (više od 30 jedinki), a nešto manja brojnost (od 10–30 jedinki) se javila kod vrste *D. impudica*, *E. ocellaris*, *Jassargus obtusivalis* (Kirschbaum, 1868). Druga vrsta po brojnosti u Vršcu bila je vrsta *E. incisus* sa 70–90 sakupljenih primeraka. Od ostalih cikada podfamilije Deltocephalinae na ovom lokalitetu registrovane su tri vrste čija je brojnost bila iznad 30 jedinki (*E. ocellaris*, *D. impudica*, *N. fenestratus*). U Rajcu vrste *E. ocellaris*, *E. incisus* i *N. fenestratus* su bile zastupljene sa po dvadesetak jedinki, dok su ostale vrste učestvovala u ukupnom broju sa po nekoliko primeraka (Grafikon 2).



**Grafikon 2.** Najzastupljenije vrste cikada u vinogradima na lokalitetima Vršac, Topola i Rajac.  
**Graph. 2.** The most common species of cicads in the vineyards on localities Vršac, Topola and Rajac.

Cikade koje su sakupljane u vinogradima u Vršcu, Topoli i Rajcu, analizirane su PCR metodom, na prisustvo stolbur fitoplazme. Ukupno je ekstrahovano i analizirano 3020 jedinki 49 vrsta cikada. Iako najzastupljenija na svim lokalitetima, vrsta *P. alienus* (29,4%), nema uticaja na prenošenje BN fitoplazme u vinogradima. Takođe, ni vrsta *E. incisus*, koja je bila zastupljena sa 6,4% u vinogradima, nema ulogu u epidemiologiji ove fitoplazme.

Među sakupljenim cikadama podreda Auchenorrhyncha u i u okolini vinograda u Jasenoviku, tokom dve godine, identifikovana je 31 vrsta iz sedam familija. *Neoliturus fenestratus* je bila najdominantnija vrsta na lokalitetu, kao i najčešća vrsta sakupljena na *P. hieracioides*, sa ukupno 189 jedinki. Srednju brojnost pokazala je i vrsta *P. alienus* (66), dok su ostale vrste podfamilije Deltocephalinae pokazale znatno manju brojnost.

Deset vrsta cikada sakupljenih u Jasenoviku je bilo pozitivno na prisustvo fitoplazmi. Među predstavnicima podfamilije Deltocephalinae, pozitivne su bile vrste *E. ocellaris*, *J. obtusivalvis*, *Mocuellus collinus* (Boheman, 1850), *Mocydia crocea* (Herrich-Schäffer, 1837) i *P. alienus* koje su bile inficirane 16SrI-C podgrupom. 31 jedinka vrste *N. fenestratus* je bila inficirana 16SrII fitoplazmatskom grupom (Tabela 2).

Prilikom analize diverziteta i populacione di-

namike insekata iz grupe Auchenorrhyncha u usevima kukuruza u Srbiji registrovano je prisustvo 33 vrste cikada iz 6 familija i 28 rodova. Među tri analizirana lokaliteta u južnom Banatu, gde je prisutna pojava simptoma crvenila kukuruza, nije uočena razlika u diverzitetu i brojnosti vrsta. Kontrolni lokaliteti gde pojava crvenila kukuruza nije zabeležena, imali su između sebe sličan sastav i strukturu zajednica cikada. Razlike u sastavu zajednica cikada i brojnosti vrsta uočene su između lokaliteta u južnom Banatu i kontrolnih lokaliteta.

U analiziranim poljima kukuruza, među najbrojnijim vrstama cikada bila je vrsta *P. alienus*. Brojnost ove vrste bila je relativno konstantna tokom sezone u usevima kukuruza. Ova cikada je na biljkama kukuruza i okolne utrine bila prisutna od početka maja do početka septembra. Uočena su dva maksimuma u brojnosti populacija *P. alienus* u usevima kukuruza početkom juna i avgusta, ukazujući na postojanje 2 generacije godišnje koje se preklapaju. Brojnost *P. alienus* je bila veća na lokalitetima u južnom Banatu gde je crvenilo kukuruza prisutno. Na ovim lokalitetima je veća brojnost registrovana unutar kvadrata utrine nego na biljkama kukuruza. Kontrolni lokaliteti gde pojava crvenila kukuruza nije zabeležena, imali su između sebe sličan sastav i strukturu zajednica cikada. Razlike u sastavu zajednica cikada i brojnosti vrsta uočene su između lokaliteta u južnom Banatu i

**Tabela 2.** Fitoplazme identifikovane u cikadama podfamilije Deltocephalinae sakupljene u i oko vinograda u Jasenoviku u jugoistočnoj Srbiji.

**Table 2.** Identified phytoplasmas in planthoppers and leafhoppers species of subfamily Deltocephalinae collected in and around a vineyard on locality Jasenovik in south-eastern Serbia.

Br.	Vrste cikada podfamilije Deltocephalinae	16Sr RNK podgrupa fitoplazmi
1.	<i>Allygus mixtus</i> (Fabricius, 1794)	
2.	<i>Errastunus ocellaris</i> (Fallén, 1806)	16SrI-C
3.	<i>Euscelis incisus</i> (Kirschbaum, 1858)	
4.	<i>Fieberiella septentrionalis</i> Wagner, 1963	
5.	<i>Goniagnathus brevis</i> (Herrich-Schäffer, 1835)	
6.	<i>Graphocraerus ventralis</i> (Fallén, 1806)	
7.	<i>Doratura impudica</i> Horváth, 1897	
8.	<i>Jassargus obtusivalvis</i> (Kirschbaum, 1868)	16SrI-C
9.	<i>Mocuellus collinus</i> (Boheman, 1850)	16SrI-C
10.	<i>Mocydia crocea</i> (Herrich-Schäffer, 1837)	16SrI-C
11.	<i>Mocydiopsis intermedia</i> Remane, 1961	
12.	<i>Mocydiopsis</i> sp.	
13.	<i>Neoliturus fenestratus</i> (Herrich-Schäffer, 1834)	16SrII-E
14.	<i>Psammotettix alienus</i> (Dahlbom, 1850)	16SrI-C

**Tabela 3.** Registrovane vrste cikada podfamilije Deltocephalinae na kukuruзу u južnom Banatu i okolini Beograda.

**Table 3.** Planthoppers and leafhoppers species of subfamily Deltocephalinae in maize fields of South Banat and Belgrade surrounding.

Br.	Vrste cikada podfamilije Deltocephalinae
1.	<i>Arocephalus languidus</i> (Flor, 1861)
2.	<i>Athysanus argentarius</i> Metcalf, 1955
3.	<i>Errastunus ocellaris</i> (Fallén, 1806)
4.	<i>Euscelis distinguendus</i> (Kirschbaum, 1858)
5.	<i>Euscelis incisus</i> (Kirschbaum, 1858)
6.	<i>Graphocraerus ventralis</i> (Fallén, 1806)
7.	<i>Jassargus obtusivalvis</i> (Kirschbaum, 1868)
8.	<i>Macrostes lividus</i> (Edwards, 1894)
9.	<i>Macrostes ossiannilssoni</i> (Lindberg, 1954)
10.	<i>Macrostes quadripunctulatus</i> (Kirschbaum, 1868)
11.	<i>Metalimnus steini</i> (Fieber, 1869)
12.	<i>Mocydia crocea</i> (Herrich-Schäffer, 1837)
13.	<i>Mocydiopsis parvicauda</i> Ribaut, 1939
14.	<i>Ophiola decumana</i> (Kontkanen, 1949)
15.	<i>Psammotettix alienus</i> (Dahlbom, 1850)
16.	<i>Recilia schmidtgeni</i> (Wagner, 1939)

kontrolnih lokaliteta. Razlika je takođe bila prisutna u sastavu cikada u analiziranim kvadratima unutar polja kukuruza i utrine. Od predstavnika podfamilije Deltocephalinae vrste koje su zabeležene samo na lokalitetima u južnom Banatu su *Arocephalus languidus* (Flor, 1861), *Euscelis distinguendus* (Kirschbaum, 1858) i *Metalimnus steini* (Fieber, 1869). Sa druge strane, vrste ove podfamilije zabeležene samo na kontrolnim lokalitetima su *Athysanus argentarius* Metcalf, 1955 i *Macrosteles lividus* (Edwards, 1894). Ove vrste su registrovane samo kao pojedinačni primerci (Tabela 3).

### DISKUSIJA

Kvalitativna i kvantitativna analiza sakupljenih cikada u vinogradima na lokalitetima Rajac, Topola i Vršac sprovedena tokom 2006. i 2007. godine ukazala je na izražen diverzitet ove faune. Na osnovu morfoloških karakteristika i građe genitalija determinisano je ukupno 49 vrsta cikada iz 8 familija. Najzastupljenija je bila familija Cicadellidae sa 30 vrsta. Analizom sastava i strukture zajednica cikada po lokalitetima utvrđeno je da su različite vrste bile prisutne u odnosu na geografski položaj i klimatske prilike u određenom vinogorju. Najbrojnija cikada na sva tri lokaliteta je vrsta *P. alienus*, a u manjem procentu je zastupljena i vrsta *E. incisus*. Među vrstama podfamilije Deltocephalinae čija je brojnost bila ispod 5%, dve su se izdvojile kao brojnije *N. fenestratus* i *E. ocellaris*, u odnosu na ostale vrste čija brojnost se kretala između 2,5 i 3,3% (*D. impudica*).

U kontrolnom vinogradu u Zemunu zabeleženo je ukupno 39 vrsta cikada. Sastav faune se razlikovao u odnosu na vinograde zaražene BN fitoplazmom. Međutim, diverzitet i brojnost vrsta koje pripadaju podfamiliji Deltocephalinae je bio veoma sličan između zaraženih i kontrolnog vinograda. Dominantna vrsta, kao i na ostalim lokalitetima, bila je *P. alienus*, sa oko 150 sakupljenih primeraka u toku svake godine. Manje brojna vrsta bila je *E. incisus* (više od 30 jedinki), dok je 10-30 jedinki sakupljeno za vrste: *N. fenestratus*, *E. ocellaris*, *D. impudica* i *J. obtusivalis*. Brojnost ostalih vrsta je bila ispod 10.

Među cikadama koje su identifikovane u tri analizirana vinograda u Srbiji nalazi se osam vrsta iz podfamilije Deltocephalinae za koje je utvrđeno da su vektori fitoplazmi u prirodnim ekosistemima i agroekosistemima. To su: *S. titanus*, *Fieberiella septentrionalis* Wagner, 1963, *N. fenestratus*, *E. incisus*, *P. alienus*, *J. obtusivalis*, *E. ocellaris*, *M.*

*collinus*. Rezultati kvalitativne analize faune Auchenorrhyncha i prisustvo kako već potvrđenih, tako i potencijalnih cikada vektora fitoplazmi, ukazuju na potencijalne nove epidemiološke lance fitoplazmi u vinogradima u Srbiji. To nameće ne samo kompleksniji pristup rešavanju problema fitoplazmi na vinovoj lozi u Srbiji, već generalno ukazuje da je strategija nadzora i suzbijanja ovih bolesti pre svega entomološki problem. Istraživanje sastava i strukture zajednica cikada, zbog toga, predstavlja metod izbora u cilju sagledavanja postojećih ili potencijalnih interakcija između fitoplazmi, cikada vektora i biljaka domaćina (Cvrković i sar., 2010).

*Neoaliturus fenestratus* je najdominantnija vrsta sakupljena u vinogradima Jasenovika. Razvija dve generacije godišnje pri čemu se druga generacija javlja tokom kasnog avgusta, znatno je brojnija i prezimljava na rozetama biljke *P. hieracioides*. Prisustvo fitoplazmi iz 16SrII-E podgrupe je zabeleženo u oko 50% sakupljenih jedinki vrste *N. fenestratus* koja je dokazani vektor ove fitoplazme. *Neoaliturus fenestratus* je dokazani vektor koji prenosi fitoplazme iz 16SrIX grupe na šargarepu i salatu u Iranu (Salehi i sar. 2007). U vinogradima Izraela (Orenstein i sar., 2003), Austrije (Riedle-Bauer i sar., 2006) i Španije (Batlle i sar. 2000), *N. fenestratus* je registrovan da prenosi fitoplazmu iz 16SrXII-A grupe. Stoga se postavlja pitanje vremena kada će se i u Srbiji desiti da polifagna vrsta kao što je *N. fenestratus* prenese fitoplazme iz različitih grupa sa korova kojima se primarno hrani u vinograde i na povrtarske kulture.

U istraživanjima sastava i strukture zajednice cikada na kukuruzu u južnom Banatu i diverziteta cikada na široj teritoriji Srbije registrovano je prisustvo ukupno 33 vrste. Razlike u sastavu zajednica cikada i brojnosti vrsta uočene su između lokaliteta u južnom Banatu i kontrolnih lokaliteta. Od predstavnika podfamilije Deltocephalinae vrste koje su zabeležene samo na lokalitetima u južnom Banatu su *A. languidus*, *E. distinguendus* i *M. steini*. Sa druge strane, vrste ove podfamilije zabeležene samo na kontrolnim lokalitetima su *A. argentarius* i *M. lividus*. U analiziranim poljima kukuruza, među najbrojnijim vrstama cikada bila je vrsta *P. alienus*.

Istraživanja diverziteta cikada, njihovih životnih strategija i preferentnih biljaka domaćina u agroekosistemima od izuzetnog su značaja za sagledavanje epidemioloških lanaca brojnih bolesti uzrokovanih fitoplazmama koje ugrožavaju biljnu proizvodnju, ali i za predviđanje izbijanja epidemija novih bolesti.

## LITERATURA

- Alma, A., Soldi, G., Tedeschi, R., Marzachiž, C. (2002): Role of *Hyalesthes obsoletus* Signoret (Homoptera: Cixiidae) in the transmission of grapevine *Bois noir* in Italy. In: Proceedings of the Second Italian Meeting on Phytoplasma Diseases, 57–58. Ed. M. Barba. Roma, Italy: Istituto Sperimentale per la Patologia Vegetale Roma.
- Battle, A., Angeles Martínez, M. & Laviña, A. (2000) : Occurrence, distribution and epidemiology of Grapevine Yellows in Spain. *European Journal of Plant Pathology*, 106: 811–816.
- Biedermann, R. and Niedringhaus, R. (2004): Die Zikaden Deutschlands-Bestimmungstabellen für alle Arten. Scheessel, WABV, p.409.
- Cravedi, P., Aldini, R. N. (2000): Occurrence of the *Flavescence dorée* vector *Scaphoideus titanus* in Oltrepo pavese, Italy vineyards. *Plant Pathology*, 27: 56–60.
- Cvrković, T. (2009): Diverzitet faune cikada u vinogradima Srbije i njihova uloga u prenošenju *Bois noir* fitoplazme. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- Cvrković, T., Mitrović, M., Jović, J., Krnjajić, S., Krstić, O., Toševski, I. (2010): Diverzitet cikada (Hemiptera: Auchenorrhyncha) u vinogradima Srbije. *Zaštita bilja*, 61(3): 273, 217–232.
- Desančić, M., Krnjajić, S. (2005): Strategija suzbijanja *Scaphoideus titanus*. VII Savetovanje o zaštiti bilja, Soko Banja, 15–18. novembar 2005 (Zbornik rezimea), 91–92.
- Filippin, L., Jović, J., Cvrković, T., Forte, V., Clair, D., Toševski, I., Boudon-Padieu, E., Borgo, M., & Angelini, E. (2009): Molecular characteristics of phytoplasmas associated with 'Flavescence dorée' in clematis and grapevine and preliminary results on the role of *Dictyophara europaea* as a vector. *Plant Pathology*, 58: 826–837.
- Gatineau, F., Larrue, J., Clair, D., Lorton, F., Richard-Molard, M., Boudon-Padieu, E. (2001): A new natural planthopper vector of stolbur phytoplasma in the genus *Pentastiridius* (Hemiptera: Cixiidae). *European Journal of Plant Pathology*, 107: 263–271.
- Holzinger, W. E., Kammerkander, I. and Nickel, H. (2003): The Auchenorrhyncha of Central Europe, Fulgomorpha, Cicadomorpha Excl. Cicadellidae. Leiden: Brill Academic Publishers, p.673.
- Janković, Lj. (1975): Fauna Homoptera: Auchenorrhyncha SR Srbije. Zbornik radova o entomofauni SR Srbije, I. Srpska akademija nauka i umetnosti, 133–153.
- Janković, Lj. (1978): Nov prilog fauni Homoptera: Auchenorrhyncha SR Srbije. Zbornik radova o entomofauni SR Srbije, II. Srpska akademija nauka i umetnosti, 133–153.
- Jović, J., Cvrković, T., Mitrović, M., Krstić, O., Krnjajić, S., Toševski I. (2010): Sastav i struktura zajednica cikada u usevima kukuruza u južnom Banatu. *Zaštita bilja*, 61 (3): 273, 233–247.
- Krnjajić, S., Mitrović, M., Cvrković, T., Jović, J., Petrović, A., Forte, V., Angelini, E., Toševski, I. (2007): Occurrence and distribution of *Scaphoideus titanus* Ball – multiple outbreaks of *Flavescence dorée* in Serbia. *Bulletin of Insectology*, 60 (2): 197–198.
- Langer, M., Maixner, M. (2004): Molecular characterisation of grapevine yellows associated phytoplasmas of the stolbur-group based on RFLP-analysis of non-ribosomal DNA. *Vitis*, 43: 191–200.
- Magud, B., Toševski, I. (2004): *Scaphoideus titanus* Ball. (Homoptera, Cicadellidae), nova štetočina u Srbiji. *Biljni lekar/Plant Doctor*, XXXII, 5/2004.



- Mitrović, M., Milićević, J., Cvrković, T., Krnjajić, S., Borgo, M., Angelini, E., Toševski, I. (2006): Detekcija fitoplazme zlatastog žutila vinove loze *Flavescence dorée* u populacijama pavitine *Clematis vitalba* (Vitaceae) u Srbiji. VIII Savetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor, 27.11.-01.12.2006., Zbornik rezimea: 106-107.
- Mitrović, M., Toševski, I., Krstić, O., Cvrković, T., Krnjajić, S., Jović, J. (2011): A strain of phytoplasma related to 16SrII group in *Picris hieracioides* L. in Serbia. *Bulletin of Insectology*, 64: S241-S242.
- Mitrović, M., Jović, J., Cvrković, T., Krstić, O., Trkulja, N., Toševski, I. (2012): Characterisation of a 16SrII phytoplasma strain associated with bushy sturn of hawkweed oxtongue (*Picris hieracioides*) in south-eastern Serbia and the role of the leafhopper *Neoliturus fenestratus* (Deltocephalinae) as a natural vector. *European Journal of Plant Pathology*, 134: 647-660.
- Nickel, H. (2003): The leafhopper and planthoppers of Germany (Hemiptera, Auchenorrhyncha): Patterns and strategies in a highly diverse group of phytophagous insects. Pensoft Publ. 2003.
- Orenstein, S., Zahavi, T., Nestel, D., Sharon, R., Barkalifa, M., & Weintraub, P. G. (2003): Spatial dispersion patterns of potential leafhopper and planthopper (Homoptera) vectors of phytoplasma in wine vineyards. *Annals of Applied Biology*, 142: 341-348.
- Riedle-Bauer, M., Tiefenbrunner, W., Otreba, J., Hanak, K., Schildberger, B., & Regner, F. (2006): Epidemiological observations on Bois Noir in Austrian vineyards. *Mitteilungen Klosterneuburg*, 56: 177-181.
- Salehi, M., Izadpanah, K., Siampour, M., Bagheri, A., & Faghihi, S. M. (2007): Transmission of 'Candidatus Phytoplasma aurantifolia' to Bakraee (*Citrus reticulata* Hybrid) by Feral Hishimonus phycitis Leafhoppers in Iran. *Plant Disease*, 91: 466.
- Šutić, D., Tošić, M., Starović, M., Stanković, R., Tomić, T. (2002): O crvenilu kukuruza. *Zaštita bilja* 53 (2-3): 57-73 (štampano 2005).
- Tanasijević, N. (1966): Novi prilog poznavanju cikada (Hom., Auchenorrhyncha) Jugoslavije. *Zaštita bilja*, 89-92: 205-212.
- Tanasijević, N. (1967): Značaj cikada (Homoptera: Auchenorrhyncha) u poljoprivredi i šumarstvu. *Agrohemija*, 1-2: 73-78.
- Vega, F.E., Davis, R.E., Dally, E.L., Barbosa, P., Purcell, A.H., Lee I.-M. (1994): Use of a biotinylated DNA probe for detection of the aster yellows mycoplasma-like organism in *Dalbulus maidis* and *Macrostes fascifrons* (Homoptera: Cicadellidae). *Florida Entomology*, 77: 330-334.
- Weintraub, P.G., Beanland, L. (2006): Insect vectors of phytoplasmas. *Annual Review of Entomology*, 51: 91-111.
- Wilson, R.M. and Weintraub, G.P. (2007): An introduction to Auchenorrhyncha phytoplasma vectors. *Bulletin of Insectology*, 60(2): 177-178.

(Primljeno: 20.10.2013.)  
(Prihvaćeno: 28.11.2013.)

## DIVERSITY OF AUCHENORRHYNCHA SPECIES OF SUBFAMILY DELTOCEPHALINAE IN SERBIAN AGROECOSYSTEMS AND POTENTIAL PHYTOPLASMA VECTORS

MILJANA JAKOVLJEVIĆ, ANDREA KOSOVAC, OLIVER KRSTIĆ, MILANA MITROVIĆ,  
JELENA JOVIĆ, IVO TOŠEVSKI, TATJANA CVRKOVIĆ

*Institute for Plant Protection and Environment, Department of Plant Pests, Zemun, Serbia*  
*e-mail: miljka06@gmail.com*

### SUMMARY

Diversity of the cicads from the subfamily Deltocephalinae have been investigated in Serbia, over a period of 2004–2010 in vineyards on localities Vršac, Topola, Rajac and Jasenovik and maize fields of South Banat. Individuals of different species belonging to a subfamily Deltocephalinae were collected in plantations and crops, as well as from a surrounding vegetation. The most abundant species on all localities was *Psammotettix alienus* (Dahlbom, 1850). Less numerous species of the subfamily were *Euscelis incisus* (Kirschbaum, 1858), *Neoliturus fenestratus* (Herrich-Schäffer, 1834) and *Errastunus ocellaris* (Fallén, 1806), while the percentage representation of *Doratura impudica* Horváth, 1897 was much lower. Among the representatives of the subfamily Deltocephalinae, species that have been recorded in the South Banat were *Arocephalus languidus* (Flor, 1861), *Euscelis distinguendus* (Kirschbaum, 1858) and *Metalimnus steini* (Fieber, 1869). In vineyards of Jasenovik as the most dominant species occurred *N. fenestratus*.

**Key words:** cicads, Deltocephalinae, diversity, vectors, phytoplasmas

**(Received: 20.10.2013.)**

**(Accepted: 28.11.2013.)**