

Eriofidne grinje kao agensi klasične biološke kontrole korova

Biljana Vidović

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, Srbija

e-mail: magud@agrif.bg.ac.rs

REZIME

Eriofide su sitne grinje koje se hrane biljkama i pripadaju familijama Eriophyidae, Phytoptidae i Diptilomiopidae. Ove grinje su obligatni paraziti biljaka koji infestiraju sve delove biljke, osim korena. Većina njih je veoma specifična za domaćina. Oko 80% trenutno poznatih vrsta eriofidnih grinja povezano je sa jednom vrstom biljke domaćina.

Klasična biološka kontrola podrazumeva unošenje agenasa biološke kontrole u region koji nije deo njihovog prirodnog područja rasprostranjenja, radi obezbeđivanja suzbijanja invazivnog korova. Da bi se izbeglo direktno oštećenje neciljanih vrsta, sredstva za biološku kontrolu moraju biti visoko specifična za domaćina. Klasična biološka kontrola korova zavisi od pronalaska agenasa koji su veoma specifični za domaćina. Za eriofoidne grinje se smatralo da imaju veliki potencijal kao agensi za klasično biološko suzbijanje korova, a mnogi pregledni radovi naglašavaju njihove mogućnosti.

Primena filogenije zasnovana na statističkoj analizi velikog broja parametara, bilo molekularno genetičkih ili morfoloških, može pomoći tradicionalnoj taksonomiji i potom biološkoj kontroli. Ispravna sistematska identifikacija je prvi korak ka pronalaženju agenasa za biološku kontrolu na odgovarajućim genotipovima korova.

Ključne reči: eriofoidne grinje, klasična biološka kontrola, korov.

UVOD

Eriofidne grinje (Acari: Prostigmata: Eriophyoidea) su obligatni paraziti biljaka koji naseljavaju sve biljne delove izuzev korena (Oldfield, 1996). Nadfamilija Eriophyoidea uključuje tri familije: Phytoptidae, Eriophyidae i Diptilomiopidae (Lindquist and Amrine, 1996). Ime su dobile od reči erinoza (grčke reči „*erio*” = vuna i „*phyes*” = živeti), što predstavlja tip oštećenja na listu, tj. oblik finih dlakolikih izraštaja nastao kao rezultat ishrane nekih eriofidnih grinja. Do sada je iz ove nadfamilije opisano oko 4000 vrsta u 350 rodova (Amrine and DeLillo,

2006). Eriofide predstavljaju drugu po značaju grupu ekonomski štetnih grinja, posle familije Tetranychidae (Lindquist and Amrine, 1996). One mogu prouzrokovati direktne štete na biljkama domaćinima ili indirektno kao vektori uzročnika biljnih bolesti (Oldfield, 1996). Sa izuzetkom jedne vrste iz familije Tetranychidae i tri vrste familije Tenuipalidae, eriofide su jedine poznate grinje koje su vektori biljnih virusa (Monfreda et al., 2010). Eriofidne grinje spadaju među najsitnije fitofage, ali je neosporan njihov značaj kao direktnih štetočina biljaka, vektora biljnih virusa i agenasa za biološku kontrolu korova (Oldfield, 2005). Razmatrajući korišćenje fitofagnih grinja kao agenasa za biološku borbu protiv korova Andres (1983) je istakao eriofidne grinje kao primarne kandidate za ovu namenu.

Klasična biološka kontrola podrazumeva zaštitu od introdukovanih vrsta korova alohtonim organizmima, odnosno organizmima iz područja porekla korova. Obično se ostvaruje inokulacionim postupkom, tj. jednokratnim unošenjem prirodnog neprijatelja u ekosistem, koji se dalje sam razmnožava (Bellows, 2001). Ova strategija se primenjuje protiv invazivnih vrsta korova koji nemaju efikasnog prirodnog neprijatelja u novonaseljenom regionu. Da bi se izbegla direktna šteta za nećiljane vrste biljaka biološki agensi moraju biti specifični za domaćina (Smith et al., 2010), pa je interesovanje usmereno na eriofide kao agense biološke kontrole pre svega zbog njihove monofagnosti. Oko 80% do sada poznatih eriofida je zabeleženo u asocijaciji sa samo jednom biljnom vrstom, domaćinom (Skoracka et al., 2010). Pored visoke specifičnosti za domaćina, atributi koji ove grinje čine pogodnim za biološku borbu jesu i mogućnost disperzije vetrom, selektivna preferentnost za pojedine biljne organe, veliki broj vrsta koje se razvijaju u generativnim organima biljaka u masovnim kolonijama, male dimenzije koje omogućavaju velikom broju individua da se smeste na malom prostoru, a takođe i mogućnost korišćenja sa drugim agensima, odnosno mikroorganizmima, korisnim insektima i drugim grinjama sa kojima nisu u kompeticiji zbog sasvim specifičnih ekoloških niša. Sve ovo favorizuje njihov potencijal kao efikasnih agenasa biološke kontrole (Andres, 1983; Rosen and Huffaker, 1983; Rosenthal, 1996). Zbog toga je već duže vreme u mnogobrojnim preglednim radovima istaknuta perspektiva njihove primene u klasičnoj biološkoj borbi protiv korova (Cromroy, 1977, 1983; Andres, 1983; Boczek, 1995; Boczek and Petanović, 1996; Petanović, 1996; Rosenthal, 1996; Briese and Cullen, 2001; Gerson et al., 2003; Smith et al., 2010).

Briese i Cullen (2001) daju listu od 29 vrsta eriofida koje se primenjuju i/ili proučavaju kao potencijalni kandidati za klasičnu biološku borbu protiv korova. Većina je iz roda *Aceria*. Pored ovih, daju i primere za augmentacionu biološku kontrolu za dve vrste (*Aceria acroptiloni* Shevchenko and Kovalev i *Phyllocoptes fructiphilus* Keifer).

Smith i sar. (2010) daju listu od 54 vrste eriofida koje se razmatraju i proučavaju kao potencijalni agensi za biološku kontrolu korova, od čega su 33 vrste poreklom iz Evrope, a od njih, pet je poreklom iz Srbije. Isti autori navode i primere za dve vrste eriofida koje su slučajno introdukovane (*Aceria anthocoptes* (Nalepa) u SAD i *Acalitus odoratus* Keifer u Južnoj i Jugoistočnoj Aziji). Pored velikog broja vrsta koje se razmatraju kao potencijalni agensi, do sada su tri vrste uspešno introdukovane i dale su merljiv uticaj na ciljane biljke. *Aceria chondrillae* (Canestrini) za *Chondrilla junce* L. u Australiji, SAD i Argentini, *Aculus hyperici* (Liro) za *Hypericum perforatum* L. u Australiji i *Aceria malherbae* Nuzzaci za *Convolvulus arvensis* L.

u SAD. Pored njih, još pet vrsta je dobilo dozvolu za introdukciju (*Aceria genistae* (Nalepa), za *Cytisus scoparius* (L.) Link, *Aceria lantanea* (Cook) za *Lantana camara* L, *Cecidophyes rouhollahi* Craemer za *Galium aparine* L., *Floracarus perrepae* Knihinicki and Boczek za *Lygodium microphyllum* (Cav.) R. Br., i *Aceria* sp. za *Chrysanthemoides monilifera* (L.) Norl. koja zahteva taksonomsku ocenu).

U Srbiji su početkom 1980-ih godina prošlog veka počela proučavanja eriofida kao potencijalnih kandidata za bilošku kontrolu korova kada je registrovano 17 vrsta eriofida (Petanović i sar., 1983). Početkom 1990-ih godina proučavni su potencijalni kandidati biološke kontrole *Euphorbia* spp., i tada su opisane 4 nove vrste (Petanović, 1991; Petanović and De Lillo, 1992) i obavljena detaljnija istraživanja morfologije i bioekologije eriofida na mlečikama (Bačić and Petanović, 1995). Početkom 2000-te godine do danas u okviru međunarodnih projekata i/ili sporzuma o saradnji sa međunarodnim organizacijama nastavljena su istraživanja eriofida kao potencijalnih kandidata za biološko suzbijanje korova. U tabeli 1 prikazana je lista eriofida koje su registrovane u Srbiji i više ili manje proučene za tu namenu.

Tabela 1. Pregled izabranih vrsta eriofida, zabeleženih i/ili proučavanih u Srbiji za potrebe klasične biološke kontrole korova

Table 1. Overview of selected of eriophyid mites, recorded and/or studied in Serbia for classical biological weed control

Vrsta korova Weed species	Vrsta eriofida Eriophyid species
<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Aculops mosiniensis</i> Ripka
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	<i>Aceria artemisiifoliae</i> Vidović and Petanović
<i>Artemisia vulgaris</i>	<i>Aceria artemisiae</i> (Canestrini)
<i>Centaurea arenaria</i>	<i>Aceria thessalonicae</i> Castagnoli
<i>Centaurea scabiosa</i>	<i>Aceria centaureae</i> (Nal.)
<i>Cirsium arvense</i>	<i>Aceria anthocoptes</i> (Nal.)
<i>Clematis vitalba</i>	<i>Aceria vitalbae</i> (Can.)
<i>Clematis vitalba</i>	<i>Epitrimerus heterogaster</i> (Nal.)
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Aceria malherbae</i> Nuzz.
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Aceria convolvuli</i> (Nal.)
<i>Chondrilla juncea</i>	<i>Aceria chondrillae</i> (Can.)
<i>Cytisus scoparius</i>	<i>Aceria genistae</i> (Nal.)
<i>Dipsacus laciniatus</i>	<i>Leipotrix dipsacivagus</i> Petanović and Rector
<i>Euphorbia cyparissias</i>	<i>Phyllocoptes euphorbiae</i> (Farkas)
<i>Euphorbia seguierana</i>	<i>Aculops euphorbiae</i> (Petanović)
<i>Eleagnus angustifolia</i>	<i>Aceria eleagnicola</i> Farkas
<i>Eleagnus angustifolia</i>	<i>Aceria angustifoliae</i> Denizhan, Monfrda, Lillo and Cobanoglu
<i>Galium molugo</i>	<i>Aceria galiobia</i> (Can.)
<i>Galium aparine</i>	<i>Cecidopies galii</i> (Karp.)
<i>Geranium dissectum</i>	<i>Aceria dissecti</i> Petanović
<i>Geranium phoeum</i> , <i>G. robertianum</i>	<i>Aceria geranii</i> (Can.)
<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Aculus hyperici</i> (Liro.)

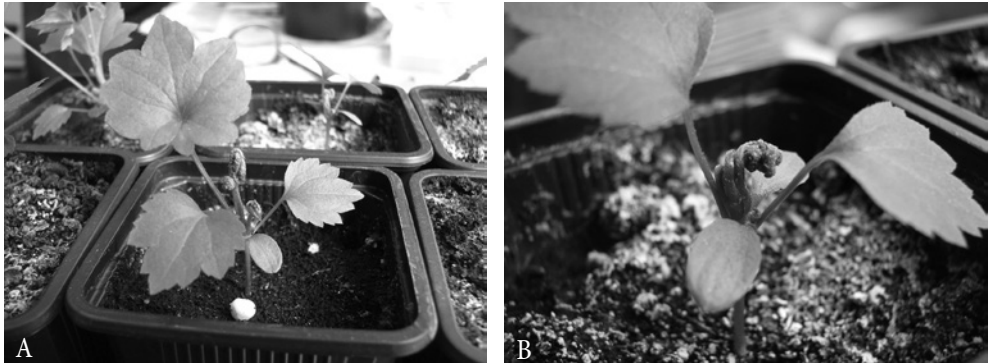
<i>Knautia arvensis</i> , <i>K. dinarica</i>	<i>Leipotrix knautiae</i> (Liro.)
<i>Lepidium draba</i>	<i>Aceria drabae</i> (Nal.)
<i>Lythrum salicaria</i>	<i>Aceria jovanovici</i> Petanović
<i>Lythrum salicaria</i>	<i>Epitrimerus lythri</i> Petanović
<i>Plantago major</i> , <i>P. lanceolata</i>	<i>Leipotrix coactus</i> (Nal.)
<i>Rubus tomentosus</i>	<i>Phyllocoptes gracilis</i> (Nal.)
<i>Salvia pratensis</i> , <i>S. nemorosa</i> ,	<i>Aceria salviae</i> (Nal.)
<i>Taraxacum officinale</i>	<i>Leipotrix taraxaci</i> (Liro)
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	<i>Metaculus diplotaxi</i> Petanović et Vidović
<i>Centaurea scabiosa</i>	<i>Aceria squarrosae</i> De Lillo
<i>Artemisia vulgaris</i> , <i>A. alba</i>	<i>Aceria marginemvolvans</i> (Corti)
<i>Tanacetum vulgare</i>	<i>Aceria tuberculata</i> (Nal.)
<i>Galium molugo</i>	<i>Aculus anthobius</i> (Nal.)
<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Phyllocoptes amaranthi</i> (Corti)
<i>Polygonum lapathifolium</i>	<i>Aceria sawatchense</i> K.
<i>Rumex crispus</i> , <i>R. obtusifolius</i>	<i>Epitrimerus rumicis</i> Farkas
<i>Solanum dulcamara</i>	<i>Aceria cladophthira</i> (Nal.)
<i>Taraxacum officinale</i>	<i>Aculus rigidus</i> (Nal.)
<i>Atriplex hastate</i>	<i>Aceria heimi</i> (Nal.)
<i>Urtica dioica</i>	<i>Quardacus urticarius</i> (Can. and Mass.)
<i>Torilis arvensis</i>	<i>Aceria peucedani</i> (Can.)
<i>Bromus tectorum</i>	<i>Aculodes c.f. dubius</i>
<i>Taeniaterum caput-medusae</i>	<i>Aculodes</i> sp.n.?

ISTRAŽIVANJA ERIOFIDNUH GRINJA KAO POTENCIJALNIH KANDIDATA ZA BILOŠKI KONTROLI KOROVA, U FAUNI SRBIJE

Za vrstu *Aceria anthocoptes* (Nal.) detaljno je proučavana fenotipska varijabilnost u odnosu na različite domačine iz roda *Cirsium* Mill. i geografsko rasprostranjenje kada je i ukazano na postojanje kriptičkih vrsta, kao i anatomske promene na listovima izazvane ovom vrstom grinje. (Petanović et al., 1997; Rančić et al., 2006; Magud et al., 2007; Vidović et al., 2010). Za *Leipotrix dipsacivagus* Petanović i Rector je na morfološkom i anatomskom nivou analiziran uticaj na biljku domaćina i detaljno su opisani simptomi, životni ciklus i gustina populacije (Petanović and Rector, 2007; Pećinar et al., 2011). Pored toga, proučena je fenotipska i genetička varijabilnost za kompleks vrsta *Aceria* spp. sa različitim biljaka domaćina familije Brassicaceae (Živković et al., 2017).

Eriofida koja se poslednjih godina intenzivnije proučavala kao potencijalni kandidata za kontrolu *Clematis vitalba* L. je *Aceria vitalbae* (Can.). U saradnji sa Landcare Research, Novi Zeland na Katedri za entomologiju i poljoprivrednu zoologiju Poljoprivrednog Fakulteta Univezитета u Beogradu procenjen je rizik koji *Aceria vitalbae* predstavlja za autohtone biljke Novog Zelanda. U laboratorijskim uslovima rađeni su testovi specifičnosti za domaćina, odnosno analizirana je mogućnost održavanja i razvića *Aceria vitalbae* na deset različitih

biljaka roda *Clematis* koji su poreklom sa Novog Zelanda. Rezultati testa specifičnosti su pokazali da je *Clematis vitalba* (Slika 1) jedina pogodna biljka domaćin za *Aceria vitalbae*. Na osnovu rezultata testova Uprava za zaštitu životne sredine, Novi Zeland (Environmental Protection Authority - EPA) je oktobra 2018. godine dala odobrenje za ispuštanje ove eriofide (Heyes, 2019).

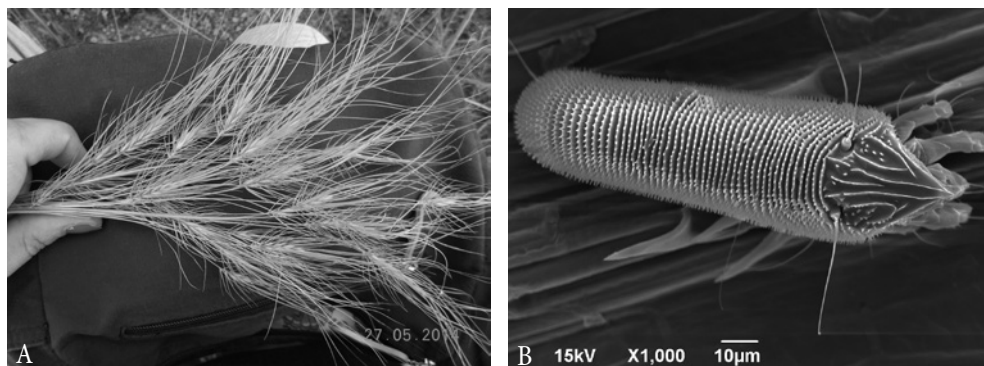


Slika 1. *Aceria vitalbae* – deformacije listova na *Clematis vitalba* (A, B)

Equisetum arvense L. je korovska vrsta koja predstavlja problem na Novom Zelandu i za koju se traže potencijalni agensi za biološku kontrolu, pa se među ostalima razmatraju i eriofide. Do nedavno je sa ove biljke domaćina bila opisana jedna vrsta eriofida *Eriophyes equiseti* registrovana samo na teritoriji Mađarske (Farkas, 1960), da bi Petanović i sar. (2015) registrovali ovu vrstu i na teritoriji Srbije, prebacili je u rod *Eriocaenus* Petanović & Amrine, a pored toga opisali i novu vrstu za nauku *Eriocaenus ramosissimi* n. sp. Petanović i Amrine.

Taeniatherum caput-medusae (L.) Nevski je jednogodišnji travni korov poreklom iz Mediteranskog regiona koji je invazivan u mnogim zapadnim državama SAD-a. Početkom 2000-ih Ministarstvo poljoprivrede SAD-a (USDA) je pokrenuo program biološke kontrole, kombinujući skrining različitih podvrsta i populacija ciljanog korova sa prisustvom i identifikacijom prirodnih neprijatelja koji će se koristiti kao potencijalni agensi biološke kontrole. Tokom istraživanja 2014. godine registrovana je a potom i opisana nova vrsta eriofida, *Aculodes altamurgiensis* de Lillo i Vidović (Slika 2).

Ova eriofida je registrovana na *T. caput-medusae* u Južnoj Italiji, Srbiji, Turskoj, Bugarskoj i Iranu. Za ovu eriofidu je karakteristično da je na svim registrovanim lokalitetima uvek bila povezana sa ciljanom korovom, i nikada nije registrovana na drugim vrstama travnih korova koje su pristine na istom području (De Lillo et al., 2018). Test specifičnosti za domaćina sa 11 različitih vrsta trava, potvrdio je ograničenost ove vrste eriofida samo na ciljanom vrsti korova. Ovi podaci ukazuju da *Aculodes altamurgiensis* ima potencijal da se smatra dobrim kandidatom za biološku kontrolu *Taeniatherum caput-medusae* i podstiče na dalja istraživanja o uticaju *A. altamurgiensis* na ovu korovsku vrstu (Marini et al., 2018).



Slika 2. *Taeniatherum caput-medusae* (A), SEM fotografija *Aculodes altamurgiensis* (B)

Pouzdana identifikacija je jedan od ključnih elemenata u proceduri introdukcije u nove prostore, radi biološke kontrole ciljanih korova, a izbegavanja štetnog uticaja na gajene biljke i autohtonu floru. Zbog prilične redukcije i jednostavne građe tela, strukturne karakteristike, koje se mogu koristiti u sistematici eriofidnih grinja su malobrojne, u poređenju sa većinom drugih grupa grinja. Klasične deskriptivne metode nekada nisu dovoljne da bi se razlikovali pojedini taksoni već je neophodna i multivarijantna analiza kvantitativnih morfoloških karaktera zbog postojanja fenotipske varijabilnosti pojedinih vrsta poreklom sa različitih domaćina ili iz geografski udaljenih populacija.

Varijabilnost fenotipskih karaktera između populacija eriofida koje žive na različitim biljkama domaćinima može biti izražena u fenotipskoj adaptaciji bez separacije genskog fonda (Pegler et al., 2005), delimičnoj (rase na biljkama domaćinima) ili potpunoj separaciji genskog fonda (različite vrste) (Dres and Malet, 2002). Specijacija usled prelaska na drugu biljku domaćina nije uvek praćena promenama morfoloških karaktera što dovodi do stvaranja tzv. kriptičkih vrsta koje se morfološki teško ili praktično ne razlikuju (Bickford et al., 2007).

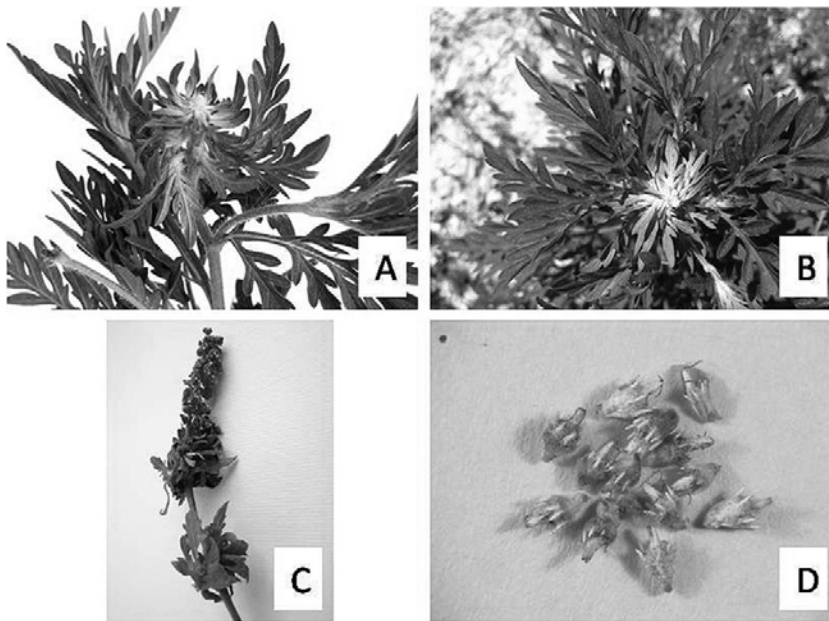
Primer za kriptičke vrste je slučaj kada su u okviru saradnje sa Ministarstvom poljoprivrede SAD-a – Poljorivrednom stručnom službom (USDA-ARS) obavljena preliminarna istraživanja eriofida sa *Bromus tectorum* L. i tada je registrovana erifida roda *Aculodes* sa ovog domaćina u Srbiji i Bugarskoj. Klasične deskriptivne metode nisu bile dovoljne za pouzdanu identifikaciju, ali su rezultati fenotipske varijabilnosti morfoloških karaktera ukazali na jasno odvajanje između *Aculodes altamurgiensis* ca *Taeniatherum caput-medusae* i *Aculodes* spp. sa *Bromus tectorum* (Anđelković i sar., 2019).

Molekularne metode mogu pomoći u testiranju hipoteze o kriptičkim vrstama. Metode zasnovane na analizi DNK koje se sada rutinski koriste u ekološkim, evolucionim i genetičkim istraživanjima nalaze svoje mesto i u proučavanju eriofidnih grinja. Osim značaja za sistematiku, molekularne metode su i izuzetno značajne i u primenjenim istraživanjima, kao što je biološka kontrola, kada potencijalni agens može predstavljati kompleks kriptičkih vrsta, koje se samo ovim metodama mogu otkriti (Navajas and Navia, 2010). Izučavanje variranja morfoloških karaktera, u cilju razlikovanje određenih biotipova adaptiranih na pojedine domaćine nije

samo značajno za razumevanje procesa specijacije već ima i praktičnu primenu, jer da bi se utvrdio potencijal neke eriofide kao agensa za biološku kontrolu, neophodno je precizno utvrditi taksonomski status vrsta.

Jedan od aktuelni projekata na kojima se radi u Srbiji je revizija taksonomskog statusa *Metaculus rapistri* Carmona sa biljnih vrsta *Isatis tinctoria* L. iz Turske, Italije i Nemačke i *Rapistrum rugosum* (L.) All. sa tipskog lokaliteta iz Portugala u kome se koristi integrisani pristup zasnovana na kombinaciji morfometrijskih i molekularnih analiza. Rezltati ovih analiza ukazuju na postojanje kriptičkih vrsta (Marini et al., 2018a).

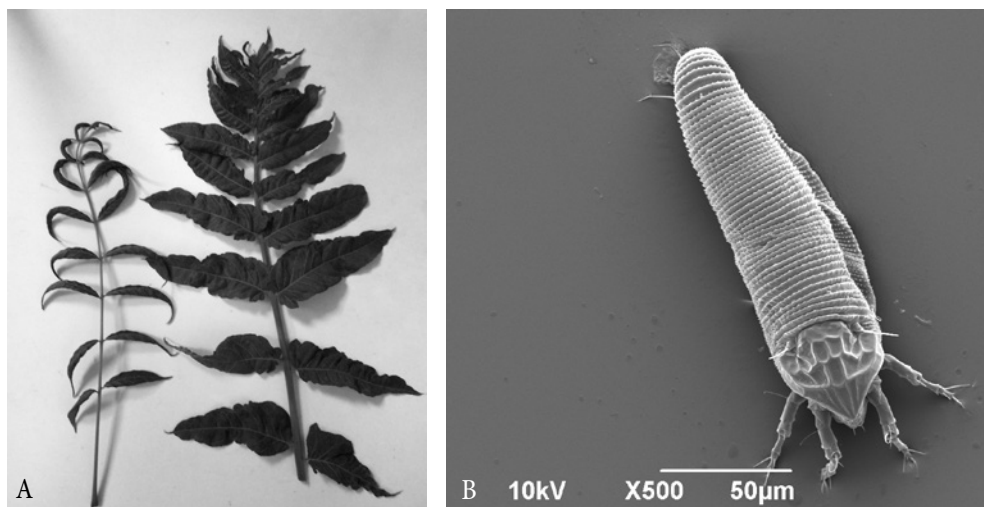
Ambrosia artemisiifolia L. korovska vrsta poreklom iz Severne Amerike koja je danas široko rasprostranjena u Evropi, Aziji i Australiji. Značajna je ne samo kao segetalni korov u usevima već i kao ruderalni korov, pa predstavlja ozbiljan rizik za zdravlje ljudi jer njen polen može izazvati ozbiljne alergije. Preduzete su aktivnosti koje se odnose na održivo upravljanje ovom vrstom u Evropi u okviru FE COST Action FA 2013. Do danas je opisano jedanest vrsta eriofida sa raličitih biljnih vrsta roda *Ambrosia*. Od toga deset vrsta je opisano u Severnoj Americi i jedna vrsta iz Gruzije (Livshits et al., 1983). Pokušaji korišćenja eriofida kao agenasa za bilošku kontrolu *Ambrosia artemisiifolia* zabeleženi su još 1970-ih godina kada je iz Severne Amerika prenetu u SSSR eriofida *Aceria boycei* (Keifer), koja prouzrokuje lisne gale, ali pošiljka nije uspela (Goeden et al., 1974). Istraživanjem na teritoriji Srbije na *A. artemisiifolia* je registrovana i opisana nova vrsta za nauku *Aceria artemisiifoliae* Vidović & Petanović (Vidović et al., 2016) (Slika 3).



Slika 3. *Aceria artemisiifoliae*, simptomi na *Ambrosia artemisiifolia*: početni simptomi na lišću (A, B), zaražena cvast (C), šturo seme (D)

U radu se pored opisa vrste daju i preliminarni podaci o geografskom rasprostranjenju i biologiji eriofide na biljci domaćinu koji ukazuju na mogućnost njene primene u biološkoj kontroli. U toku su i istraživanja o uticaju ove eriofide na produkciju polena.

Ailanthus altissima (Mill.) Swingle, kiselu drvo je vrsta poreklom iz Kine, introdukovana u Evropu, Afriku i Severnu Ameriku. Seme je donešeno iz Kine u Francusku sredinom 18-og veka kao ukrasna biljka. Sada je postala ozbiljan problem, kao i većina invazivnih vrsta postala je konkurent, jer između ostalog putem alelopatijskih hemikalija može inhibirati rast okolnih alohtonih biljaka. Kontrola ove vrste je veoma teška zbog brzog rasta. U Evropi se koriste klasične mehaničke i hemijske mere suzbijanja. Jedan potencijalni agens za biološku kontrolu ove vrste je eriofidna grinja *Aculops mosoniensis* Ripka (Slika 4), koja je već registrovana u Mađarskoj, Srbiji, Italiji, Austriji, Hrvatskoj, Makedoniji, Crnoj Gori i Grčkoj (Ripka, 2014; De Lillo et al., 2018).



Slika 4. Simptomi na lišću *Ailanthus altissima* (A), SEM fotografija *Aculops mosoniensis* (B)

Na infestiranim biljkama dolazi do uvijanja listova koji dobijaju rđastu prevlaku i opadaju. Zapažena je i promena oblika liski kao i pojava nekroze. Pored klasičnih simptoma povezanih sa napadom grinja, važan uticaj zabeležen je na rast i stopu preživljavanja mladih biljaka (de Lillo et al., *in press*)

Pružavanje potencijalnih kandidata za biološku kontrolu korova je u neposrednoj vezi sa raznovršnošću flore i faune eriofidnih grinja. Do danas je na teritoriji Srbije registrovano oko 100 vrsta eriofida sa različitim vrsta korova, od toga 25 vrsta se nalaze na listi eriofida koje se u svetu razmatraju za ovu namenu, što predstavlja 50% vrsta sa liste (Smith et al., 2010). Ovo ukazuje da Srbija ima izuzetan potencijal za istraživanje faune eriofida potencijalnih kandidata za biološku kontrolu korova.

ZAHVALNICA

Ova istraživanja su podržana od strane Ministarstva za obrazovanje, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (Projekat III 43001).

LITERATURA

- Andres, L. A.:** Considerations in the use of phytophagous mites for the biological control of weeds. In: Hoy, M. A., Cunningham, G. L., Knutson, L. (Eds.) Biological control of pests by mites. University of California Agricultural Experiment Station, Special Publ, 3304, 53–60, 1983.
- Anđelković, N., Rector, B. G., Marini, F., Cristofaro, M., Cvrković, T., Jojić, V., De Lillo, E., Petanović, R., Vidović, B.:** Morphological and molecular characterization of eriophyid mites *Aculodes* sp. on *Taeniatherum caput-medusae* and *Bromus tectorum* (Poaceae). VIII Congress on Plant protection: Integrated Plant Protection for Sustainable Crop Production and Forestry, Zlatibor, Serbia. Book of Abstracts, pp. 166, 2019.
- Amrine, J. W. Jr., de Lillo, E.:** A database on Eriophyoidea of the world. West Virginia University, 2006.
- Bačić, J., Petanović, R.:** A study of fluctuations in the spurge Eriophyid mite, *Vasates euphorbiae* Pet. Population. In: Kropczynska, D., Boczek, J., Tomczyk, A. (Eds.), The Acari. Physiological and Ecological aspects of Acari – Host Relationships. Oficyna Dabor, Warszawa, pp. 163–171, 1995.
- Bellows, T. S.:** Restoring population balance through natural enemy introductions. *Biologica Control*, 21, 199–205, 2001.
- Bickford, D., Lohman, D. J., Sodhi, N. S., Ng, P. K. L., Meier, R., Winker, K., Ingram, K. K., Das, I.:** Cryptic species as a window on diversity and conversation. *Trends in Ecology and Evolution*, 22 (3), 148–155, 2007.
- Boczek, J.:** Eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea) as agents of biological weed control. In: Kropczynska, D., Boczek, J., Tomczyk, A. (Eds.), The Acari. Physiological and ecological aspects of Acari-host relationships. Oficyna Dabor, Warszawa, pp. 601–606, 1995.
- Boczek, J. H., Petanović, R.:** Eriophyid mites as agents for the biological control of weeds. In: Moran, V. C., Hoffmann, J. H. (Eds.) In the Proceedings of the IX International Symposium on Biological Control of Weeds, Stellenbosch, South Africa, University of Cape Town, pp 127–131, 1996.
- Briese, D. T., Cullen, J. M.:** The use and usefulness of mites in biological control of weeds. In: Halliday, R. B., Walter, D. E., Proctor, H. C., Norton, R. A., Colloff, M. J. (Eds.) Acarology: In the Proceedings of the 10th international congress. CSIRO Publishing, Melbourne, pp. 453–463, 2001.
- Cromroy, H. L.:** The potential use of eriophyid mites for control of weeds. In: Freeman TE (Ed.) Proceedings of the IV international symposium on biological control of weeds, University of Florida, Gainesville, Florida, pp. 294–296, 1977.
- Cromroy, H. L.:** Potential use of mites in biological control of terrestrial and aquatic weeds. In: Hoy, M. A., Cunningham, G. L., Knutson, L. (Eds.), Biological Control of Pests by Mites. University of California Agricultural Experiment Station, Special Publication, 3304, 61–66, 1983.
- De Lillo, E., Panzarino, O., Loverre, P., Valenzano, D., Mattia, C., Marini, F., Augé, M., Cristofaro, M.:** New eriophyid mites from Italy. IV. Mites associated with weed plants. – *Systematic and Applied Acarology*, 22 (12), 2256–2272, 2017.
- De Lillo, E., Vidović, B., Petanović, R., Cristofaro, M., Marini, F., Augé, M., Crković, T., Babić, E., Mattia, C., Lotfollahy, P., Rector, B. G.:** A new *Aculodes* species (Prostigmata: Eriophyoidea: Eriophyidae) associated with medusahead, *Taeniatherum caput-medusae* (L.) Nevski (Poaceae). *Systematic and Applied Acarology*, 23 (7), 1217–1226, 2018.
- Drés, M., Mallet, J.:** Host races in plant-feeding insects and their importance in sympatric speciation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 357, 471–492, 2002.

- Farkas, H. K.:** Über die Eriophyiden (Acarina) Ungarns. I. Beschreibung neuer und wenig bekannter Arten. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 6, 315–339; 316–318, ff. 4–7, 1960.
- Gerson, U., Smiley, R. L., Ochoa, R.:** Mites (Acari) for Pest Control. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK, pp. 117–126, 2003.
- Goeden, R. D., Kovalev, O. V., Ricker, D. W.:** Arthropods exported from California to the U.S.S.R. for ragweed control. Weed Science, 22, 156–158, 1974.
- Heyes, L.:** Weed Biocontrol. Manaaki Whenua, Landcare Research, 2019.
- Kowarik, I., Säumel, I.:** Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. Perspectives in Plant Ecology, 8, 207–237, 2007.
- Lindquist, E. E., Amrine, J. W. Jr.:** Systematics, diagnoses for major taxa, and keys to families and genera with species on plant of economic importance. In: Lindquist, E. E., Sabelis, M. W., Bruin, J. (Eds.), Eriophyoid mites- their biology, natural enemies and control, Vol 6. Elsevier Science Publishing, Amsterdam, The Netherlands, World Crop Pests, pp 33–87, 1996.
- Lindquist, E. E., Sabelis, M. W., Bruin, J. (Eds):** Eriophyoid mites—their biology, natural enemies and control, vol. 6. Elsevier, Amsterdam, World Crop Pests, 1996.
- Livshits, I. Z., Mitrofanov, V. I., Sharanov, A. A.:** A new species of eriophyid mites (Acari, Eriophyoidea) on ragweed, strawberry tree and tree fern (Новые виды четырехногих клещей (Acari, Eriophyoidea) с Амбросии, земляничного дерева и папоротника). Vestnik Zoologii, 6, 74–77, 1983.
- Magud, B., Stanisavljević, Lj. Z., Petanović, R.:** Morphological variation in different populations of *Aceria anthocoptes* (Acari: Eriophyoidea) associated with the Canada thistle, *Cirsium arvense*, in Serbia. Experimental and Applied Acarology, 42, 173–183, 2007.
- Marini, F., Roselli, G., Freda, F., de Lillo, E., Petanović, R., Vidović, B., Cristofaro, M., Rector, B. G.:** Open field evaluation of *Aculodes altamurgensis*, a new eriophyid species associated to *Taeniatherum caput-medusae*. XV International Symposium on Biological Control of Weeds, Engelberg, Switzerland. Session 1-07 – Target and agent selection, 2018.
- Marini, F., Weyl, P., Cristofaro, M., de Lillo, E., Vidović, B., Petanović, R.:** The integrative taxonomy in classic biological control of weeds: *Metaculus* sp. on *Isatis tinctoria* a case of study. XV International Symposium on Biological Control of Weeds, Engelberg, Switzerland. Session 4-P15 – Novel methods to determine efficacy and environ mental safety of agents, 2018a.
- Monfreda, R., Lekveishvili, M., Petanović, R., Amrine, J. W.:** Collection and detection of eriophyoid mite. Experimental and Applied Acarology, 51, 273–282, 2010.
- Navajas, M., Navia, D.:** DNA-based methods for eriophyoid mite studies: review, critical aspects, prospects and challenges. Experimental and Applied Acarology, 51, 257–271, 2010.
- Oldfield, G. N.:** Biology of gall-inducing acari. In: Raman, A., Schaefer, C. W., Withers, T. M. (Eds.) Biology, ecology and evolution of gall-inducing arthropods. Science Publishers, Inc, Portland, pp 35–57, 2005.
- Pegler, K. R., Evans, L., Stevens, J. R., Wall, R.:** Morphological and molecular comparison of host-derived populations of parasitic Psoroptes mites. Medical and Veterinary Entomology, 19, 392–403, 2005.
- Pečinar, I., Stevanović, B., Rector, B. G., Petanović, R.:** Micromorphological alternations in young rosette leaves of *Dipsacus laciniatus* L. (*Dipsacaceae*) caused by infestation of the eriophyid mite *Leipotrix dipsacivagus* Petanović et Rector (Acari: Eriophyoidea) under laboratory conditions. Arthropod-Plant Interactions, 5, 201–208, 2011.
- Petanović, R.:** Two new species of Eriophyid mites (Acarida: Eriophyoidea) on Leafy Spurge (*Euphorbia* L.) from Yugoslavia. Glasnik Prirodnačkog muzeja u Beogradu, B46, 121–129, 1991.
- Petanović, R.:** Eriofide (Acari: Eriophyoidea) agensi biološke borbe protiv korova - osnove za primenu i dosadašnja iskustva - Zaštita bilja, 47 (4), 277–300, 1996.
- Petanović, R., de Lillo, E.:** Two new *Vasates* species (Acari: Eriophyoidea) of *Euphorbia* L. from Yugoslavia with morphological notes on *Vasates euphorbiae* Petanović. Entomologica Bari, 27 (5), 5–17, 1992.

- Petanović, R., Rector, B.:** A new species of *Leipotrix* (Acari: Prostigmata: Eriophyoidea) on *Dipsacus* spp. in Europe and Reassignment of two *Epitrimerus* spp (Acari: Prostigmata: Eriophyoidea) to the genus *Leipotrix*. *Annals of Entomological Society of America*, 100 (2), 157–163, 2007.
- Petanović, R., Boczek, J., Stojnić, B.:** Taxonomy and bioecology of eriophyids (Acari: Eriophyoidea) associated with Canada thistle, *Cirsium arvense* (L.) Scop. *Acarologia*, 38 (2), 181–191, 1997.
- Petanović, R., Amrine, J.W., Chetverikov, P. E. Cvrković, T. K.:** *Eriocaenus* (Acari: Trombidiformes: Eriophyoidea), a new genus from *Equisetum* spp. (*Equisetaceae*): morphological and molecular delimitation of two morphologically similar species. *Zootaxa*, 4013 (1), 051–066, 2015.
- Rančić, D., Stevanović, B., Petanović, R., Magud, B., Toševski, I., Gassmann, A.:** Anatomical injury induced by the eriophyid mite *Aceria anthocoptes* on the leaves of *Cirsium arvense*. *Experimental and Applied Acarology*, 38, 243–253, 2006.
- Ripka, G., Érsek, L.:** A new *Aculops* species (Acari: Prostigmata: Eriophyoidea) on *Ailanthus altissima* from Hungary. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 49 (1), 49–56, 2014.
- Rosen, D., Huffaker, C. B.:** An overview of desired attributes of effective biological control agents, with particular emphasis on mites. In: Hoy, M. A., Cunningham, G. L., Knutson, L. (Eds.), *Biological control of pests by mites*. Univ Calif Agric Exp Stn Special Publ, 3304, 2–11, 1983.
- Rosenthal, S. S.:** *Aceria*, *Epitrimerus* and *Aculus* species and biological control of weeds. In: Lindquist, E. E., Sabelis, M. W., Bruin, J. (Eds.), *Eriophyoid Mites - Their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier Science Publ. Amsterdam, The Netherlands. *World Crop Pests*, 6, 729–739, 1996.
- Smith, L, de Lillo, E., Amrine, J. W. Jr.:** Effectiveness of eriophyid mites for biological control of weedy plants and challenges for future research. *Experimental Applied Acarology*, 51, 115–149, 2010.
- Vidović, B., Stanisavljević, Lj., Petanović, R.:** Phenotypic variability in the five *Aceria* spp. (Acari: Prostigmata: Eriophyoidea) inhabiting *Cirsium* species (*Asteraceae*) in Serbia. *Experimental and Applied Acarology*, 52, 169–181, 2010.
- Vidović, B., Cvrković, T., Rančić, D., Marinković, S., Cristofaro, M., Schaffner, U., Petanović, R.:** Eriophyid mite *Aceria artemisiifoliae* sp.nov. (Acari: Eriophyoidea) potential biological control agent of invasive common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia* L. (*Asteraceae*) in Serbia. *Systematic and Applied Acarology*, 21 (7), 919–935, 2016.
- Živković, Z., Vidović, B., Jojić, V., Cvrković, T., Petanović, R.:** Phenetic and phylogenetic relationships among *Aceria* spp. (Acari: Eriophyoidea) inhabiting species within the family *Brassicaceae* in Serbia. *Experimental and Applied Acarology*, 71 (4), 329–343, 2017.

Eriophyid mites as classical biocontrol agents of weeds

SUMMARY

Eriophyoids are tiny plant-feeding mites belonging to the families of Eriophyidae, Phytoptidae and Diptilomiopidae. Eriophyoid mites are obligatory phytophages that infest all plant parts, except the roots. Most of them are quite host specific. About 80% of currently known recorded species of eriophyoid mites are associated with a single species of host plant.

Classical biological control involves the introduction of control agents into a region, that does not form part of their natural area of distribution, to provide control of invasive weed species. In order to avoid direct damage to non target species, biological control agents must be highly host specific. Classical biological control of weeds depends on finding agents that are highly host-specific. Eriophyoid mites (EM) have long been thought to have high potential as biological control agents of classical biological control of weeds, and many review papers have emphasized their prospects.

The use of phylogenies based on the statistical analysis of large numbers of characters, whether molecular genetic or morphological, can help traditional taxonomy and subsequently biological control. Correct systematic identification is a first step to finding prospective agents on the appropriate genotypes of the weed that are targeted for biological control.

Keywords: eriophyoid mites, classical biocontrol, weeds.