



СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

---

# ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ ФАУНЕ СРБИЈЕ



ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ  
ЗНАЧАЈ ФАУНЕ СРБИЈЕ

SERBIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS

---

SCIENTIFIC MEETINGS  
Book CLXXI

DEPARTMENT OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL SCIENCES  
Book 12

---

ECOLOGICAL AND  
ECONOMIC SIGNIFICANCE  
OF FAUNA OF SERBIA

PROCEEDINGS OF THE SCIENTIFIC MEETING  
held on November 17, 2016

E d i t o r  
Corresponding Member  
RADMILA PETANOVIĆ

BELGRADE 2018

СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

---

НАУЧНИ СКУПОВИ  
Књига CLXXI

ОДЕЉЕЊЕ ХЕМИЈСКИХ И БИОЛОШКИХ НАУКА  
Књига 12

---

# ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ ФАУНЕ СРБИЈЕ

ЗБОРНИК РАДОВА СА НАУЧНОГ СКУПА  
одржаног 17. новембра 2016.

Уредник  
дописни члан  
РАДМИЛА ПЕТАНОВИЋ

БЕОГРАД 2018

Издаје  
*Српска академија наука и уметности*  
Београд, Кнез Михаилова 35

Лектура и коректура  
*Тања Рончевић*

Прелом и дизајн корица  
*Никола Стевановић*

Технички уредник  
*Мира Зебић*

Тираж 400 примерака

Штампа  
Colorgrafx, Београд

Српска академија наука и уметности © 2018

САДРЖАЈ  
CONTENTS

Предговор	9
Preface	13
Александар Ћетковић, Владимир Стевановић ОЧУВАЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА: КОНЦЕПТ ЕКОСИСТЕМСКИХ УСЛУГА И БИОЛОШКИ РЕСУРСИ ФАУНЕ	17
Aleksandar Ćetković, Vladimir Stevanović PRESERVATION AND EVALUATION OF BIODIVERSITY: THE CONCEPT OF ECOSYSTEM SERVICES AND BIOLOGICAL RESOURCES OF FAUNA	36
Душко Ћировић, Срђан Стаменковић ФАУНА СИСАРА СРБИЈЕ – ВРЕДНОВАЊЕ ФУНКЦИОНАЛНЕ УЛОГЕ И ЗНАЧАЈА ВРСТА У ЕКОСИСТЕМИМА	39
Duško Ćirović, Srđan Stamenković MAMMALS FAUNA OF SERBIA – VALORISATION OF FUNCTIONAL ROLE AND SPECIES IMPORTANCE IN ECOSYSTEMS	62
Воислав Васић О ВАЖНОСТИ ПТИЦА: ПРИМЕРИ ЕГЗИСТЕНЦИЈАЛНЕ ВРЕДНОСТИ И ПРАКТИЧНОГ ЗНАЧАЈА У СРБИЈИ	67
Voislav Vasić ON THE IMPORTANCE OF BIRDS: EXAMPLES OF THE EXISTENTIAL VALUE AND PRACTICAL SIGNIFICANCE OF THE BIRDS IN SERBIA	100

Имре Кризманић, Тања Вуков ВОДОЗЕМЦИ У СРБИЈИ ДАНАС И СУТРА – ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ	103
Imre Krizmanić, Tanja Vukov AMPHIBIANS IN SERBIA TODAY AND TOMORROW – ECOLOGICAL AND ECONOMIC VALUE	138
Мирјана Ленхардт, Весна Ђикановић, Александар Хегедиш, Желјка Вишњић-Јефтић, Стефан Скорић, Марија Смедеревац-Лалић КВАЛИТАТИВНО-КВАНТИТАТИВНЕ ПРОМЕНЕ ИХТИОФАУНЕ У ПРОТОЧНИМ ДУНАВСКИМ АКУМУЛАЦИЈАМА ПОСЛЕ ИЗГРАДЊЕ БРАНА ЂЕРДАПСКИХ ХИДРОЕЛЕКТРАНА	143
Mirjana Lenhardt, Vesna Đikanović, Aleksandar Hegediš, Željka Višnjić-Jeftić, Stefan Skorić, Marija Smederevac-Lalić QUALITATIVE AND QUANTITATIVE CHANGES IN THE ICHTHYOFAUNA OF THE DANUBIAN RESERVOIRS AFTER THE CONSTRUCTION OF THE IRON GATES HYDROPOWER PLANT DAMS	168
Зоран Марковић, Марко Станковић, Божидар Рашковић, Ненад Секулић, Весна Полексић АКВАКУЛТУРА У СЛУЖБИ ЗАШТИТЕ УГРОЖЕНИХ ВРСТА РИБА У СРБИЈИ	173
Zoran Marković, Marko Stanković, Božidar Rašković, Nenad Sekulić, Vesna Poleksić AQUACULTURE IN SERVICE OF EDANGERED FISH SPECIES PROTECTION IN SERBIA	195
Ивана Живић, Александар Остојић, Бранко Миљановић, Зоран Марковић МАКРОИНВЕРТЕБРАТЕ ТЕКУЋИХ ВОДА СРБИЈЕ И ЊИХОВ БИОИНДИКАТОРСКИ ЗНАЧАЈ У ПРОЦЕНИ КВАЛИТЕТА ВОДЕ	199
Ivana Živić, Aleksandar Ostojić, Branko Miljanović, Zoran Marković MACROINVERTEBRATES OF SERBIAN STREAMS AND THEIR SIGNIFICANCE AS BIOINDICATORS IN ESTIMATION OF WATER QUALITY	226

Дејан Пантелић, Срећко Ђурчић, Александар Крмпот, Дејан В. Стојановић, Михаило Рабасовић, Светлана Савић-Шевић МОРФОЛОШКЕ СТРУКТУРЕ НЕКИХ ПРЕДСТАВНИКА ЕНТОМОФАУНЕ СРБИЈЕ КАО МОДЕЛИ У БИОМИМЕТИЦИ	231
Dejan Pantelić, Srećko Ćurčić, Aleksandar Krmpot, Dejan V. Stojanović, Mihailo Rabasović, Svetlana Savić-Šević THE MORPHOLOGICAL STRUCTURES OF SOME REPRESENTATIVES OF THE ENTOMOFAUNA OF SERBIA AS MODELS IN BIOMIMETICS	250
Михаела Кавран, Александра Игњатовић Ђупина, Марија Згомба, Душан Петрић ЈЕСТИВИ ИНСЕКТИ – БЕЗБЕДНА ХРАНА ЗА ЉУДЕ И ДОМАЋЕ ЖИВОТИЊЕ	251
Mihaela Kavran, Aleksandra Ignjatović Ćupina, Marija Zgomba, Dušan Petrić EDIBLE INSECTS – SAFE FOOD FOR HUMANS AND LIVESTOCK	295
Жељко Томановић, Владимир Жикић КОМПЛЕКСИ БРАКОНИДНИХ ОСА (HYMENOPTERA, ICHNEUMONOIDEA, BRACONIDAE) У СРБИЈИ И ЊИХОВ ЗНАЧАЈ У БИОЛОШКОЈ КОНТРОЛИ	301
Željko Tomanović, Vladimir Žikić BRACONID COMPLEXES (HYMENOPTERA, ICHNEUMONOIDEA, BRACONIDAE) IN SERBIA; THE IMPORTANCE IN BIOLOGICAL CONTROL	308
Љубодраг Михајловић ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ ФАУНЕ НАДФАМИЛИЈЕ CHALCIDOIDEA СРБИЈЕ (INSECTA:HYMENOPTERA)	313
Ljubodrag Mihajlović ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC SIGNIFICANCE OF ZOOLOGY OF THE SUPERFAMILIA CHALCIDOIDEA IN SERBIA (INSECTA: HYMENOPTERA)	337



- Иво Тошевски, Оливер Крстић, Јелена Јовић,  
Биљана Видовић, Радмила Петановић  
ИНСЕКТИ И ГРИЊЕ У ФАУНИ СРБИЈЕ ОД ЗНАЧАЈА  
ЗА КЛАСИЧНУ БИОЛОШКУ КОНТРОЛУ КОРОВА 341
- Ivo Toševski, Oliver Krstić, Jelena Jović,  
Biljana Vidović, Radmila Petanović  
INSECTS AND MITES IN THE FAUNA OF SERBIA –  
IMPORTANCE FOR THE CLASSICAL BIOLOGICAL  
CONTROL OF WEEDS 363
- Љубиша Станисављевић, Анте Вујић, Предраг Јакшић, Злата Марков,  
Александар Ћетковић  
ФУНКЦИОНАЛНО-ЕКОЛОШКИ СТАТУС, УГРОЖЕНОСТ И  
ЕКОНОМСКО ВРЕДНОВАЊЕ ИНСЕКТА ОПРАШИВАЧА У  
СРБИЈИ 367
- Ljubiša Stanisavljević, Ante Vujić, Predrag Jakšić, Zlata Markov,  
Aleksandar Ćetković  
FUNCTIONAL AND ECOLOGICAL STATUS, VULNERABILITY  
AND ECONOMIC EVALUATION OF INSECT POLLINATORS IN  
SERBIA 411

## ПРЕДГОВОР

Тематски скуп о еколошком и економском значају фауне Србије, који је иницирао Академијски одбор за проучавање фауне Србије САНУ, одржан је у јубиларној години обележавања 175. годишњице САНУ, 17. новембра 2016. године.

Откада је појам **биодиверзитета** званично ушао у употребу 1992. године доношењем Конвенције о биолошкој разноврсности а потом и њеном ратификацијом којом су све државе потписнице преузеле **обавезу** да донесу законска акта и успоставе потребне активности на **заштити и вредновању** биодиверзитета, истраживања флоре, фауне и фунгије добила су на значају, а класичне биолошке дисциплине – таксономија, биогеографија и екологија – нашле су се у жижи интересовања не само научне већ и шире јавности. Таксономија, систематика и фаунистика, односно флористика, традиционалне биолошке дисциплине са најдужом традицијом у биологији, доживеле су свој препород или тријумфални повратак.

Важно је истаћи да је Српска академија наука и уметности, од свог оснивања, препознала значај изучавања живог света Србије и околних земаља и да је увидела да је повратак ових биолошких дисциплина важан задатак биолога у Србији на почетку новог миленијума. Два Академијска одбора, Одбор за изучавање флоре и вегетације и Одбор за проучавање фауне Србије, покренула су и остварила капитална дела флористике, фитоценологије и фаунистике у Србији. Едиција Флоре Србије доживљава друго, ново и значајно измењено издање, објављују се нови прилози у едицији Вегетација Србије, а едиција Фауна Србије већ има неколико вредних монографија: *Фауна мрави Србије*, *Крпељи Србије*, *Репати водоземци Србије*. Овим публикацијама САНУ се представила као најрелевантнија институција у Србији, фокусирана, преко одбора, на истраживања флоре и фауне, што имплицира свеобухватно сагледавање биодиверзитета у Србији.

Одржани научни скупови посвећени, директно или индиректно овој проблематици додатно потврђују спремност и разумевање САНУ да

истраживања флоре и фауне, као и биодиверзитета Србије, одлучно подржи. У том контексту би требало и разумети овај научни скуп.

Примена Конвенције о биолошкој разноврсности и њених полазних идеја и концепција временом је довела до разраде, унапређивања и усредсређивања на неке друге аспекте очувања и коришћења биодиверзитета, а не само његове вредности као више или мање обновљивог ресурса, већ и читавих екосистема, односно до функционалности њихових кључних компоненти или процеса који омогућавају корист и добробит за било коју људску заједницу. То је остварено дефинисањем **екосистемских услуга** као **кључног теоријског приступа и практичног механизма** за свеобухватно **вредновање** реалног значаја очувања биодиверзитета.

Подсетићемо се овим приликом да је 2005. године у организацији Одбора „Човек и животна средина“ Српске академије наука и уметности, одржан научни скуп „**Биодиверзитет на почетку новог миленијума**“ који је **сумирао фундаменталне теме** које се тичу биодиверзитета, развоја идеје о потреби заштите и парадигми одрживости са циљем да пружи одговоре на значајна питања: колико је у нашем друштву порасла свест о потреби заштите биодиверзитета; шта је у међувремену урађено на плану инвентаризације биодиверзитета и колики су трошкови заштите биодиверзитета, односно који су економски модалитети потребни за остваривање склада између заштите биодиверзитета и коришћења биолошких ресурса.

Научни скуп „Еколошки и економски значај фауне Србије“ комплементаран је, у извесној мери, наведеном, и надовезује се темама које обрађује на неке аспекте очувања и заштите биодиверзитета, примарно на **вредновање** фауне Србије као елемената биодиверзитета у функцији **биолошких ресурса**, али и у складу са савременим приступом о **екосистемским услугама биодиверзитета** пре свега у доменима „снабдевања/обезбеђивања“ и регулације, али и „културних“ вредности/добара.

Сви научни радови, у Зборнику, подвлаче циљеве научног скупа, одржаног 17. новембра 2016. године:

- сагледавање напретка који је постигнут разрадом концепата из Конвенције и доношењем допунских стратешких докумената чији је циљ да олакшају комплексне задатке очувања биодиверзитета и коришћења биолошких ресурса, генерално, а посебно у Србији, као и да се укаже на неодрживу праксу експлоатације и недовољне бриге о ресурсима фауне;
- сагледавање функционалне улоге и значаја припадника фауне Србије и указивање на њихове вредности у контексту новоуспостављеног концепта **екосистемских услуга** пре свега као биоиндикатора загађења средине, те илустративних и инспиративних примера у биомиметици и биофизици, као чинилаца биолошке контроле штет-

них организама, опрашивања биљака или као елемената естетске и других нематеријалних вредности, у различитим доменима људске егзистенције и делатности у Србији;

- сагледавање значаја које поједине врсте или фаунистичке групе имају као ресурси хранљивих и лековитих супстанци и других, за човека корисних и употребљивих својстава.

Очекујемо да ће резултати анализа у Зборнику са научног скупа „Еколошки и економски значај фауне Србије“, допринети планирању пројеката вредновања и очувања биодиверзитета, процени угрожености и заштити фауне Србије, као и одрживом коришћењу биолошких ресурса фауне и омогућити сагледавање садашњег стања у националној легислативи и активностима надлежних сектора и однос заједнице према живом свету као природној баштини у Србији данас. Очекујемо да ће се истаћи и економски значај, односно вредновање појединих таксона животиња, не само у контексту биолошких ресурса, већ вредности њихове улоге у склопу екосистемских услуга које пружају, а уколико не постоје одговарајући подаци у Србији, да се процене могу извести на основу аналогних података из других земаља, са циљем очувања биодиверзитета Србије.

У Београду, 17. јануара 2018. године

Радмила Петановић, дописни члан



## PREFACE

The thematic conference on ecological and economic importance of Serbian fauna, initiated by the SASA Academic committee for the study of the fauna of Serbia, was held in the jubilee year of marking the 175 years of SASA, on 17<sup>th</sup> November 2016.

Since the term biodiversity was officially put into use in 1992, with the Convention on Biological Diversity entering into force and its later ratification which led to all signatory states taking the obligation to impose legal acts and establish necessary activities regarding the protection and evaluation of biodiversity, the exploration of flora, fauna and fungi gained importance while classical biological disciplines such as taxonomy, biogeography and ecology were placed in the focus of not only scientific, but also wider public. Taxonomy, systematics and faunistics, i.e. floristics, traditional biological disciplines with the longest tradition in biology, have witnessed their rebirth and triumphal return.

It is important to highlight that the Serbian Academy of Sciences and Arts since its inception has recognized the importance of studying the living world of Serbia and surrounding countries, and that the return of these biological disciplines is an important task for Serbian biologists at the beginning of the new millennium.

Two Academic committees, the Academic committee for the study of flora and vegetation and the Academic committee for the study of the fauna of Serbia, have initiated and accomplished capital works in the field of floristics, phytocoenology and faunistics in Serbia.

The publication *Flora of Serbia* has had a new, second and significantly revised edition, new contributions within the edition *Vegetation of Serbia* have been published, and the edition *Fauna of Serbia* has already got several valuable monographs – the *Ant Fauna of Serbia*, *Ticks of Serbia*, *Tailed Amphibians of Serbia*. These publications show that SASA, through its committees, is like few institutions in Serbia, centered on the exploration of flora and fauna, which can ultimately be classified as an inevitable and comprehensive view on biodiversity in Serbia. The previous scientific conferences directly or indirectly

dedicated to this subject, additionally confirm the readiness and understanding of SASA to offer its strong support to the exploration of flora and fauna, as well as the biodiversity of Serbia. This scientific conference should also be understood through such context.

The application of the Convention on Biological Diversity and its initial ideas and conceptions, eventually led to the elaboration, improvement and focusing on some other aspects of conservation and use of biodiversity, not only its value as a more or less renewable resource, but also the whole ecosystems, i.e. the functionality of their key components or processes which provide benefit and well-being to any human community. This was accomplished by defining ecosystem services as a key theoretical approach and practical mechanism for comprehensive evaluation of the real importance of biodiversity conservation.

On this occasion, we would like to bring to mind the scientific conference “Biodiversity at the onset of a new millennium” held in 2005, organized by the “Man and Environment” Committee of SASA, summing up fundamental issues regarding biodiversity, development of the idea on the need of protection and paradigm of sustainability with the aim to offer answers to questions such as:

- how much has the awareness on the need of biodiversity preservation been developed in our society;
- what has been done about the plan of inventory of biodiversity in the meantime;
- and how big the expenses of protecting biodiversity are, i.e. which economic modalities are necessary for achieving harmony between the protection of biodiversity and the use of biological resources.

The scientific conference “Ecological and economic importance of Serbian fauna” is somewhat complementary to the above mentioned conference, with the areas of interest it explores, building on certain aspects of conservation and protection of biodiversity, above all the evaluation of fauna of Serbia as an element of biodiversity in the function of biological resources, and in accordance with the contemporary approach to ecosystem services of biodiversity, primarily in the domain of “supplying/providing” and regulation, but also “cultural” values/goods.

The aim of this scientific conference and the scientific papers to be published in the Proceedings is to enable:

- perceiving the progress made by elaborating concepts from the Convention and imposing additional strategic documents aimed at facilitating complex tasks of preserving biodiversity and using biological resources in general, especially in Serbia, as well as indicating the unsustainable exploitation practice and insufficient care for the resources of fauna;

- perceiving the functional role and importance of the members of Serbian fauna and indicating their values in the context of the newly established concept of ecosystem services, primarily as bioindicators of environmental pollution, as illustrative and inspirational examples in biomimetics and biophysics, as factors of biological control over harmful organisms, plant pollination or elements of esthetic and other immaterial values, in various domains of human existence and activity in Serbia;
- perceiving the importance that certain species or faunistic groups have as resources of nutritive and healing substances and other useful and usable properties to people.

We expect that the results of analysis, published in the Proceedings from the scientific conference “Ecological and economic significance of Fauna of Serbia”, will be useful for planning the projects of evaluating and preserving biodiversity, assessing the endangerment and protection of Serbian fauna, as well as sustainable use of biological resources of fauna, and that we will be able to perceive the current situation in national legislation and activities, along with the attitude of the community towards the living world as a natural heritage in Serbia today. We also expect to draw attention to the economic significance, i.e. the evaluation of certain animal taxa, not only in the context of biological resources but also the value of their role within the ecosystem services they offer, and if there are no sufficient data in Serbia, that assessments based upon corresponding data from other countries will be made, all in order to preserve the biodiversity of Serbia.

Belgrade, 17<sup>th</sup> January 2018

Radmila Petanović, corresponding member



# ИНСЕКТИ И ГРИЊЕ У ФАУНИ СРБИЈЕ ОД ЗНАЧАЈА ЗА КЛАСИЧНУ БИОЛОШКУ КОНТРОЛУ КОВОРА

Иво ТОШЕВСКИ\*, Оливер КРСТИЋ\*, Јелена ЈОВИЋ\*,  
Биљана ВИДОВИЋ\*\*, Радмила ПЕТАНОВИЋ\*\*\*, \*\*\*

С а ж е т а к. – Смештено на раскршћу три велика континента, Европе, Азије и Африке, Балканско полуострво показује изузетну комплексност у својој географији, а тиме изузетну разноврсност у погледу флористичких и фаунистичких елемената који насељавају ово подручје. Територија Србије је као централна област Балкана од посебног значаја јер се на њој сусрећу биолошки ентитети централне Европе, Мале Азије, Медитерана и северне Африке. Ово подручје је због тога проглашено „центром европског биодиверзитета“. Захваљујући својој позицији и богатству флористичких елемената, диверзитет инсеката (Insecta) на територији Србије је изузетно богат. Ово пружа могућност проучавања њиховог утицаја на бројност популација биљака које представљају проблем у екосистемима или имају економски значај. Употреба инсеката у сузбијању алохтоних или аутохтоних инвазивних врста до бројности која је испод прага економске штетности представља основни принцип у класичној и инундацивној биолошкој контроли штетних организама. Богатство ентомофауне чини територију Србије веома привлачном за реализацију истра-

---

\* Институт за заштиту биља и животну средину, tosevski\_ivo@yahoo.com; oliverk13@yahoo.com; jovic\_biolab@yahoo.com

\*\* Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, magud@agrif.bg.ac.rs

\*\*\* Српска академија наука и уметности, radmila.petanovic@sanu.ac.rs

живања из области биолошке контроле. Ово је посебно важно у времену значајних климатских промена и интензивне размене биота као директне последице глобалног повећања обима трговине између држава. До сада су са територије Србије у циљу биолошког сузбијања корова евроазијског порекла реализована истраживања којима је било обухваћено неколико десетина фитофагних врста инсеката најчешће из фамилија Curculionidae, Chrysomelidae, Cerambycidae, Vuprestidae, Noctuidae, Geometridae, Cosmopterigidae и Anthomyiidae. Поред инсеката, ериофиде (Acari: Eriophyoidea) као најразноврснија група фитофагних гриња се пре свега због монофагије, разматрају и истражују као кандидати класичне биолошке контроле корова. Од преко 50 врста које се у свету наводе као кандидати, Србију настањује око 50% што је чини значајним ресурсом за ту намену. У раду се износе примери евидентирања и проучавања врста инсеката и ериофида за примену у Европи и на другим континентима.

*Кључне речи:* инсекти, ериофиде, биолошка контрола, корови, монофагија, Србија

## УВОД

У релативно кратком историјату истраживања фитофагних инсеката у Србији који су од значаја за биолошко сузбијање инвазивних корова евроазијског порекла, истраживачи биолошке лабораторије Института за заштиту биља у Земуну (садашњи Институт за заштиту биља и животну средину) могу се сврстати у дојане ових истраживања на ширем европском, па и светском простору. Кадровска политика коју је од самог почетка, средином прошлог века, осмислио први директор и оснивач Института за заштиту биља, проф. др. Guido Nonveiller, била је усмерена у правцу формирања интердисциплинарних истраживача са биолошким и агрономским профилем образовања. То је резултирало оснивањем Одсека за биолошко сузбијање штеточина још давне 1954. године, првог такве врсте у Европи, са специфичном логистиком која је потребна за ову врсту истраживања. Захваљујући оваквом приступу, Институт за заштиту биља је постао водећа научна установа у земљи за истраживања агро-биодиверзитета, односно пионир у истраживањима биоколошких интеракција од значаја за развој биолошке контроле штетних организама, у то време, потпуно нове биолошке дисциплине. Ово је резултирало првом појавом билатералних истраживачких пројеката између института, других научноистраживачких установа у тадашњој Југославији и USDA (United States Department of Agriculture), који су пре свега били засновани на принципима класичне биолошке контроле штетних организама. У периоду од 1967. до 1974. године у Србији су реализована истраживања у оквиру пројекта биолошког сузбијања *Linaria dalmatica* (Plantaginaceae) и *Salvia aethiops* (Lamiaceae) под називом “Project 480: Europe: Yugoslavia

E30-Ent-12 – Distribution and natural enemies of the weeds Dalmatian toadflax (*Linaria dalmatica* Mill) and Mediterranean sage (*Salvia aethiopsis* L.) in Yugoslavia”. У каснијем периоду подржано је још неколико пројеката од стране USDA: Elaboration of protective measures for agricultural crops against parasitic phanerogams belonging to the genera *Cuscuta* and *Orobancha* (parasitic herbs – dodders and broomrape) (1968–1971), Biological control of terrestrial and aquatic weeds and pests of crop plants (1977–1983), Biological control of insects and weeds (1981–1986), Biocontrol of Yugoslavian and North American weeds with insects, pathogens and other biotic agents (1988–1990, 1991). Поред *L. dalmatica*, и *S. aethiops* [1], истраживања су била усмерена у циљу изналажења потенцијалних фитофагних инсеката за сузбијање инвазивних корова на северноамеричком континенту, пре свега *Myriophyllum spicatum* L. (Haloragaceae) [2] *Carduus nutans* [3], *Carduus acanthoides*, *Cirsium arvense*, *Centaurea solstitialis* [4,5], *Centaurea maculosa* (Asteraceae), *Euphorbia cyparissias* и *Euphorbia virgata* (Euphorbiaceae) [6].

Од самог почетка примене инсеката као биолошког средства за сузбијање инвазивних корова, услови и методи истраживања пролазили су кроз неколико фаза прилагођавања и усавршавања у односу на захтеве очувања аутоктоног биодиверзитета у подручјима где биолошки агент треба да изврши свој утицај. У почетку, утицај инсеката на циљни коров је био од пресудног значаја приликом оцењивања ефикасности изабраног фитофага. У каснијој фази, развија се критички однос према употреби инсеката, односно истраживања потенцијалних биолошких агената постају комплекснија у циљу сагледавања свих биоэколошких интеракција које потенцијални биолошки агент може да оствари са осталим биљним врстама средине, како у свом нативном ареалу, тако и, после интродукције, у новој средини [7, 8]. Како је спектар потенцијалних интеракција биолошког агента и средине изузетно широк, тестови погодности изабраног биолошког агента су веома разноврсни, а сами инсекти пролазе кроз дуготрајан процес ригорозних тестирања и евалуација у циљу избегавања негативних еколошких и/или економских последица [9].

Инвазивне алохтоне врсте проузрокују значајну штету по животну средину у различитим екосистемима на глобалном нивоу. Класична биолошка контрола (намерно испуштање природних непријатеља егзотичних штеточина ради њихове контроле) представља важно средство у интегралној заштити биља и животне средине. Дугорочно, финасирање оваквих пројеката сматра се пре свега економски оправданим, при чему се уложена средства вишеструко враћају кроз кумулативне ефекте контроле штетних организама [10]. Међутим, иако је безбедност примене биолошких агената за контролу штетних организама последње две деценије значајно повећана, иста је и даље предмет дебате у смислу еколошке релевантности утицаја на нециљне организме. Једна од најкритичнијих тачака дебате јесте питање да ли су и у ком обиму тестови специфичности потенцијалних биолошких

агената према биљци домаћину корисни у процени потенцијалног ризика по нативну флору подручја у ком се врши интродукција.

Глобализација и интензивна робна размена између држава, допринеле су размени биота из различитих зоогеографских подручја, које често, ако дође до прилагођавања новој средини, представљају реалну претњу за локалне екосистеме. Овај проблем је јасно препознат на Конференцији о животној средини и одрживом развоју (UNCED, Rio de Janeiro, 1992) где су се лидери земаља из целог света сложили да је примарни циљ светског развоја у 21. веку заштита животне средине и одрживи развој. У агенди 21 (поглавље 14), биолошка контрола је препозната као метод избора у сузбијању штетних организама [11].

Биолошка контрола подразумева регулисање густине популација штетног организма, испод економског или еколошког прага штетности, применом природних непријатеља датог организма [12]. Циљ биолошке контроле корова је редуковање популације корова испод економског или еколошког прага штетности, а са друге стране, омогућавање дуготрајне стабилности између популација природних непријатеља и корова, односно одржавање еколошке хомеостазе у биолошком систему путем различитих регулаторних механизма [13]. У контексту биолошке контроле, хомеостаза зависи од било којег утицаја који може ограничити експлоатацију ресурса штетног организма од стране агента. Главни концепт на коме се заснива класична биолошка контрола је коришћење популационе екологије природног непријатеља у контроли инвазивне врсте. Како би се избегли неуспеси у примени овог концепта, развијена је одговарајућа методологија предвиђања која је првенствено заснована на еколошким критеријумима [14].

## ИНСЕКТИ ПОРЕКЛОМ ИЗ СРБИЈЕ ОД ЗНАЧАЈА ЗА БИОЛОШКУ КОНТРОЛУ КОРОВА

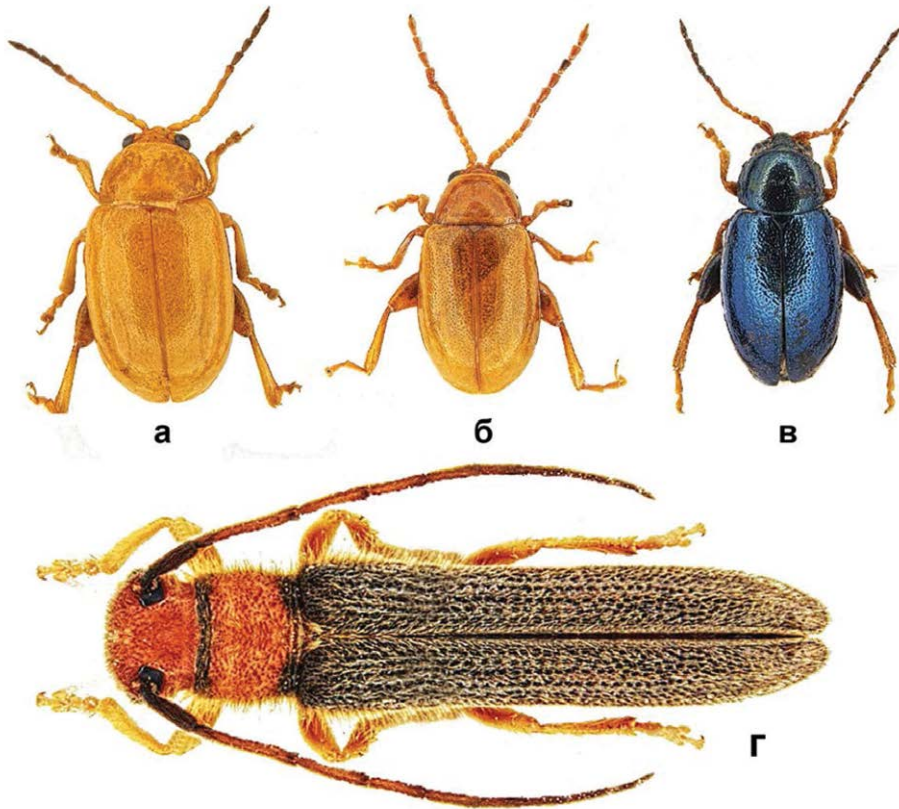
*Истраживања до 1992. године*

Истраживања реализована у оквиру USDA Project 480 резултирала су интродукцијом појединих врста инсеката пореклом из Србије на подручје северне Америке (табела 1). Након провере њиховог утицаја на циљне инвазивне корове и спроведених тестова специфичности развића ларви, интродуковане су врсте *Sphenoptera jugoslavica* за биолошко сузбијање *Centaurea diffusa* (Asteraceae) [15], *Hylas euphorbiae* [16], *Oberea erythrocephala* (Schrank) [17] (слика 1), *Pegomya euphorbiae* и *P. curticornis* (Diptera: Anthomyiidae) [18] за биолошко сузбијање инвазивних млечика *Euphorbia esula*, *E. cyparissias* и *E. virgata*. Од посебног значаја за биолошку контролу инвазивних млечика на територији северне Америке била је интродукција неколико врста бубача из рода *Aphthona* (Coleoptera:

Chrysomelidae), *A. lacertosa*, *A. nigris-cutis* и *A. flava* [19] (слика 1). За сузбијање *Centaurea diffusa* и *Centaurea maculosa* интродуковане су две врсте сурлаша: *Larinus obtusus* и *L. minutus* (Coleoptera: Curculionidae) [20]. Лисни дефолијатор *Calophasia lunula* (Lepidoptera: Noctuidae) интродукована је у циљу контроле *Linaria dalmatica* и *L. vulgaris* (Plantaginaceae) [21].

Табела 1. Биолошки агенти пореклом из Србије који су интродуковани у циљу биолошког сузбијања инвазивних корова евроазијског порекла у Северној Америци до 1990. године

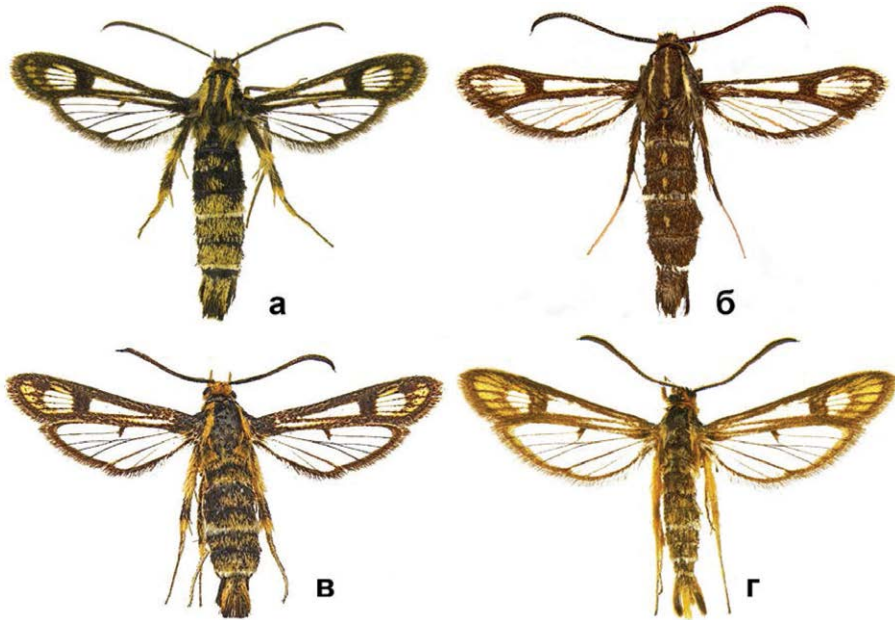
Име циљног корова (фамилија)	Име биолошког агента (ред, фамилија)	Локације у Србији
<i>Centaurea diffusa</i> (Asteraceae)	<i>Sphenoptera jugoslavica</i> Obenberger, 1926 (Coleoptera, Buprestidae)	Војводина
<i>Centaurea maculosa</i> (Asteraceae)	<i>Larinus obtusus</i> Gyllenhal, 1835 (Coleoptera, Curculionidae) <i>Larinus minutus</i> Gyllenhal, 1835 (Coleoptera, Curculionidae)	западна Србија јужна Србија
<i>Euphorbia cyparissias</i> (Euphorbiaceae)	<i>Hylas euphorbiae</i> (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera, Sphingidae) <i>Oberea erythrocephala</i> (Schrank, 1776) (Coleoptera, Cerambycidae) <i>Pegomya euphorbiae</i> (Kieffer, 1909) (Diptera: Anthomyiidae) <i>Aphthona flava</i> Guillebeau, 1894 (Coleoptera, Chrysomelidae)	Војводина, источна Србија
<i>Euphorbia esula</i> (Euphorbiaceae)	<i>Hylas euphorbiae</i> (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera, Sphingidae) <i>Oberea erythrocephala</i> (Schrank, 1776) (Coleoptera, Cerambycidae) <i>Pegomya curticornis</i> (Stein, 1916) (Diptera: Anthomyiidae) <i>Aphthona nigriscutis</i> Foudras, 1860 (Coleoptera, Chrysomelidae)	Војводина, источна Србија
<i>Euphorbia virgata</i> (Euphorbiaceae)	<i>Hylas euphorbiae</i> (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera, Sphingidae) <i>Oberea erythrocephala</i> (Schrank, 1776) (Coleoptera, Cerambycidae) <i>Aphthona lacertosa</i> (Rosenhauer, 1847) (Coleoptera, Chrysomelidae)	Војводина, источна Србија
<i>Linaria vulgaris</i> (Plantaginaceae)	<i>Calophasia lunula</i> (Lepidoptera, Noctuidae)	Војводина, источна Србија
<i>Linaria dalmatica</i> (Plantaginaceae)	<i>Calophasia lunula</i> (Lepidoptera, Noctuidae)	Војводина, источна Србија



Слика 1. Инсекти пореклом из Србије од значаја за биолошку контролу корова до 1992. године: а – *Aphthona flava*; б – *Aphthona nigriscutis*; в – *Aphthona lacertosa*; г – *Oberea erythrocephala*

#### Истраживања до 2000. године

У периоду између 1990–1999. године на територији Србије је истраживана биолошка ефикасност ризофагних врста стаклокрилаца (Sesiidae: Lepidoptera) чије су ларве у асоцијацији са различитим врстама из рода *Euphorbia* [22]. Као биолошки агенти интродуковане су врсте *Chamaesphracia hungarica* и *Ch. crassicornis* за сузбијање *Euphorbia virgata* и *Ch. astatiformis* за сузбијање *E. esula* [23] (слика 2). Два мољца из фамилије Cosmopterigidae, *Eteobalea serratella* и *E. intermediella*, чије се ларве развијају у корену *Linaria vulgaris* и *Linaria genistifolia*, интродуковане су у циљу контроле северноамеричких популација *L. vulgaris* и *L. dalmatica* [24] (табела 2).



Слика 2. Инсекти пореклом из Србије од значаја за биолошку контролу корова до 2000. године: а – *Chamaesphecia hungarica*; б – *Chamaesphecia crassicornis*; в – *Chamaesphecia empiformis*; г – *Chamaesphecia astatifformis*

У овом периоду вршена су истраживања фитофагних инсеката за контролу популација европског корова *Synoglossum officinale* (Boraginaceae). Од посебног интереса су били сурлаши из рода *Mogulones*, *M. cruciger* и *M. trisignatus* (Gyllenhal, 1837), а у каснијој фази истраживања и врста *M. borraginis* (Fabricius, 1792) као и ризофагна мува *Cheilosia pascuorum* Becker, 1894 (Diptera, Syrphidae). После опсежних испитивања специфичности у односу на друге биљке домаћине, у северну Америку је интродукована само врста *M. cruciger* [25].

Табела 2. Биолошки агенти пореклом из Србије који су интродуковани у циљу сузбијања инвазивних корова евроазијског порекла у северној Америци између 1990. до 2000. године

Име циљног корова (фамилија)	Име биолошког агента (ред, фамилија)	Локације у Србији
<i>Euphorbia cyparissias</i> (Euphorbiaceae)	<i>Chamaesphecia empiformis</i> (Esper, 1783) (Lepidoptera, Sesiidae)	Војводина, источна Србија
<i>Euphorbia esula</i> (Euphorbiaceae)	<i>Chamaesphecia astatifformis</i> (H-Schaffer, 1846) (Lepidoptera, Sesiidae)	Војводина, источна Србија

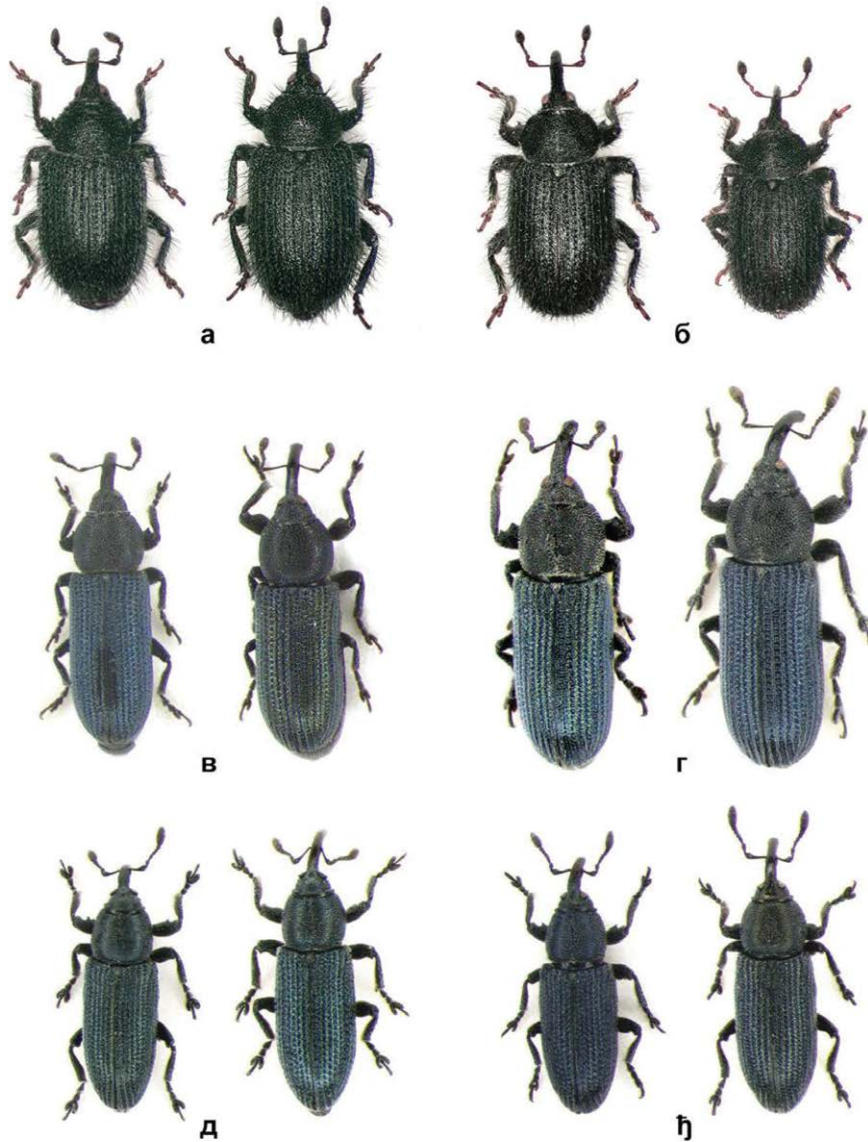
Име циљног корова (фамилија)	Име биолошког агента (ред, фамилија)	Локације у Србији
<i>Euphorbia virgata</i> (Euphorbiaceae)	<i>Chamaesphecia crassicornis</i> Bartel, 1912 (Lepidoptera, Sesiidae) <i>Chamaesphecia hungarica</i> Tomala, 1901 (Lepidoptera, Sesiidae)	Војводина, источна Србија
<i>Linaria vulgaris</i> (Plantaginaceae)	<i>Eteobalea serratella</i> (Treitschke, 1833) (Lepidoptera, Cosmopterigidae)	источна Србија
<i>Linaria dalmatica</i> (Plantaginaceae)	<i>Eteobalea intermediella</i> (Riedl, 1966) (Lepidoptera, Cosmopterigidae)	Нови Београд
<i>Cynoglossum officinale</i> (Boraginaceae)	<i>Mogulones cruciger</i> (Herbst, 1784) (Coleoptera, Curculionidae)	Војводина, јужни Банат

### Истраживања после 2000. године

Примена нових метода у биолошкој контроли корова алохтоног порекла значајно је променила прецизност и поузданост у сагледавању односа између биолошког агента и коровске врсте која је предмет сузбијања. Ово је последица и нагомиланог искуства са биолошким агентима који су интродуковани у претходном периоду. Нова сазнања у вези специфичних интеракција које постоје на нивоу инсект-биљка домаћин ставила су у први план популационо-генетичке особености биолошког агента и циљног корова [26]. Услед тога је ниво сагледавања интеракција у овим системима данас сведен чак до нивоа специфичности локалних популација агента. Развој молекуларних метода је снажно утицао на прецизност сагледавања особености популација инсеката као потенцијалних биолошких агената. Сазнања о релативно честом процесу криптичне специјације [27] и специјализацији популација унутар једног таксона [28], допринела су већој безбедности у тумачењу резултата приликом тестирања специфичности агента у односу на остале биљке из његовог окружења.

Фокус истраживања инсеката пореклом из Србије, као потенцијалних агената у биолошкој контроли, у последњих петнаест година је био усмерен на сложене популационо-генетичке односе рилаша у асоцијацији са инвазивним биљним врстама из рода *Linaria*. Поред решавања озбиљних методолошких проблема у раду са рилашима из родова *Mecinus* и *Rhinusa* (слика 3), на популационом нивоу истраживања су указала на необично високу генетску дивергентност која је код поменутих врста у директној зависности од биљке домаћина [29]. Популационо-генетичка истраживања рилаша из наведених родова резултовала су повећањем броја потенцијалних агената за биолошку контролу инвазивних врста *Linaria* [30, 31, 32]. У оквиру врсте *Mecinus janthinus* Germar, 1821 опи-





Слика 3. Инсекти пореклом из Србије од значаја за биолошку контролу корова после 2000. године: а – *Rhinusa pilosa*; б – *Rhinusa rara*; в – *Mecinus janthinus*; г – *Mecinus janthiniformis*; д – *Mecinus peterharrisi*; њ – *Mecinus laeviceps*

сана је криптична врста *Mecinus janthiniformis* Toševski & Caldara, 2011, која је у асоцијацији са *Linaria dalmatica* и *L. genistifolia*. Унутар *Mecinus heydenii* комплекса врста, описана је врста *Mecinus peterharrisi* Toševski & Caldara, 2013 са *L. dalmatica* и подврста *Mecinus laeviceps* ssp. *meridionalis*

Toševski & Jović, 2013 са *L. genistifolia* из источне Србије и Бугарске. Број потенцијалних врста за биолошко сузбијање инвазивних корова рода *Linaria* повећан је после популационо-генетичких истраживања галиколне врсте *Rhinusa pilosa* (Gyllenhal, 1838) која је у асоцијацији са *L. vulgaris*. Том приликом је описана је врста *Rhinusa rara* Toševski & Caldara, 2015, која је у асоцијацији са *L. genistifolia* и *Linaria dalmatica* из источне Србије, Мађарске и јужне Русије. Све новоописане врсте се налазе у процесу оцене биолошке погодности за сузбијање инвазивних *Linaria* у северној Америци. Током 2014. године, у северозападну Канаду је интродукована и успешно одомаћена галиколна врста *Rhinusa pilosa*.

## ФИТОФАГНЕ ГРИЊЕ ИЗ НАДФАМИЛИЈЕ ERIOPHYOIDEA У ФАУНИ СРБИЈЕ, КАНДИДАТИ КЛАСИЧНЕ БИОЛОШКЕ КОНТРОЛЕ КОВОРА

*Кратак историјат и актуелна истраживања  
биолошке контроле ериофидама*

Ериофиде (Asari: Eriophyoidea су најразноврснија група фитофагних гриња која данас броји око 5000 номиналних врста [33]. Већ више деценија се ове гриње разматрају као потенцијални агенси класичне биолошке контроле корова пре свега због високог степена специфичности за домаћина као и способности да утичу на смањење конкуритивне способности и виталности циљаних врста корова [34]. На основу расположивих литературних података [35] процењено је да скоро 80% ериофида паразитира на једној биљној врсти, а чак 99% на биљним врстама у оквиру једне фамилије. Још је Стонгоу [36], када је међу првима истакао значај ових гриња у биолошкој борби против корова, навео поред монофагије низ особина које ову групу чине погодном за биолошку борбу против корова као што су могућност дисперзије ветром, селективна преферентност за поједине биљне органе, како вегетативне тако и генеративне, велику густину популација, мале димензије које омогућавају да се велики број индивидуа смести на малом простору, кратак животни циклус, већи број генерација годишње, а такође и могућност да се користе са другим агенсима, инсектима или микроорганизмима са којима нису у конкуренцији. Исти аутор [37] је успоставио такозвани “scoring” или бодовни систем за процену потенцијалне ефикасности гриња у биолошкој контроли корова који обухвата 12 категорија. Истичући значај ове групе гриња Andres [38] је истакао да већина врста утиче на формирање гала и тиме делују на биљку изазивајући промене у метаболизму, снижавањем, преусмеравањем и „заробљавањем“ материја есенцијалних за њен раст и репродукцију. У последњој деценији 20. века

објављена је, често цитирана, листа ериофида – кандидата биолошке контроле на основу резултата седмогодишњих истраживања у Пољској и тадашњој Југославији (претежно Србији и Црној Гори) [39]. Исте године је објављен прегледни рад [40] у коме су анализирани до тада познати случајеви класичне биолошке контроле корова. Анализирано је 8 врста од којих су три, *Aceria chondrillae* (Can.), *A. malherbae* (Nuzz.) и *Aculus hyperici* (Liro) биле интродуковане и засновале су популације у Северној Америци, односно Аустралији. Поред тога посебно детаљно је проучавана аутохтона америчка врста *Phyllocoptes fructiphilus* K., за биолошку контролу *Rosa multiflora* Thunb. која је раних 1800-их интродукована као украсна из Јапана, Кине и Кореје у Северну Америку, а која је средином 20. века постала коров [41]. У најновијем прегледном раду који се тиче ове тематике [34], анализирани су до тада познати примери коришћења ериофида у контроли корова, посебно, њихова ефикасност. Анализа је обухватила 13 врста које су подвргнуте извесном степену евалуације пре интродукције и испуштања у нове просторе. Само пет врста, *Aceria genistae* (Nalepa), *Aceria* sp. (вероватно *A. neseri* Smith Meyer), *A. lantanae* (Cook), *Cecidophyes rouhollahi* Craemer и *Floracarus perrepaе* Knihinicki and Boczek, су од почетка 2000-их, биле потврђене за интродукцију и испуштање. *A. genistae* је засновала популације у Аустралији и Новом Зеланду, *A. neseri* (?) у Аустралији, *A. lantanae* је била премештена и засновала је популације у САД, *C. rouhollahi* је безуспешно интродукована у Канаду, а *F. perrepaе* је успешно интродукована и засновала је популације у САД [42]. Последњих неколико година *Aceria acroptiloni* Shevchenko & Kovalev која је одавно позната као потенцијални агенс биолошке контроле коровске врсте *Rhaponticum repens* (L.) и која је била увезена у Украјину 1973. и Узбекистан 1997. редистрибуцијом, [42] проучава се са циљем да се увезе у Северну Америку. Ова врста према истраживањима Schaffner et al. [43] има много већи утицај на овај коров од било које хербиворне врсте. Различитим експерименталним приступима констатовано је да напад ове гриње редукује биомасу *R. repens* 40–75 %, број цветних главица за 60–80 % а продукцију семена за 95–98 % [44]. У последње време номиновани су међу ериофидама нови кандидати биолошке контроле корова *Aceria eleagnicola* Farkas, и *A. angustifoliae* Denizhan, Monfreda, de Lillo et Çobanoglu за *Eleagnus angustifolia* L., *M. rapistri*, Carmona за *Isatis tinctoria* L., *Metaculus lepidifolii* Monfreda and de Lillo, за *Lepidium latifolium* L., *Aculodes* sp.n ? за *Taeniaterum caput-medusae* (L.) Nevski, *Aculodes* c.f. *dubius*, за *Bromus tectorum* L., у САД, као и *Aceria artemisiifoliae* Vidović et Petanović за *Ambrosia artemisiifolia* L. и *Aculops mosoniensis* Ripka за *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle у Европи. Као још увек актуелни кандидати биолошке контроле *Lepidium draba* L. и *Cirsium arvense* (L.) Scop., проучавају се комплекси врста *A. drabae* (Nal.) s. l. и *Aceria anthocoptes* (Nal.) s. l. [45].

*Ериофиде у фауни Србије потенцијални  
кандидати биолошке контроле корова –  
резултати досадашњих и актуелна истраживања*

Проучавања ериофида као потенцијалних кандидата биолошке борбе против корова започела су у Србији већ почетком 1980-их, са циљем да се пре свега открију врсте за потребе класичне биолошке контроле на другим просторима (континентима) али и конзервационе, односно инундационе биолошке борбе у Србији. До сада је у Србији откривено око 100 врста ериофида које насељавају различите врсте корова у агроекосистемима, на рудералним стаништима, ливадама и пашњацима и у шумама. Подаци о евидентираним врстама могу се наћи у радовима [39], [46], [47], [48]. На листи од преко 50 врста ериофида које су за ову намену у скорије време разматране у свету [34], на територији Србије је забележено око 50% наведених врста. Најновијим истраживањима откривене су и/или описане нове врсте, па је број потенцијално значајних врста повећан. На основу великог броја врста, које насељавају корове, може се закључити да Србија представља значајан ресурс ериофида као потенцијалних кандидата биолошке контроле корова.

Први рад у коме су евидентирани ериофиде на неким коровским биљним врстама у околини Београда објављен је почетком 1980-их [49]. Крајем 1980-их започела су проучавања специфичности за домаћина врсте *Epirimerus taraxaci* Liro [50]. Да би се омогућила биолошка контрола интродукованог корова *Geranium dissectum* L. иницирана су од стране Southern Insect Management Laboratory, USDA – ARS прелиминарна истраживања у Европи (Србији, Италији и Пољској) почетком 1990-их, а као резултат описне су три нове врсте, из сваке земље по једна [51], [52]. Потенцијални пројекат са USDA–ARS започет прелиминарним истраживањима почетком 1990-их, а који се односио на кандидате биолошке контроле *Euphorbia* spp. резултирао је евидентирањем шест потенцијалних кандидата и описом 4 нове врсте за науку, као и детаљним проучавањима морфологије и биоекологије ериофида на млечикама. Резултати су објављени у већем броју радова од којих се овом приликом наводе [53], [54], [55], [39]. Поменута истраживања настављена су у оквиру националних пројеката јер је у том периоду Србија била под санкцијама које су обухватиле и научну сарадњу.

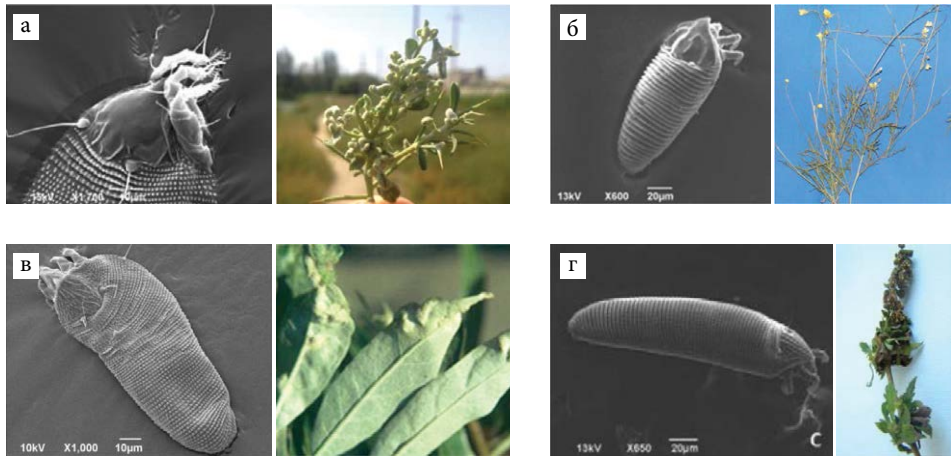
Истраживања у оквиру ове тематике настављена су и интензивирани пре више од једне деценије у оквиру међународних пројеката и/или споразума о сарадњи са међународним организацијама CAB International, USDA–ARS, European Biological Control Laboratory (EBCL), Landcare Research New Zealand Ltd (табела 3).

Табела 3. Списак изабраних врста ериофида, забележених и проучаваних у Србији од 2000. године за потребе класичне биолошке контроле корова

Врста ерифида	Врста корова
<i>Aculops mosiniensis</i> Ripka	<i>Ailanthus altissima</i>
<i>Aceria artemisiifoliae</i> Vidović & Petanović	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>
<i>Aceria anthocoptes</i> (Nal.)	<i>Cirsium arvense</i>
<i>Aceria vitalbae</i> (Can.)	<i>Clematis vitalba</i>
<i>Leipotrix dipsacivagus</i> Petanović & Rector	<i>Dipsacus lacinatus</i>
<i>Aculops euphorbiae</i> (Petanović)	<i>Euphorbia seguierana</i>
<i>Aceria eleagnicola</i> Farkas	<i>Eleagnus angustifolia</i>
<i>Aceria angustifoliae</i> Denizhan, Monfrda, Lillo&Cobanoglu	<i>Eleagnus angustifolia</i>
<i>Metaculus diplotaxi</i> Petanović et Vidović	<i>Diplotaxis tenuifolia</i>
<i>Aculodes</i> c.f. <i>dubius</i>	<i>Bromus tectorum</i>
<i>Aculodes altamurgiensis</i> de Lillo & Vidović	<i>Taeniaterum caput-medusae</i>

Посебно су детаљно проучаване врсте *Aceria anthocoptes* (Nal.) и *Leipotrix dipsacivagus* Petanović et Rector. Анализиран је утицај на биљне врсте домаћина на морфолошком и анатомском нивоу, у пољским и експерименталним условима, детаљно су описани симптоми, животни циклус и густина популација, као и фенетичка варијабилност у односу на различите домаћине и географско распрострањење и указано је на откриће криптичких врста [56], [57], [58], [59], [60], [61].

Актуелни пројекти на којима се ради у Србији у сарадњи са наведеним међународним лабораторијама обухватају истраживања таксономског статуса и употребљивости *Aceria acroptiloni* Kovalev et Shevchenko [62] у класичној биолошкој контроли *Rhaponticum repens* (L.) Hidalgo и погодности *Metaculus lepidifolii* Monfreda et de Lillo у класичној биолошкој контроли *Lepidium latifolium* L. Поменуте врсте ериофида су пореклом из Ирана, Јерменије, Турске, Грузије, Италије, а у нашим лабораторијама Катедре за ентомологију и пољопривредну зоологију Пољопривредног факултета Универзитета у Београду и Института за заштиту биља и животну средину Београд, обавља се поуздана идентификација материјала из пољских и лабораторијских тестова специфичности, као и молекуларна карактеризација. Такође је у току описивање нове врсте *Aceria* sp. n. пореклом из Ирана, Јерменије, Узбекистана и Турске са корова *Alhagi*



Слика 4. SEM фотографије ериофида и симптоми на биљкама домаћинима:  
 а – *Aceria* sp.; *Alhagi maurorum* б – *Metaculus diplotaxi*; *Diplotaxis tenuifolia* в – *Aceria angustifoliae*; *Eleagnus angustifolia* г – *Aceria artemisiifoliae*, *Ambrosia artemisiifolia*

*maurorum* Medik (слика 4а), ревизија таксономског статуса *Metaculus rapistri* Carmona са биљних врста *Isatis tinctoria* L. из Турске и *Rapistrum rugosum* (L.) All. са типског локалитета из Португала, за које су већ урађене морфометријске анализе и добијене секвенце COI mt DNA које указују на специјске разлике. Поред тога из комплекса фенетички сличних врста рода *Metaculus*, описана је са коровске врсте *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. нова врста за науку *Metaculus diplotaxi* Petanović et Vidović [63] (слика 4б). У току су морфометријска и молеркуларна испитивања и тестови специфичности за домаћина врста *Aceria eleagnicola* Farkas и *Aceria angustifoliae* Denizhan, Monfreda, Lillo & Cobanoglu, пореклом из Србије (слика 4в). Врсте *Aculodes* cf. *dubius* и *Aculodes altamurgiensis* de Lillo & Vidović присутне у фауни Србије, Бугарске и Италије, испитују се као потенцијални агенси биолошке борбе против *Anisantha* (syn. *Bromus*) *tectorum* (L.), односно *Taeniaterum caput-medusae* (L.) Nevski, нових корова за биолошко сузбијање у Северној Америци.

Будући да је *Ambrosia artemisiifolia* L. најважнији алохтони инвазивни коров у Европи, да је полен ове биљне врсте опасан алерген, да је поред тога значајна као сегетални коров који окупира и непољопривредно земљиште, а изгледа јој погодују и климатске промене, предузете су активности које се односе на одрживо управљање овом врстом у Европи у оквиру FE COST Action FA 1203. Прелиминарним истраживањима у Србији пронађена је и описана нова врста за науку *Aceria artemisiifoliae* Vidović & Petanović, (слика 4г) која је вероватно ненамерно интродукована са домаћином, чије особине указују на могућност примене у биолошкој контроли [64]. Кисело дрво *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle је такође

још једна алохтона врста на којој је недавно у Мађарској описана нова врста ериофиде *Aculops mosiniensis* Ripka [65]. На киселом дрвету су у Италији и Србији регистровани симптоми увијања и опадања листова које изазивају густе популације ове гриње. У току су детаљнија истраживања специфичности *A. artemisiifoliae* за домаћина и утицаја *A. mosiniensis* на *Ailanthus altissima*.

## ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Србија има изузетне потенцијале за истраживања фауне инсеката и ериофида од значаја за класичну биолошку контролу корова евроазијског порекла, који су означени као инвазивни у другим биогеографским подручјима. То се јасно види кроз програме класичне биолошке контроле који су у Србији покренути још крајем шездесетих година прошлог века. Програми биолошке контроле инвазивних егзотичних корова су по правилу дуготрајни, при чему су од суштинског значаја истраживања фитофагних особности изабраног биолошког агента и оцењивање нивоа специфичности у односу на аутентичну биљку коју користи за своје развиће. Као пример треба напоменути да истраживања асоцијација фитофага са инвазивним коровима из рода *Linaria*, скоро у континуитету, трају од 1967. године до данас [1], [66].

Истраживања у вези са класичном биолошком контролом у Србији су углавном била повезана са пописом фитофагне фауне појединих корова и оцене погодности потенцијалних биолошких агената. До деведесетих година прошлог века Србија је била најзначајније европско подручје са којег је вршена интродукција инсеката за сузбијање инвазивних коровских врста у северној Америци. Преко 50 000 примерака *Aphthona flava* и *A. nigriscutis* са подручја Горњачке клисуре (Ждрело, Петровац на Млави) интродуковано је у периоду од 1985. до 1989. године у циљу биолошког сузбијања инвазивних врста млечика, пре свега *Euphorbia cyparissias*. У истом овом периоду интродуковано је више од 30 000 примерака врсте *Aphthona lacertosa* сакупљених са ширег подручја Кузмина (Срем) и Банатског Карловца (јужни Банат) у циљу сузбијања врсте *Euphorbia virgata*. Треба напоменути да је сузбијање инвазивних врста *Euphorbia*, уз помоћ врста из рода *Aphthona*, један од најуспешнијих програма класичне биолошке контроле у Северној Америци [67], при чему су популације инвазивних млечика у појединим областима сведене на свега 0.3–4%, од пређашњих 100% покривности пашњачких станишта.

Такође, можемо истаћи да је Србија важан ресурс гриња из надфамилије Eriophyoidea, потенцијалних кандидата превасходно класичне, али и аугментационе и конзервационе биолошке контроле корова и да је у досадашњим истраживањима добијено доста података који могу бити

основа за будући рад на овом пољу. То се нарочито односи на детаљнија систематска истраживања појединих врста спроведена у претходној деценији.

Истраживање потенцијалних агената за биолошку контролу инвазивних корова у непосредној је вези са разноврсношћу флоре и фауне фитофагних инсеката и гриња. Као централно подручје балканског рефугијума, Србија се, због свог положаја, наводи као „центар европског биодиверзитета“ на коме се сусрећу централноевропски, азијски и северноафрички флористички и фаунистички елементи [68], [69]. Овакво богатство диверзитета је последица бројних колонизација и реколонијација биота током Квартара, односно периода глацијације и интерглацијација [70], што је довело до изузетно изражене интраспецифичне дивергенције код многих фитофагних инсеката на територији Балкана, нарочито код монофагних врста које су својим развићем везане за једну биљну врсту. Са становишта биолошке контроле корова, интраспецифична генетска дивергенција популација одређеног фитофага представља додатни изазов у сагледавању потенцијалних могућности биолошког агента, што је од посебног значаја за сам процес истраживања и за касније оцењивања његове погодности у класичној биолошкој контроли инвазивних корова.

## РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] Bogavac, M., N. Mitić-Mužina (1972): Fitofagni insekti korovske flore roda *Linaria* i *Salvia* u Jugoslaviji. *Zaštita bilja*, 23, 217–230.
- [2] Lekić, M.(1970): Ekologija *Parapoynx stratiotata* L. (Pyrustidae, Lepidoptera) i njegova uloga u redukciji korova *Myriophyllum spicatum* L. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, god.XXIII, Sv.83:49–62. Beograd.
- [3] Taloši, B., R. Sekulić, T. Kereši, B. Manojlović, J. Igrc, M. Maceljiski, V. Žlof (1989): Investigations of entomofauna on *Carduus* genus (Asteraceae) plants in Yugoslavia. *Zaštita bilja*, 40 (4), 190: 393–408.
- [4] Manojlović, B., M. Maceljiski, J. Igrc, V. Žlof, R. Sekulić, B. Taloši i T. Kereši (1989a): The entomofauna complex registered on *Centaurea solstitialis* L. (Asteraceae). *Zaštita bilja*, 41 (2), 192: 141–149.
- [5] Manojlović B., I. Toševski (1990): Prilog proučavanju uticaja *Isocolus jaceae* (Sch.) (Hymenoptera, Cynipidae) na regulaciju gustine populacije *Centaurea solstitialis* L. (Asteraceae). *Zaštita bilja*, 41 (2), 192: 141–149.
- [6] Manojlović, B., R. Sekulić, B. Taloši, T. Kereši, M. Maceljiski, J. Igrc, V. Žlof (1989b): The insect fauna complex on *Euphorbia cyparissias* L. in Yugoslavia. *Zaštita bilja*, 0 (4), 190: 409–422.
- [7] Schaffner, U. (2001). Host Range Testing of Insects for Biological Weed Control: How Can It Be Better Interpreted? Data on the host range of



- biocontrol candidates are particularly relevant in assessing potential detrimental effects to nontarget organisms. *BioScience*, 51(11), 951–959.
- [8] Pearson, D. E., & Callaway, R. M. (2003). Indirect effects of host-specific biological control agents. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(9), 456–461.
- [9] Louda, S. M., Kendall, D., Connor, J., & Simberloff, D. (1997). Ecological effects of an insect introduced for the biological control of weeds. *Science*, 277(5329), 1088–1090.
- [10] Van Wilgen, Brian W., M. P. De Wit, H. J. Anderson, D. C. Le Maitre, I. M. Kotze, S. Ndala, B. Brown, and M. B. Rapholo (2004) Costs and benefits of biological control of invasive alien plants: case studies from South Africa. *South African Journal of Science*, 100, 113–122.
- [11] United Nations Conference on Environment & Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3–14 June 1992, AGENDA 21, 1–351.
- [12] Harris, P. (1993). Effects, constraints and the future of weed biocontrol. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 46(1), 289–303.
- [13] McEvoy, P. B. (1996). Host specificity and biological pest control. *BioScience*, 46(6), 401–405.
- [14] De Clerck-Floate, R., & Bouchier, R. S. (2000). *Ecological principles of biological control: from population theory to weed biocontrol practice*. In Proceedings international symposium on biological control of weeds. Montana State University, Bozeman, MT (pp. 517–520).
- [15] Zwölfer, H. (1976). Investigations on Sphenoptera (Chilostetha) jugoslavica Obenb.(Col. Buprestidae), a possible biocontrol agent of the weed Centaurea diffusa Lam.(Compositae) in Canada. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 80(1–4), 170–190.
- [16] Gassmann, A., & Schroeder, D. (1995). The search for effective biological control agents in Europe: history and lessons from leafy spurge (*Euphorbia esula* L.) and cypress spurge (*Euphorbia cyparissias* L.). *Biological Control*, 5(3), 466–477.
- [17] Schroeder, D. (1980). Investigations on Oberea erythrocephala (Schrank) (Col.: Cerambycidae), a possible biocontrol agent of leafy spurge, *Euphorbia* spp.(Euphorbiaceae) in Canada. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 90(1–5), 237–254.
- [18] Gassmann, A., & Shorthouse, J. D. (1990). Structural damage and gall induction by *Pegomya curticornis* and *Pegomya euphorbiae* (Diptera: Anthomyiidae) within the stems of leafy spurge (*Euphorbia pseudovirgata*)(Euphorbiaceae). *The Canadian Entomologist*, 122(03), 429–439.
- [19] Gassmann, A., Schroeder, D., Maw, E., & Sommer, G. (1996). Biology, ecology, and host specificity of European *Aphthona* spp.(Coleoptera, Chrysomelidae) used as biocontrol agents for Leafy Spurge, *Euphorbia esula* (Euphorbiaceae), in North America. *Biological control*, 6 (1), 105–113.

- [20] Sheley, R. L., Jacobs, J. S., & Carpinelli, M. F. (1998). Distribution, biology, and management of diffuse knapweed (*Centaurea diffusa*) and spotted knapweed (*Centaurea maculosa*). *Weed Technology*, 353–362.
- [21] De Clerck-Floate, R. A., & Harris, P. (2002). 72. *Linaria dalmatica* (L.) Miller, Dalmatian toadflax (Scrophulariaceae). *Biological Control Programmes in Canada, 1981–2000*, 368–374.
- [22] Toševski, I., Gassmann, A., & Schroeder, D. (1996). Description of European *Chamaesphecia* spp. (Lepidoptera: Sesiidae) feeding on *Euphorbia* (Euphorbiaceae), and their potential for biological control of leafy spurge (*Euphorbia esula*) in North America. *Bulletin of entomological research*, 86(06), 703–714.
- [23] Gassmann, A., & Toševski, I. (1994). Biology and host specificity of *Chamaesphecia hungarica* and *Ch. astatifformis* (Lep.: Sesiidae) two candidates for the biological control of leafy spurge, *Euphorbia esula* (Euphorbiaceae) in North America. *Entomophaga*, 39(2), 237–245.
- [24] Saner, K., Groppe, K., & Harris, P. (1990). *Eteobalea intermediella* Riedl and *E. serratella* Treitschke (Lep., Cosmopterigidea), Two Suitable Agents for the Biological Control of Yellow and Dalmation Toadflax in North America. International Institute of Biological Control, European Station, Delémont, Switzerland. Final Report. 37 p.
- [25] De Clerck-Floate, R., & Schwarzländer, M. (2002). Host specificity of *Mogulone cruciger* (Coleoptera: Curculionidae), a biocontrol agent for houndstongue (*Cynoglossum officinale*), with emphasis on testing of native North American Boraginaceae. *Biocontrol Science and Technology*, 12(3), 293–306.
- [26] Gaskin, J.F., Bon, M.C., Cock, M.J., Cristofaro, M., De Biase, A., De Clerck-Floate, R. Ellison, C.A., Hinz, H.L., Hufbauer, R.A., Julien, M.H. and Sforza, R., 2011. Applying molecular-based approaches to classical biological control of weeds *Biological Control*, 58(1), 1–21.
- [27] Bickford, D., Lohman, D.J., Sodhi, N.S., Ng, P.K., Meier, R., Winker, K., Ingram, K.K & Das, I. (2007) Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 22, 148–155.
- [28] Fumanal, B., Martin, J. F., Sobhian, R., Blanchet, A., & Bon, M. C. (2004). Host range of *Ceutorhynchus assimilis* (Coleoptera: Curculionidae), a candidate for biological control of *Lepidium draba* (Brassicaceae) in the USA. *Biological Control*, 30(3), 598–607.
- [29] Hernandez-Vera, G., Mitrović, M., Jović, J., Toševski, I., Caldara, R., Gassmann, A. & Emerson, B.C. (2010) Host associated genetic differentiation in a seed parasitic weevil *Rhinusa antirrhini* (Coleoptera:Curculionidae) revealed by mitochondrial and nuclear sequence data. *Molecular Ecology*, 19, 2286–2300.
- [30] Toševski, I., Caldara, R., Jović, J., Hernandez-Vera, G., Baviera, C., Gassmann, A. & Emerson, B.C. (2011) Morphological, molecular and

- biological evidence reveal two cryptic species in *Mecinus janthinus* Germar (Coleoptera, Curculionidae), a successful biological control agent of Dalmatian toadflax, *Linaria dalmatica* (Lamiales, Plantaginaceae). *Systematic Entomology*, 36, 741–753.
- [31] Toševski, I., Caldara, R., Jovi'c, J., Baviera, C., Hernandez-Vera, G., Gassmann, A. & Emerson, B.C. (2014) Revision of *Mecinus heydenii* species complex (Curculionidae): integrative taxonomy reveals multiple species exhibiting host specialization. *Zoologica Scripta*, 43, 34–51.
- [32] Toševski, I., Caldara, R., Jovi'c, J., Hernandez-Vera, G., Baviera, C., Gassmann, A. & Emerson, B.C. (2015). Host-associated genetic divergence and taxonomy in the *Rhinusa pilosa* Gyllenhal species complex: an integrative approach. *Systematic Entomology*, 40(1), 268–287.
- [33] Amrine, J. W. Jr. Catalog of the Eriophyoidea. A working catalog of the Eriophyoidea of the world. Ver. 1.0. [Internet]. 2003. Hosted at the Department of Entomology, Texas A&M University; [accessed 2009 March 05]. Available from: <http://insects.tamu.edu/research/collection/hallan/acari/eriphyidae>
- [34] Smith, L., E. De Lillo, and J.W. Amrine Jr. (2010). Effectiveness of eriophyid mites for biological control of weedy plants and challenges for future research. *Exp. Appl. Acarol.* 51:115–149.
- [35] Skoracka, A., Smith, L., Oldfield, G., Cristofaro, M. & Amrine, J. W. Jr (2010). Host-plant specificity and specialization in eriophyoid mites and their importance for the use of eriophyoid mites as biocontrol agents of weeds. *Exp. Appl. Acarol.* 51, 93–113.
- [36] Cromroy, L.H. (1979): Eriophyoidea in Biological Control of Weeds. In: Rodriguez J.G. ed. *Recent Advances in Acarology I*. Acad. Press. Inc. 473/475.
- [37] Cromroy, L.H. (1983): Potential Use of Mites in Biological Control of Weeds. In: Hoy, M.A., G.L.Cunningham, L. Knutson (eds.) *Biological Control of Pests by Mites*. University of California Press. Berkeley, pp. 61–66.
- [38] Andres, L.A. (1983): Considerations in the Use of Phytophagous Mites in Biological Control of Weeds. In: Hoy, M.A., G.L.Cunningham, L. Knutson (eds.) *Biological Control of Pests by Mites*. University of California Press. Berkeley, pp. 53–56.
- [39] Boczek, J. and R. Petanović (1996): Eriophyoid mites as agents for the biological control of weeds. In: Moron, V. C. and J. H. Hoffmann (eds.): *Proceedings on Biological Control of Weeds*, 19–26 Jan. 1996, Stellenbosch, South Africa, University of Cape Town, pp. 127–131.
- [40] Rosenthal, S.S. (1996): *Aceria*, *Epitrimerus* and *Aculus* species and biological control of weeds. In: Lindquist EE, Sabelis MW, Bruin J (eds) *Eriophyoid mites—their biology, natural enemies and control*, vol 6. Elsevier, Amsterdam, pp. 729–739. World Crop Pests.

- [41] Amrine, J.W.Jr. (1996): *Phyllocoptes fructiphilus* and biological control of multiflora rose. In: Lindquist, E.E., Sabelis, M.W., Bruin, J. (eds) *Eriophyoid mites—their biology, natural enemies and control*, vol 6. Elsevier, Amsterdam, pp. 741–749.
- [42] Winston, R.L., Schwarzländer, M., Hinz, H.L., Day, M.D., Cock, M.J.W., Julien M.H., Lewis, M. (2014): *Biological Control of Weeds. A World Catalogue of Agents and their Target Weeds*. 5<sup>th</sup> edition USDA Forest Service, Forest Health technology Enterprise Team, Morgantown, West Virginia, FHTET-2014-04, 838 pp.
- [43] Schaffner, U., Asadi, G., Chetverikov, P., Khamraev, A., Martins, A., Petanović, R., Rajabov, T., Vidović, B. and Cristofaro, M. (2015): *Biological control of Russian knapweed, Rhaponticum repens*. CABI Annual Report 2014, pp. 17.
- [44] Asadi, G., Ghorbani, R., Cristofaro, M., Chetverikov, P., Petanović, R., Vidović, B., Schaffner, U. (2014). The impact of the flower mite *Aceria acroptiloni* on the invasive plant Russian knapweed, *Rhaponticum repens* in its native range. *BioControl* 59:367375.
- [45] Vidović, B., Cristofaro, M., de Lillo, E., Hinz, H., Marini, F., Petanović, R., Rector, B., Schaffner, U., Simoni, S., Skoracka A., Smith, L. (2016): *Eriophyid mites in weed biological control programs: A review of their host plant specialization and behaviour*. ICE 2016b, the XXV International Congress of Entomology, under the theme *Entomology without Borders*. Orlando, Florida, USA, September, 25–30, 2016. Program book pp. 236., D3467. doi:1603/ICE.2016.115124.
- [46] Petanović, R. (1996). Eriofide (*Acari: Eriophyoidea*) agensi biološke borbe protiv korova osnove za primenu i dosadašnja iskustva. *Zaštita bilja* 47 (4), 218: 277–300.
- [47] Petanović, R., D. Smiljanić i B. Magud (1999): *Eriophyoid Mites as Potential Biological Control Agents of Meadow Weeds*. Proc. Intern. Symp. on Integrated Protection of Field Crops, 181–187.
- [48] Petanović, R., Z. Klokočar-Šmit, R. Spasić (2000). Biološka borba protiv korova II. Izbor agenasa, efikasni programi u svetu i rezultati istraživanja u našoj zemlji. *Acta Herbologica*, 9(2):5–26.
- [49] Petanović, R., K. Dobrivojević, J. Boczek i S. Lazić (1983). Eriofidne grinje (*Eriophyoidea: Acarina*) na korovskim biljkama u okolini Beograda. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 44, 156 (1983/4): 455–460.
- [50] Petanović, R. (1990). Host specificity and morphological variation in *Epitrimerus taraxaci* Liro (*Acarida: Eriophyoidea*). *Zaštita bilja*, 41 (4): 387–394.
- [51] Boczek, J. and R. Petanović (1993). Eriophyid mites of *Geranium* spp. (*Geraniaceae*) plants. II. Description of two new species. *Bull. of the Polish Acad. of Sciences. Biol. Sciences*. 41 (2): 401–404.

- [52] Petanović, R., E. Stadelbacher and J. Boczek (1993). Eriophyid mites (*Acari: Eriophyoidea*) on *Geranium* spp. (*Geraniaceae*): Redescription of three known species and description of a new species. *Annals of the Entomological Society of America*. 86 (4): 411–416.
- [53] Petanović, R. (1991). Two new species of Eriophyid mites (*Acarida: Eriophyoidea*) on leafy spurges (*Euphorbia* L.) from Yugoslavia. *Glasnik Prirodnjačkog muzeja u Beogradu*, B 46: 121–129.
- [54] Petanović, R. and E. de Lillo (1992). Two new *Vasates* species (*Acari: Eriophyoidea*) from Yugoslavia with morphological notes on *Vasates euphorbiae* Petanović. *Entomologica, Bari*, 27, 5: 5–17.
- [55] Bačić, J. and R. Petanović (1995): A study of fluctuations in the spurge Eriophyid mite, *Vasates euphorbiae* Pet. population. In: Kropczynska, D., J., Boczek, A. Tomczyk, eds. *The Acari. Physiological and Ecological aspects of Acari - Host Relationships*. Oficina Dabor, Warszawa, pp. 163–171.
- [56] Petanović, R., J. Boczek i B. Stojnić (1997): Taxonomy and Bioecology of Eriophyids (*Acari: Eriophyoidea*) Associated with Canada Thistle, *Cirsium arvense* (L.) Scop. *Acarologia*, t. XXXVIII, fasc. 2:181–191.
- [57] Rančić, D., B. Stevanović, R. Petanović, B. Magud, I. Toševski, A. Gassmann (2006). Anatomical injury induced by eriophyid mite *Aceria anthocoptes* on the leaves of *Cirsium arvense*. *Exp. Appl. Acarol.* 38:243–253.
- [58] Magud B, Stanisavljević Lj, Petanović, R (2007). Morphological variation in different populations of *Aceria anthocoptes* (*Acari: Eriophyoidea*) associated with the Canada thistle, *Cirsium arvense*, in Serbia. *Exp. Appl. Acarol.* 42:173–183.
- [59] Petanović, R. U., B. Rector (2007). A new species of *Leipothrix* (*Acari: Prostigmata: Eriophyidae*) on *Dipsacus* spp. in Europe and Reassignment of Two *Epitimerus* spp. (*Acari: Prostigmata: Eriophyidae*) to the Genus *Leipothrix*. *Annals of Entomological Society of America*, 100 (2):157–163.
- [60] Vidović, B., Stanisavljević, Lj. Petanović, R. (2010.). Phenotypic variability in five *Aceria* spp. (*Acari: Prostigmata: Eriophyoidea*) inhabiting *Cirsium* species (*Asteraceae*) in Serbia. *Exp. Appl. Acarol.* 52:169–181.
- [61] Pećinar, I., Stevanović, B., Rector, B.G., Petanović, R. (2011): Micro-morphological alterations in young rosette leaves of *Dipsacus laciniatus* L. (*Dipsacaceae*) caused by infestation of the eriophyid mite *Leipotrix dipsacivagus* Petanovic et Rector (*Acari: Eriophyoidea*) under laboratory conditions. *Arthropod-Plant Interactions*. 5:201–208.
- [62] Chetverikov P.E., Cristofaro M., E. de Lillo, Petanović R.U., Shaffner U., Vidovic B. (2012): *New taxonomical data on Aceria acroptiloni (Acari, Eriophyoidea), a potential biological control agent of the*

- weed Acroptilon repens*. Proceedings of the II international conference to commemorate professor M.A. Kozlov «Modern zoological studies in Russia and adjacent countries» / Eds. A.V. Dimitriev, L.V. Egorov, E.A. Sinichkin. – Russia, Cheboksary: Novoye vremya Press, 2012, 158–159.
- [63] Vidović, B., Cvrković, T., Marić, I., Chetverikov, P. E., Cristofaro, M., Rector, B. G., Petanović, R. (2015). A new *Metaculus* species (Acari: Eriophyoidea) on *Diplotax tenuifolia* (Brassicaceae) from Serbia: a combined description using morphology and DNA barcode data. *Annals of Entomological Society of America*. 108 (5):922–931.
- [64] Vidović, B., Cvrković, T., Rančić, D., Marinković, S., Cristofaro, M., Schaffner U., Petanović, R. (2016). Eriophyid mite *Aceria artemisiifoliae* n. sp. (Acari: Eriophyoidea) potential biological control agent of invasive common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia* L. (Asteraceae) in Serbia – morphology, molecular characterization, distribution, and impact on the host plant. *Systematic and Applied Acarology*. 21(7): 919–935.
- [65] Ripka, G. & Ćrsek, L. (2014) A New *Aculops* Species (Acari: Prostigmata: Eriophyidae) on *Ailanthus altissima* from Hungary. *Acta Phytopathologica and Entomologica Hungarica* 49(1), 49–56.
- [66] Sing, S.E., R. De Clerck-Floate, R.W. Hansen, H. Pearce, C.B. Randall, I. Toševski, & S.M. Ward (2015). Biology and Biological Control of Dalmatian and Yellow Toadflax. USDA Forest Service, Forest Health Technology Enterprise Team, Morgantown, West Virginia. FHTET-2015-03.
- [67] Kirby, D. R., Carlson, R. B., Krabbenhoft, K. D., Mundal, D., & Kirby, M. M. (2000). Biological control of leafy spurge with introduced flea beetles (*Aphthona* spp.). *Journal of Range Management*, 305–308.
- [68] Kulkarni, C., Peteet, D., Boger, R., & Heusser, L. (2016). Exploring the role of humans and climate over the Balkan landscape: 500 years of vegetational history of Serbia *Quaternary Science Reviews*, 144, 83–94.
- [69] Vigna Taglianti, A., Audisio, P.A., Biondi, M., Bologna, M.A., Carpaneto, G.M., De Biase, A., Fattorini, S., Piattella, E., Sindaco, R., Venchi, A. & Zapparoli, M. (1999). A proposal for a chorotype classification of the Near East fauna, in the framework of the Western Palearctic region. *Biogeographia*, 20, 31–59.
- [70] Taberlet, P., Fumagalli, L., Wust-Saucy, A. G., & Cosson, J. F. (1998). Comparativ phylogeography and postglacial colonization routes in Europe. *Molecular ecology*, 7(4), 453–464.

## INSECTS AND MITES IN THE FAUNA OF SERBIA – IMPORTANCE FOR THE CLASSICAL BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS

Ivo TOŠEVSKI, Oliver KRSTIĆ, Jelena JOVIĆ, Biljana VIDOVIĆ,  
Radmila PETANOVIĆ

### S u m m a r y

Territory of the Republic of Serbia, as the central area of the Balkan Peninsula, is of particular interest as a point where biological entities coming from central Europe, Asia Minor, Mediterranean and North Africa encounter. Hence, this area has been declared as a “center of European biodiversity”. Natural consequence of Serbia’s geographic position and the richness of the flora is the great diversity of insect fauna (Insecta). Observed diversity of entomofauna is the reason why the territory of Serbia is attractive for the research in biological control. Climate change and the intensive exchange of biota as a direct consequence of increasing global trend of trade between the countries is what make this a particularly important issue.

Although Serbia has a relatively short history of research on phytophagous insects as biological control agents for Eurasian origin weeds, researchers at the biological laboratory of Institute for plant protection based in Zemun (presently Institute for plant protection and environment, Zemun) can be considered as doyens of biological control research in Europe and even worldwide. The first department for biological control of pests in Europe started working in the Institute for plant protection in Zemun, in 1954. The founder and the first director of the Institute for plant protection, prof. dr. Guido Nonveiller, had a vision of forming a team of interdisciplinary researchers with biological and agronomic background. In the period from 1967–1974, the project entitled “Project 480: Europe: Yugoslavia E30-Ent-12 – Distribution and natural enemies of the weeds Dalmatian toadflax (*Linaria dalmatica* Mill) and Mediterranean sage (*Salvia aethiopsis* L.) in Yugoslavia”, has been carried out for the purpose of biological control of *L. dalmatica* (Plantaginaceae) and *Salvia aethiops* (Lamiaceae). Four more projects supported by the USDA followed: Elaboration of protective measures for agricultural crops against parasitic phanerogams belonging to the genera *Cuscuta* and *Orobanche* (parasitic herbs – dodders and broomrape) (1968–1971), Biological control of terrestrial and aquatic weeds and pests of crop plants (1977–1983), Biological control of insects and weeds (1981–1986), Biocontrol of Yugoslavian and North American weeds with insects, pathogens and other biotic agents (1988–1990, 1991). Research on potential phytophagous insects against invasive weeds in North America included, beside a forementioned

plants, *Myriophyllum spicatum* L. (Haloragaceae), *Carduus nutans*, *Carduus acanthoides*, *Cirsium arvense*, *Centaurea solstitialis*, *Centaurea maculosa* (Asteraceae), *Euphorbia cyparissias* and *Euphorbia virgata* (Euphorbaceae).

Classical biological control (i.e. intentional release of natural enemies of exotic pests for the purpose of their control) represents a very important tool in the integrated pest management. Globalization and intensive trade between countries have led to exchange of organisms from different zoogeographical regions. Should those organisms adapt to the new environment, they could potentially represent threat to local ecosystems. This is the reason why, according to Agenda 21 (Chapter 14), biological control has been recognized as a method of choice in pest control.

Until 1992, the research within USDA Project 480 resulted in introduction of several insect species in the area of North America. Introduced species were: *Sphenoptera jugoslavica* for the purpose of controlling *Centaurea diffusa* (Asteraceae), *Hylas euphorbiae*, *Oberea erythrocephala*, *Pegomya euphorbiae* and *P. curticornis* (Diptera: Anthomyiidae) for the control of invasive spurge species *Euphorbia esula*, *E. cyparissias* and *E. virgata*. Species from the genus *Aphthona* (Coleoptera, Chrysomelidae), *A. lacertosa*, *A. nigris-cutis* and *A. flava*, were introduced for the same reason. Further, two weevil species, *Larinus obtusus* and *L. minutus* (Coleoptera, Curculionidae), were used against *Centaurea diffusa* and *Centaurea maculosa*. Lastly, defoliator species *Calophasia lunula* (Lepidoptera: Noctuidae) was introduced for the control of *Linaria dalmatica* and *L. vulgaris* (Plantaginaceae).

During the period of 1992–1999, introduced species were *Chamaesphecia hungarica* and *Ch. crassicornis* for the control of *Euphorbia virgata* and *Chamaesphecia hungarica* for the control of *Euphorbia esula*. Two moth species, *Eteobalea serratella* and *E. intermediella* (Cosmopterigidae), were introduced for the control of north American populations of *Linaria vulgaris* and *L. dalmatica*. Finally, after extensive host specificity tests, a weevil species *Mogulones cruciger* was introduced for the purpose of controlling *Cynoglossum officinale* (Boraginaceae) in North America.

Advances in molecular techniques in the 21<sup>st</sup> century have led to turn over in biological control research. New knowledge on specific interactions within the insect-plant system has placed in the focus population-genetic properties of the biological control agent. Molecular techniques also enabled understanding biological properties of local insect's populations as well as cryptic speciation, which consequently led to overall better safety and precision in biological control research. The research, since 2000, has been focused on invasive plant species of the genus *Linaria* and weevils of the genus *Mecinus* and *Rhinusa*. New research enabled introduction and successful development of gallicol weevil species *Rhinusapilosa* in north-west Canada. Furthermore, cryptic species *Mecinus janthiniformis* was described within the *Mecinus jathinus*. Within *Mecinus heydenii* complex of species, one cryptic species were described, *Mecinus*



*peterharrisi* in association with *L. dalmatica* and one subspecies *Mecinus laeviceps* ssp. *meridionalis* association with *L. genistifolia* from East Serbia and Bulgaria. One new gallforming weevil species was also described, namely *Rhinusa rara* in association with *L. genistifolia* and *L. dalmatica* from East Serbia, Hungary and South Russia. All newly described species and subspecies are in the research process of suitability assessment as the biological control agents.

Besides insects many species of eriophyoid mites, an obligatory plant feeders, are considered to be among the most promising candidate agents for classical biological control of weeds due to their biology and host-plant relationship. Eriophyoid mites have high degree of host specificity, about 80% of currently known species have been recorded on a one host plant. Among approximately 5000 known species about 50 are considered as potential weed control agents in the world. More than 50% of these species have been discovered in Serbia. Investigations in this field started in early 1980's. In the period 1990–2000's in the framework of different projects three new species for science were described on *Geranium dissectum* L. and four on *Euphorbia* spp. At the beginning of 2000's, especially detailed studies of *Aceria anthocoptes* (Nal.) and *Leipothrix dipsacivagus* Petanović. et Rector have been carried out from the different points of view.

During the last years few eriophyoid mites were investigated within the framework of different European programs of classical biological control of weeds. *Aceria acroptiloni* Kovalev et Shevchenko was studied as agent of biocontrol of *Rhaponticum repens* (L.) Hidalgo, *Metaculus* spp. were studied for biological control of *Lepidium latifolium* L., *Isatis tinctoria* and *Diploptaxis tenuifolia*, as well as two *Aceria* spp. for biological control of *Eleagnus angustifolia* L. Moreover two potential biocontrol agents *Aceria artemisiifoliae* Vidović & Petanović, and *Aculops mosiniensis* Ripka against *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Ailanthus altissima* (Mill) Swingle respectively have been nominated recently. More or less integrative approach in species delimitation has been applied using combined techniques of phase contrast light microscopy, pseudo dark field, differential interference contrast microscopy, confocal laser scanning microscopy, scanning electron microscopy and sequencing of barcoding region of mt COI DNA. Traditional morphological analysis was accomplished with morphometric, (linear and/or geometric) analysis because it helps in understanding intraspecific variability, including races adapted to the host plants and /or cryptic species.

Studying potential agents for the biological control of invasive weeds is tightly linked with floristic and entomo-acaro-faunistic diversity. Because of its position, the territory of Serbia represents a meeting point for floristic and faunistic elements coming from central Europe, Asia Minor, Mediterranean and North Africa. The complex floristic and faunistic diversity is also a consequence of numerous colonizations and recolonizations of biota during the periods of glaciation and interglaciation. These unique aspects have made the territory of Serbia an excellent starting point for the research in biological control.