



ANDREAS WOLNY  
БОТАНИЧКО ДРУШТВО

2. СИМПОЗИЈУМ

# „ТРЕЋИ ВЕК БОТАНИКЕ У ВОЈВОДИНИ”

МАТИЦА СРПСКА  
НОВИ САД  
2023.



**Организатори:**

Матица српска, Одељење за природне науке, Нови Сад

Ботаничко друштво „Андреас Волни”, Нови Сад

**Суорганизатори:**

Медицински факултет, Универзитет у Новом Саду

Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду

**Издавач:**

Ботаничко друштво „Андреас Волни”, Нови Сад

Матица српска, Одељење за природне науке, Нови Сад

**Лектор:**

Др Светлана Милашиновић, стручни сарадник, Матица српска, Нови Сад

**Насловна страница:**

*Cirsium brachycephalum* Jurg.; фотографија др Бојана Бокић; дизајнер Ненад Делибос

**Спонзор:**

Туристичка организација Новог Сада

СIP - Каталогизација у публикацији

Библиотека Матице српске, Нови Сад

58(082)(048.3)

**СИМПОЗИЈУМ "Трећи век ботанике у Војводини" (2 ; 2023 ; Нови Сад)**

[Књига сажетака] [Електронски извор] / 2. симпозијум "Трећи век ботанике у Војводини" 6. октобар 2023, Нови Сад. - Нови Сад : Матица српска : Ботаничко друштво "Андреас Волни", 2023. - 1 електронски оптички диск (CD-ROM) ; 12 cm

Насл. са насловног екрана. - Сажеци упоредо на срп. и енгл. језику. - Регистар.

ISBN 978-86-7946-445-3

а) Ботаника - Апстракти

COBISS.SR-ID 126025481

### **Чланови почасног одбора**

Академик Рудолф Кастори, Матица српска, Нови Сад  
Академик Владимир Стевановић, Српска академија наука и уметности, Београд  
Проф. др Милан Матавуљ, Матица српска, Нови Сад  
Проф. др Јелена Блаженчић, Биолошки факултет, Универзитет у Београду  
Проф. др Пал Божа, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду  
Проф. др Милица Павков Хрвојевић, Природно-математички факултет,  
Универзитет у Новом Саду  
Проф. др Снежана Бркић, Медицински факултет, Универзитет у Новом Саду  
Др Бранислава Буторац, стручни саветник, Покрајински завод за заштиту  
природе, Нови Сад

### **Чланови научног одбора**

Проф. др Горан Аначков, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом  
Саду и Ботаничко друштво „Андреас Волни” – председник  
Проф. др Љиљана Николић, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом  
Саду и Ботаничко друштво „Андреас Волни” – потпредседник  
Проф. др Драган Станић, председник Матице српске  
Проф. др Драгана Вуков, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом  
Саду и Ботаничко друштво „Андреас Волни”  
Проф. др Јадранка Луковић, Природно-математички факултет, Универзитет у  
Новом Саду  
Проф. др Лана Зорић, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом  
Саду  
Проф. др Ружица Игић, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом  
Саду  
Проф. др Неда Мимица-Дукић, Природно-математички факултет, Универзитет у  
Новом Саду  
Проф. др Ђорђе Маленчић, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду  
Проф. др Ивана Максимовић, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом  
Саду  
Проф. др Синиша Шкондрић, Природно-математички факултет, Универзитет у  
Бања Луци и Ботаничко друштво „Андреас Волни”  
Др Милица Рат, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду и  
Ботаничко друштво „Андреас Волни”  
Др Небојша Кладар, Медицински факултет, Универзитет у Новом Саду и  
Ботаничко друштво „Андреас Волни”

### **Чланови организационог одбора**

Др Бојана Бокић, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду и  
Ботаничко друштво „Андреас Волни” – председник  
Др Борис Радак, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду и  
Ботаничко друштво „Андреас Волни” – потпредседник  
Др Јована Трбојевић Јоцић, Матица српска  
Др Милош Илић, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду и  
Ботаничко друштво „Андреас Волни”  
Др Дуња Карановић, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом  
Саду и Ботаничко друштво „Андреас Волни”

Др Мирјана Ђук, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду и Ботаничко друштво „Андреас Волни”

Др Небојша Кладар, Медицински факултет, Универзитет у Новом Саду и Ботаничко друштво „Андреас Волни”

Др Милена Попов, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду и Ботаничко друштво „Андреас Волни”

Мср Алекса Влку, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду и Ботаничко друштво „Андреас Волни”

Мср Кристина Ђорђевић, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду и Ботаничко друштво „Андреас Волни”

Мср Анкица Миловановић, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду и Ботаничко друштво „Андреас Волни”

Мср Драган Обрадов, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду и Ботаничко друштво „Андреас Волни”

Мср Јован Пешканов, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду и Ботаничко друштво „Андреас Волни”

Мср Тијана Шикуљак, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду и Ботаничко друштво „Андреас Волни”

Мср Благоје Прпа, Медицински факултет, Универзитет у Новом Саду



## **КЊИГА САЖЕТАКА**

## Реч организатора

*Трећи век ботанике у Војводини* је национални ботанички скуп који се ове године други пут одржава у Матици српској у Новом Саду. Првобитни план је био да се ово окупљање организује четири године након првог, које је одржано 15. априла 2016. године, али то се није догодило услед светске пандемије чији смо били сведоци. Ипак, на иницијативу академика Рудолфа Касторија, Одељење за природне науке Матице српске и Ботаничко друштво „Андреас Волни” организују овај скуп, са жељом за наставак неговања традиције ботаничке науке и струке на подручју Војводине.

Симпозијум *Трећи век ботанике у Војводини* се и овог пута организује у просторијама Матице српске, али на јесен, 6. октобра 2023. године. Циљ скупа је окупљање свих оних који се баве фундаменталном или примењеном ботаником у земљи и региону, а овога пута посвећен је преминулој професорки Биљани Божин, која је радила на Медицинском факултету у Новом Саду, а била је и један од оснивача Ботаничког друштва „Андреас Волни”.

Велико нам је задовољство што имамо прилику да окупимо ботаничаре из Србије и региона и објавимо ову Књигу сажетака. Ове године, Књига садржи 63 саопштења, односно једно пленарно предавање, 15 усмених излагања и 47 постер презентација.

У име Организационог и Научног одбора 2. Симпозијума *Трећи век ботанике у Војводини* захваљујемо се свим учесницима и колегама, који су узели учешће у овом скупу и на било који начин допринели његовом одржавању.

До пролећа или јесени 2027. године, срдечно Вас поздрављамо!

др Бојана Бокић и др Борис Радак

20. септембар 2023. године



**Садржај:**

<b>Генерални распоред скупа .....</b>	<b>1</b>
<b>Распоред усмених излагања – Секција 1. Фитохемија .....</b>	<b>2</b>
<b>Распоред усмених излагања – Секција 2. Ботаника .....</b>	<b>2–3</b>
<b>Постер презентације – Секција 1. Фитохемија .....</b>	<b>4–5</b>
<b>Постер презентације – Секција 2. Ботаника .....</b>	<b>5–7</b>
<b>Сажети на српском и енглеском језику .....</b>	<b>8–114</b>
<b>Индекс аутора .....</b>	<b>115–118</b>

## ГЕНЕРАЛНИ РАСПОРЕД СКУПА

Сатница	Догађај	Просторија
9.00–10.00	Регистрација и постављање постера	Први спрат и фоаје, Матица српска
10.00–10.30	Формално отварање скупа	Свечана сала, први спрат; Матица српска
10.30–10.45	<i>Реч, две о Биљи</i> – др Горан Аначков	Свечана сала, први спрат; Матица српска
10.45–11.15	Коктел добродошлице	Фоаје, први спрат; Матица српска
11.15–12.35	Секција 1. <i>Фитохемија</i> – пленарно предавање и усмена излагања	Свечана сала, први спрат; Матица српска
12.35–12.50	Кафе пауза	Фоаје, први спрат; Матица српска
12.50–13.15	Секција 2. <i>Ботаника</i> – усмена излагања	Свечана сала, први спрат; Матица српска
13.15–15.15	Пауза за ручак	*
15.15–16.05	Секција 2. <i>Ботаника</i> – усмена излагања	Свечана сала, први спрат; Матица српска
16.05–16.20	Кафе пауза	Фоаје, први спрат; Матица српска
16.20–17.25	Секција 2. <i>Ботаника</i> – усмена излагања	Свечана сала, први спрат; Матица српска
17.25–18.25	Секција 1. <i>Фитохемија</i> и секција 2. <i>Ботаника</i> – постер презентације	Фоаје, први спрат; Матица српска
18.25–18.35	Формално затварање скупа	Фоаје, први спрат; Матица српска
20.00–00.00	Дружење	Ресторан „Сокаче”
* Ручак није укључен у цену котизације, нити је организован од стране организатора		

## РАСПОРЕД УСМЕНИХ ИЗЛАГАЊА

**Председавајуће:** др Бранислава Срђеновић-Чонић и др Душанка Китић

СЕКЦИЈА 1. ФИТОХЕМИЈА	
11.15–11.45	<b>Неда Мимица-Дукић</b> – Фитопрепарати у терапији канцера: истине и заблуде (пленарно предавање)
11.45–11.55	<b>Небојша Кладар</b> , Биљана Божин <sup>†</sup> , Катарина Бијелић, Мирјана Богавац, Маја Караман, Бранислава Срђеновић-Чонић, Милица Рат, Горан Аначков – Биолошка активност врста рода <i>Hypericum</i> секције <i>Hypericum</i>
11.55–12.05	<b>Маја Хитл</b> , Катарина Радовановић, Катарина Бијелић, Благоје Прпа, Небојша Кладар – <i>In vitro</i> ферментација розмаринске киселине и екстракта матичњака ( <i>Melissa officinalis</i> L., Lamiaceae) деловањем пробиотских организама
12.05–12.15	<b>Катарина Бијелић</b> , Марта Родић, Небојша Павловић, Благоје Прпа, Маја Хитл, Небојша Кладар – Утицај параметара екстракције на антиоксидативни потенцијал екстракта нара ( <i>Punica granatum</i> , Punicaceae)
12.15–12.25	<b>Драгана Томанић</b> , Небојша Кладар, Миодраг Радиновић, Ивана Чабаркапа, Јован Станојевић, Зорана Ковачевић – Етарска уља као алтернатива антибиотцима у терапији маститиса код крава
12.25–12.35	Дискусија

**Председавајући:** др Борис Радак и др Бојана Бокић

СЕКЦИЈА 2. БОТАНИКА	
12.50–13.00	<b>Драгица Пургер</b> , Јене Ј. Пургер, Јудит Хази – Промене вегетације на степским ливадама на лесу у Бачкој (Србија) током три и по деценије
13.00–13.10	<b>Сања Ђуровић</b> , Урош Бузуровић, Милана Ранимировић, Невена Кузмановић – Мапирање станишта на планини Бесна Кобила у југоисточној Србији
13.10–13.15	Дискусија
15.15–15.25	<b>Антун Алегро</b> , Ведран Шегога, Ања Римац – Како флора бриофита указује на разлике између шумских заједница? – Анализа биогеографије и екологије бриофита на планини Папук (источна Хрватска)
15.25–15.35	<b>Анкица Миловановић</b> , Тијана Шикуљак, Драгана Вуков, Мирјана Ђук, Ружица Игић, Милош Илић – Историјски преглед истраживања бриофита у урбаним подручјима Србије
15.35–15.45	<b>Тијана Шикуљак</b> , Владимир Ступар, Драган Кољанин, Анкица Миловановић, Милош Илић, Драгана Вуков, Ружица Игић, Мирјана Ђук – Историјски преглед проучавања плавних шума Војводине
15.45–15.55	<b>Ранко Перих</b> , Драган Обрадов – Интересантна медитеранска оаза у оквиру секундарне степске вегетације код Нове Гајдобре (Војводина, Србија)

СЕКЦИЈА 2. БОТАНИКА	
15.55–16.05	Дискусија
16.20–16.30	<b>Нејц Јоган</b> – „Грађанска наука” и флористичка истраживања: замке и користи
16.30–16.40	<b>Михајло Станковић</b> – Налаз постгласијалне врсте лесних степа <i>Sternbergia colchiciflora</i> Waldst. & Kit. и орхидеје <i>Epipactis helleborine</i> Cr. у граду Сремска Митровица
16.40–16.50	<b>Кристина Ђорђевић</b> , Борис Радак, Јован Пешканов, Драган Обрадов, Алекса Влку, Горан Аначков – Нови таксони васкуларне флоре за подручје СРП „Царска бара” (Војводина, Србија)
16.50–17.00	<b>Алекса Влку</b> , Борис Радак, Јован Пешканов, Горан Аначков – Прилог познавању флоре орхидеја источне Србије – Стара планина и околина
17.00–17.10	<b>Јован Пешканов</b> , Борис Радак, Алекса Влку, Горан Аначков – Ускрснуће <i>Ophrys grammica</i> – морфолошка карактеризација спорног таксона орхидеја
17.10–17.25	Дискусија

РАСПОРЕД ПОСТЕР ПРЕЗЕНТАЦИЈА

СЕКЦИЈА 1. ФИТОХЕМИЈА	
Број	Аутор/-и и наслов сажетка
1	<b>Бранислава Срђеновић Чонић</b> , Дејан Кусонић, Катарина Бијелић, Небојша Кладар, Љиља Торовић, Биљана Божин† – Ацеталдехид у ракијама од воћа – процена ризика за здравље
2	<b>Данило Стојановић</b> , Милош Збиљић, Мирјана Марчетић – Одређивање биолошког порекла дроге <i>Thymi herba</i> из Грчке на основу макроскопске анализе и састава етарског уља
3	<b>Мирјана Марчетић</b> , Ђорђе Илић, Виолета Славковска, Нада Ковачевић – Испитивање етарског уља и хидролата врста <i>Satureja subspicata</i> и <i>S. cuneifolia</i> (Lamiaceae)
4	<b>Виолета Славковска</b> , Милица Дробац, Јелена Арсенијевић – садржај и састав етарског уља врсте <i>Satureja montana</i> L. (Lamiaceae) у различитим фазама развића
5	<b>Маја Радловић</b> , Милан Гавриловић, Péter Radásci, Љубодраг Вујисић, Пеђа Јанаћковић – Састав етарског уља из различитих надземних делова врсте <i>Artemisia annua</i> L. (Asteraceae) из Србије
6	<b>Јелена Лазаревић</b> , Бојан Златковић, Гордана Стојановић – Хемијски састав и антимикуробни потенцијал етарских уља врсте <i>Artemisia arborescens</i> L.
7	<b>Милица Милетић</b> , Александра Топаловић, Немања Рајчевић, Љубодраг Вујисић, Милан Гавриловић, Пеђа Јанаћковић – Испарљиве компоненте изоловане из различитих делова врсте <i>Xanthium spinosum</i> L. (Asteraceae) из Србије
8	<b>Виолета Милутиновић</b> , Љубош Ушјак, Марјан Никетић, Силвана Петровић – Хемијски састав етарског уља и воденоетанолног екстракта хербе <i>Micromeria nervosa</i> (Desf.) Benth. (Lamiaceae)
9	<b>Душанка Китић</b> , Славољуб Живановић, Бојана Миладиновић, Милица Милутиновић, Сузана Бранковић, Немања Китић, Бојан Златковић, Милош Јовановић, Јелена Станковић, Милица Ранђеловић – Садржај рузмаринске и кафење киселине у етанолним екстрактима листа босиљка ( <i>Ocimum basilicum</i> L.)
10	<b>Јелена Кукић-Марковић</b> , Виолета Милутиновић, Марјан Никетић, Силвана Петровић – Фенолни састојци метанолног екстракта хербе <i>Stachys subcrenata</i>
11	<b>Мира Микулић</b> , Милица Атанацковић Крстоношић, Небојша Кладар, Сања Васиљевић, Снежана Катански, Душан Ракић, Јелена Цвејић – Фитохемијски састав диплоидних и тетраплоидних сорти црвене детелине ( <i>Trifolium pratense</i> L.)
12	<b>Милица Павловић</b> , Горица Ђелић – Садржај фенола и антиоксидативна активност екстракта надземног дела и корена врсте <i>Seseli rigidum</i> Waldst. & Kit
13	<b>Катарина Радвановић</b> , Небојша Кладар, Маја Хитл, Катарина Бијелић, Благоје Прпа, Милица Аћимовић, Неда Гаварић – <i>Artemisia annua</i> L. (Asteraceae) – хемијска анализа и антиоксидативна активност
14	<b>Анђела Драгићевић</b> , Јелена Матејић, Драгана Павловић – Антиинфламаторна и антиоксидантна својства етанолног екстракта корена <i>Bruckenthalia spiculifolia</i> (Salisb.) Reichb.

## СЕКЦИЈА 1. ФИТОХЕМИЈА

Број	Аутор/-и и наслов сажетка
15	Лазар Жарковић, Јелена Матејић, Ксенија Милески, Петар Д. Марин, Ана Џамић – Тирозиназа инхибиторни потенцијал екстракта врсте <i>Rosa arvensis</i> Huds.
16	Немања Живановић, Марија Лесјак, Биљана Божанић Тања, Дејан Орчић, Мирјана Љубојевић, Наташа Симин – Цветови нових генотипова баштенских ружа гајених у Војводини (Србија) као извор природних антиоксиданата
17	Јелена Радовић Селград, Виолета Милутиновић, Катарина Драгићевић Судимац, Лазар Вићентијевић, Ђурђица Копача, Татјана Кундаковић-Васовић – Ензимска инхибиторна својства метанолног екстракта коре стабла брекиње, <i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz
18	Славица М. Грујић, Ивона Величковић, Слободан С. Петровић, Нада Петровић – <i>Thymus praecox</i> subsp. <i>polytrichus</i> : антимикробна и антидијабетична активност етанолних екстраката
19	Љиљана Миловановић, Татјана Мајкић, Кристина Беквалац, Ивана Беара – Врсте рода <i>Plantago</i> L. као ефикасни инхибитори оксидативног стреса <i>in vitro</i>
20	Марина Црнковић, Јована Шућур Елез, Милица Рат, Ђорђе Маленчић – Полифенолни профил и антиоксидантни потенцијал одабраних самониклих лековитих врста са Старе планине

## СЕКЦИЈА 2. БОТАНКА

Број	Аутор/-и и наслов сажетка
21	Драгана Ранчић, Пећинар Илинка, Мачукановић-Јоцић Марина – Морфо-анатомска и раманска анализа трихома крунице љубичице ( <i>Viola odorata</i> L.)
22	Милена Попов, Бојан Константиновић, Наташа Самарџић, Тијана Стојановић – Утицај хидролата <i>Melissa officinalis</i> L. (матичњак) на одабране гајене и коровске биљне врсте
23	Давид Фиц, Сара Новаковић, Дуња Карановић, Лана Зорић, Милан Боришев, Јадранка Луковић – Микроморфолошке карактеристике листова пасуља ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) третираних кадмијумом
24	Драгана Јеначковић Гоцић, Анастасија Јевтић, Данијела Николић, Марина Јушковић, Милена Живковић, Ирена Раца – Утицај алфа диверзитета на морфо-анатомску варијабилност врсте <i>Ceratophyllum demersum</i> L.
25	Ирена Раца, Данијела Николић, Анастасија Јевтић, Ивана Костић Кокић, Татјана Анђелковић, Марина Јушковић, Драгана Јеначковић Гоцић – Утицај рН вредности воде на морфо-анатомију вегетативних органа врсте <i>Ceratophyllum demersum</i> L.
26	Ана Алимпић Арадски, Смиљана Јанковић, Дејан Пљевљакушић, Катарина Шавикин, Соња Дулетић-Лаушевић†, Петар Д. Марин – Карактеризација пелататних трихома комерцијалних врста уснатица гајених у Србији
27	Данијела Николић, Ирена Раца, Драгана Миловановић, Николија Ђорђевић, Марина Јушковић, Драгана Јеначковић Гоцић – Морфо-анатомска варијабилност врсте <i>Myriophyllum spicatum</i> L. у различитим типовима станишта

СЕКЦИЈА 2. БОТАНКА	
Број	Аутор/-и и наслов сажетка
28	Филип Поповић, <b>Бојана Бокић</b> , Драган Обрадов, Борис Радак, Милица Рат, Горан Аначков – Изглед семењаче представника рода <i>Plantago</i> L. (Plantaginaceae) У Србији
29	<b>Јован Пешканов</b> , Борис Радак, Алекса Влку, Горан Аначков – <i>Ophrys grammica</i> – нова врста орхидеја за флору Србије
30	<b>Борис Радак</b> , Алекса Влку, Јован Пешканов, Бојана Бокић, Горан Аначков – Орхидеје у Србији 2: Прилози Критичкој листи врста васкуларне флоре Србије 1
31	<b>Борис Радак</b> , Јован Пешканов, Бојана Бокић, Предраг Миљковић, Јелена Белоица, Горан Аначков – Нови таксони орхидеја за Црну Гору
32	<b>Бојана Бокић</b> , Борис Радак, Милица Рат – Неочекивани налаз врсте <i>Petteria ramentacea</i> (Sieber.) C. Pressl. 1845 (Fabaceae) у источној Србији
33	<b>Милана Ранимировић</b> , Лазар Миливојевић, Сања З. Ђуровић, Урош Бузуровић – Нови подаци о распрострањењу пет ретких и заштићених биљних врста у Србији пронађених на планини Дукаг
34	<b>Михајло Станковић</b> – Резултати праћења бројности критично угрожене врсте <i>Asparagus pseudoscaberr</i> Grecescu на локалитету Турске ливаде у Засавици II (Мачва, северозападна Србија)
35	<b>Алекса Влку</b> , Борис Радак, Јован Пешканов, Горан Аначков – Историја истраживања орхидеја у источној Србији – литературни подаци
36	<b>Сања З. Ђуровић</b> , Драган Обрадов, Милица Рат, Марјан Никетић – Род <i>Euphorbia</i> L. (Euphorbiaceae Juss.) у Србији на основу хербаријумских података из збирке BUNS
37	<b>Драган Обрадов</b> , Милица Рат, Горан Аначков – Диверзитет и распрострањење четири рода породице Rubiaceae на подручју Војводине
38	<b>Милица Рат</b> , Катарина Живковић, Николина Савић, Дубравка Милић – Флора Специјалног резервата природе „Обедска бара” (Србија)
39	<b>Бојана Бокић</b> , Драган Обрадов, Јован Пешканов, Алекса Влку, Кристина Ђорђевић, Борис Радак, Милица Рат, Горан Аначков – Нови таксони васкуларне флоре за подручје Специјалног резервата природе „Тителски брег” (Војводина, Србија)
40	<b>Синиша Шкондрић</b> , Ивана Пуцар, Миланка Васић – Коровска флора у култури кукуруза на подручју Новог Града (Република Српска, БиХ)
41	<b>Љиљана Николић</b> , Дејана Цигурски, Бранка Љевнаић-Машић – Флора језера Провала: Промене након двадесет година
42	<b>Бранка Љевнаић-Машић</b> , Дејана Цигурски, Љиљана Николић – Присуство индикатора толерантних на тешке метале у флори каналске мреже Баната
43	<b>Даница Вукотић</b> , Невена Кузмановић, Гордана Андрејић, Драгана Јеначковић Гоцић – Водена вегетација бара крај Јужне Мораве

СЕКЦИЈА 2. БОТАНКА	
Број	Аутор/-и и наслов сажетка
44	<b>Сара Павков</b> , Мирјана Ћук, Ружица Игић, Милош Илић, Драгана Вуков, Аница Бусарац – Утицај економски значајних врста на одрживо коришћење ливадске вегетације класе <i>Molinio-Arrenatheretea</i> Тх.1937 у Војводини
45	<b>Горан Тмушић</b> , Борис Радак, Горан Аначков – Колико млади знају о инвазивним биљкама? Резултати анкете
46	<b>Милица Рат</b> , Борис Радак, Горан Тмушић, Бојана Бокић, Драган Обрадов, Јован Пешканов, Алекса Влку, Кристина Ђорђевић, Горан Аначков – Флора Петроварадина



## Пленарно предавање по позиву

\*\*\*

### ФИТОПРЕПАРАТИ У ТЕРАПИЈИ КАНЦЕРА: ИСТИНЕ И ЗАБЛУДЕ

Неда Мимица-Дукић

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине, Нови Сад, Србија  
neda.mimica-dukic@dh.uns.ac.rs

Према подацима Светске здравствене организације 60–80% популације у земљама у развоју користи лековите биљке у примарној медицинској заштити. Фитопрепарати чине велики удео и на тржишту лекова и у високо развијеним земљама. Подаци указују да 78% антимикуробних и 74% антиканцерогених лекова садржи супстанцу природног порекла или је добијено из природног молекула или је, пак, структура лека инспирисана једињењима из природе. И поред огромног улагања у фармацеутску индустрију и дијагностику, канцер и даље представља водећи узрок смртности у свету. На годишњем нивоу у свету од канцера умире близу 10 милиона људи, а трошкови лечења премашују 100 милијарди долара годишње. Улагања у научна истраживања резултовала су развојем савремених метода лечења рака посебно оних заснованих на нано технологији и генској терапији. Нажалост ове методе лечења су изузетно скупе и доступне су углавном пацијентима у високо развијеним земљама. Због тога су упоредо са развојем нових технологија у медицини веома интензивна истраживања примене биолошки активних природних једињења у превенцији и терапији канцера. Предности природних производа у односу на синтетске лекове су велика разноврсност, синергизам деловања, релативно ниска токсичност, специфичност деловања, орална биорасположивост и нижа цена производа. Најзначајнији искорак у развоју биљних цитостатика везан је за почетак пројекта финансираног од стране америчког Националног Института за рак, почетком шездесетих година XX века, у оквиру којег је сакупљен огроман број узорака биљног материјала који је подвргнут детаљним хемијским и биолошким испитивањима. Из екстракта биљака који су показали најјачи цитостатски ефекат изоловани су први биљни антитуморски лекови који се и данас користе у терапији карцинома. Међу њима су најзначајнији: камптотецин и његови аналози топотекан и иронотекан. Нешто касније из коре стабла тисе (*Taxus brevifolia*) изолован је и окарактерисан таксол, изузетно ефикасан у терапији карцинома јајника и дојке. Ови молекули заједно са претходно изолованим алкалоидима винбластином и винкристином, и подофилотоксином из класе лигнана и данас имају широку примену у терапији карцинома. Међутим, поред ефикасности у спречавању пролиферације малигних ћелија, јавили су се проблеми у примени ових супстанци, првенствено због њихове слабе растворљивости у води и изражене токсичности. Применом модерних аналитичких метода и развојем органске синтетске хемије, на овим молекулима извршене су трансформације и добијени су растворљивији и мање токсични аналози. До данас је окарактерисан огроман број потенцијалних природних цитостатика међу којима су најефикаснији алкалоиди, као и фенолна једињења типа ксантона, флавоноида, хинона, нафтохинона, и други. Антиканцерогени ефекат испољавају преко различитих механизма, најчешће инхибицијом репликације ДНК и синтезе протеина, инхибицијом тубулина – блокирање полимеризације тубулина у микротубуле, инхибицијом ензима ангиогенезе, топоизомеразе и полиамин оксидазе, модулацијом П-

гликопротеина, активацијом апоптозе, утицајем на имуни систем и др. Међутим, и поред неоспорних чињеница о антиканцерогеном деловању фитофармацеутика данас су у свету присутне бројне заблуде и пропаганде о лечењу канцера лековитим биљкама, које су засноване на непровереним или лажним чињеницама и које имају фаталне последице за оболеле пацијенте. У овом раду дат је историјат развоја биљних антитуморских лекова, као и најновија достигнућа о терапијском ефекту и механизмима антиканцерогеног деловања појединих класа секундарних биомолекула биљака. Посебно је истакнут значај природних једињења биљака у превенцији настанка различитих облика канцера, као и њихови позитивни ефекти у току хемотерапије. На крају су дати примери лажне пропаганде о „магичном” антиканцерогеном деловању појединих биљака и фитопрепарата. Због тога је изузетно важно, закључке о деловању биљних лекова доносити само на основу научно заснованих чињеница. Иако су резултати *in vitro* и *ex vivo* студија веома охрабрујући и показују да велики број природних једињења значајно успорава и зауставља пролиферацију туморских ћелија, овај број се драстично редукује током клиничких студија. Међутим, и поред тога, неоспорна је чињеница да природни производи имају значајно место у различитим видовима терапије и превенцији рака. С обзиром да је на нашој планети испитано свега 5% светске флоре, биљни свет и даље представља драгоцену и непресушну ризницу природних лекова.

**Кључне речи:** фитопрепарати, таксол, изофлавони, тенипозид, *Camptotecha acuminata*, *Plumbago zeylanica*, амигдалин

## PHYTOMEDICINE IN CANCER THERAPY: FACTS AND MISCONCEPTIONS

Neda Mimica-Dukić

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Chemistry, Biochemistry and Environmental Protection, Novi Sad, Serbia  
neda.mimica-dukić@dh.uns.ac.rs

According to data from the World Health Organization, 60–80% of the population in developing countries uses medicinal plants in primary medical care. Phytopreparations make up a large share of the drug market in highly developed countries as well. Data indicate that 78% of antimicrobial and 74% of anticancer drugs contain a substance of natural origin, or it is obtained from a natural molecule, or the structure of the drug is inspired by compounds from nature. Despite the huge investment in the pharmaceutical industry and diagnostics, cancer is still the leading cause of death worldwide. Close to 10 million people die from cancer annually in the world, and treatment costs exceed 100 billion dollars annually. Investments in scientific research resulted in the development of modern cancer treatment methods, especially those based on nanotechnology and gene therapy. Unfortunately, these treatment methods are extremely expensive and are available mainly to patients in highly developed countries. That is why, in parallel with the development of new technologies in medicine, there is very intensive research into the application of biologically active natural compounds in the prevention and therapy of cancer. The advantages of natural products compared to synthetic drugs are great variety, synergism of action, relatively low toxicity, specificity of action, oral bioavailability and lower price of the product. The crucial milestone in the advancement of herbal cytostatic is linked to a project initiated by the American National Cancer Institute in the 1960s of the 20<sup>th</sup> century. This project involved collecting a vast quantity of plant material and conducting thorough chemical and biological analyses. The first herbal antitumor drugs, which are still used in cancer therapy, were isolated from selected plant extracts that showed

the strongest cytostatic effect. Among them, the most important were: camptothecin and its analogues topotecan and irinotecan. After a while, the same team of researchers isolated taxol from the bark of the yew tree, which showed a high anti-cancer effect, especially on ovarian and breast cancer. These molecules, together with the previously isolated alkaloids vinblastine and vincristine, and lignan, podophyllotoxin, are still widely used in cancer therapy today. In addition to the effectiveness in preventing the proliferation of malignant cells, problems have arisen in the application of these substances, primarily related to their poor solubility in water and pronounced toxicity. Using modern analytical methods and the development of organic synthetic chemistry, these molecules were successfully transformed into more soluble and less toxic analogues. So far, a huge number of potential natural anticancer drugs have been discovered, among which the most effective are alkaloids, as well as phenolic compounds such as xanthenes, flavonoids, quinones, naphthoquinones and others. The anticancer effect is exerted through various mechanisms, most often by inhibition of DNA replication and protein synthesis, inhibition of tubulin-blocking the polymerization of tubulin into microtubules, inhibition of angiogenesis enzymes, topoisomerase and polyamine oxidase, modulation of P-glycoprotein, activation of apoptosis, influence on the immune system, etc. However, despite the indisputable facts about the anti-cancer effect of phytopharmaceuticals, there are numerous misconceptions and propaganda about the treatment of cancer with medicinal plants, which are based on unverified or false facts, and which have fatal consequences for sick patients. This paper presents the history of the development of herbal antitumor drugs, as well as the latest achievements in the therapeutic effect and mechanisms of anticancer action of certain classes of secondary plant biomolecules. The importance of the natural compounds of plants in the prevention of various forms of cancer, as well as their positive effects during chemotherapy, was particularly emphasized. At the end, examples of false propaganda about the "magical" anticancer effect of certain plants and phytopreparations are given. That is why it is extremely important to draw conclusion about the effect of herbal medicines only on scientifically based facts. Although the results of *in vitro* and *ex vivo* studies are very encouraging showing that many natural compounds significantly slow and stop tumor cell division, this number is drastically reduced during clinical studies. However, despite this, it is undeniable that natural products have a significant place in various types of cancer therapy and prevention. Given that only 5% of the world's flora has been examined, the plant world still represents a precious and inexhaustible treasure of natural pharmaceuticals.

**Keywords:** phytopharmaceuticals, taxol, isoflavons, teniposide, *Camptotecha acuminta*, *Plumbago zeylanica*, amygdalin

## **СЕКЦИЈА 1. ФИТОХЕМИЈА**

**УСМЕНА ИЗЛАГАЊА И ПОСТЕР ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ**

## АЦЕТАЛДЕХИД У РАКИЈАМА ОД ВОЋА – ПРОЦЕНА РИЗИКА ЗА ЗДРАВЉЕ

Бранислава Срђеновић Чонић<sup>\*1,2</sup>, Дејан Кусонић<sup>1</sup>, Катарина Бијелић<sup>1,2</sup>, Небојша Кладар<sup>1,2</sup>, Љиља Торовић<sup>1,2</sup>, Биљана Божин<sup>†</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет, Катедра за фармацију, Нови Сад, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет, Центар за медицинско-фармацеутска истраживања и контролу квалитета, Нови Сад, Србија

\*branislava.srdjenovic-conic@mf.uns.ac.rs

Најновија истраживања Светске здравствене организације показала су да се сваке године три милиона смртних исхода јави као директна последица конзумирања алкохолних пића, због присуства једињења која могу имати потенцијално канцерогени ефекат, међу којима је и ацеталдехид. Циљеви истраживања били су одређивање садржаја ацеталдехида у узорцима ракија од помума (јабука, крушка, дуња), правих коштуница (шљива, бресква, кајсија, вишња, трешња) и бобица (грожђе), поређење добијених вредности са лимитом препорученим од стране Међународне алијансе за одговорно конзумирање алкохола и компаративна процена здравственог ризика изазваног конзумирањем воћних ракија. Узорци (124, Република Србија) анализирани су применом GC-MS, а ризик је процењен израчунавањем маргине изложености (МОЕ). У 21% узорака садржај ацеталдехида је био изнад лимита од 500 mg/L а.а. Уочен је статистички значајно виши садржај ацеталдехида у ракијама од правих коштуница. За мушкарце, 90% узорака је показало МОЕ вредности испод дозвољеног лимита од 10.000 већ при просечној потрошњи алкохола, односно 100% код хроничног високог уноса алкохола, док је за жене то износило од 24% при просечној потрошњи до 100% за високи унос. Истраживање је показало значајно присуство ацеталдехида у воћним ракијама. Потребно је применити мере у току производње у циљу смањења настанка ацеталдехида и законски регулисати максимално дозвољену концентрацију ацеталдехида у ракијама.

**Кључне речи:** ацеталдехид, МОЕ, воћне ракије

**Захвалница:** Ово истраживање финансирао је Покрајински секретаријат за високо образовање и научноистраживачку делатност Војводине (број пројекта 142-451-3129/2022-01).

## ACETALDEHYDE IN FRUIT SPIRITS – HEALTH RISK ASSESSMENT

Branislava Srđenić Čonić<sup>\*1,2</sup>, Dejan Kusonić<sup>1</sup>, Katarina Bijelić<sup>1,2</sup>, Nebojša Kladar<sup>1,2</sup>, Ljilja Torović<sup>1,2</sup>, Biljana Božin<sup>†</sup>

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Medicine, Chair of Pharmacy, Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Medicine, Center for Medical and Pharmaceutical Investigations and Quality Control, Novi Sad, Serbia

\*branislava.srdjenovic-conic@mf.uns.ac.rs

The latest World Health Organization research revealed that 3 million deaths every year result from the harmful use of alcohol, due to the presence of compounds, including acetaldehyde, that can have a potentially carcinogenic effect. The aims were to determine acetaldehyde content in spirits from pome fruits (apple, pear, quince), stone fruits (plum, peach, apricot, cherry, sweet cherry) and grape pomace, compare the obtained values with the limit proposed by the International Alliance for Responsible Alcohol Consumption and assess health risk caused by fruit spirits consumption. Fruit spirits (124, Republic of Serbia) were analyzed using GC-MS. The risk was assessed using the margin of exposure (MOE). The acetaldehyde content was above the limit of 500 mg/L p.a. in 21% of samples. Higher content in stone fruit spirits was statistically significant. For men, 90% of samples showed MOE values below the limit of 10,000 for average consumption,

i.e., 100% for chronic heavy drinkers, while for women it ranged from 24% for average consumption to 96% for chronic heavy drinkers. Research has shown a significant presence of acetaldehyde in fruit spirits. It is necessary to implement measures during production to prevent the occurrence of acetaldehyde and legally regulate the maximum allowed concentration of acetaldehyde in fruit spirits.

**Keywords:** acetaldehyde, MOE, fruit spirits

**Acknowledgment:** This research was financed by the Provincial Secretariat for Higher Education and Scientific Research of Vojvodina (grant number 142-451-3129/2022-01).

## ОДРЕЂИВАЊЕ БИОЛОШКОГ ПОРЕКЛА ДРОГЕ *Thymi herba* ИЗ ГРЧКЕ НА ОСНОВУ МАКРОСКОПСКЕ АНАЛИЗЕ И САСТАВА ЕТАРСКОГ УЉА

Данило Стојановић<sup>\*1</sup>, Милош Збилић<sup>1</sup>, Мирјана Марчетић<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Београду – Фармацеутски факултет, Катедра за ботанику, Београд, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Београду – Фармацеутски факултет, Катедра за фармакогнозију, Београд, Србија

\*danilo.stojanovic@pharmacy.bg.ac.rs

Врсте рода *Thymus* су распрострањене у западном медитеранском региону, Азији, јужној Европи и северној Африци. Етарска уља припадника рода *Thymus* делују као спазмолитици, експекторанси, антимикробни и антиоксидантни агенси. Циљ рада је био да се одреди биолошко порекло дроге *Thymi herba* из Грчке на основу макроскопске анализе, састава етарског уља и након упоређивања експерименталних и литературних података. За анализу етарског уља, добијеног дестилацијом воденом паром, примењена је гасна хроматографија (GC-FID) и гасна хроматографија са масеном спектрометријом (GC-MS). Извршена је идентификација појединачних компоненти и одређивање релативног удела сваке од компоненти. У етарском уљу испитиваног узорка *Thymus* врсте доминантне компоненте представљали су геранил-ацетат (60,56%) и линалол (16,82%). Узорак је макроскопски анализиран на стереомикроскопу Olympus SZ61. Посматрани су стабло, лист и чашица. Стабло је прекривено жлезданим и нежлезданим длакама. Лист је елиптично-ланцетастог облика, на површини са великим бројем секреторних трихома. Чашица је длакава. На основу добијених резултата може се закључити да је испитивани узорак вероватно пореклом од врсте *T. longicaulis* subsp. *chaubardii*.

**Кључне речи:** *Thymi herba*, *Thymus.longicaulis*, етарско уље, индументум, GC-MS, GC-FID

## IDENTIFICATION OF THE BIOLOGICAL ORIGIN OF *Thymi herba* DRUG FROM GREECE BASED ON MACROSCOPIC ANALYSIS AND COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL

Danilo Stojanović<sup>\*1</sup>, Miloš Zbiljić<sup>1</sup>, Mirjana Marčetić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade – Faculty of Pharmacy, Chair of Botany, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>University of Belgrade – Faculty of Pharmacy, Chair of Pharmacognosy, Belgrade, Serbia

\*danilo.stojanovic@pharmacy.bg.ac.rs

*Thymus* species are widespread in the western Mediterranean region, Asia, Southern Europe, and North Africa. Essential oils of *Thymus* genus members act as spasmolytics, expectorants, antimicrobial, and antioxidant agents. The aim of this study was to determine the biological origin of *Thymi herba* drug from Greece based on macroscopic analysis, composition of the essential oil, and by comparing experimental and literature data. Gas chromatography (GC-FID) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) were used

for the analysis of the essential oil obtained by steam distillation. Individual components were identified, and the relative content of each component was determined. In the essential oil of the tested *Thymus herba* sample, the dominant components were geranyl-acetate (60.56%) and linalool (16.82%). The sample was macroscopically analyzed using an Olympus SZ61 stereomicroscope. The stem, leaf, and calyx were examined. The stem was covered with glandular and non-glandular hairs. The leaf had an elliptic-lanceolate shape with a large number of glandular trichomes on its surface. The calyx was hairy as well. Based on the obtained results, it can be concluded that the tested sample is likely originated from the species *T. longicaulis* subsp. *chaubardii*.

**Keywords:** *Thymi herba*, *Thymus longicaulis*, essential oil, indumentum, GC-MS, GC-FID

## ИСПИТИВАЊЕ ЕТАРСКОГ УЉА И ХИДРОЛАТА ВРСТА *Satureja subspicata* И *S. cuneifolia* (Lamiaceae)

Мирјана Марчетић<sup>1</sup>, Ђорђе Илић<sup>1</sup>, Виолета Славковска<sup>2</sup>, Нада Ковачевић<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Београду – Фармацеутски факултет, Катедра за фармакогнозију, Београд, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Београду – Фармацеутски факултет, Катедра за ботанику, Београд, Србија

\*mirjana.marctic@pharmacy.bg.ac.rs

Род *Satureja* L. (Lamiaceae) обухвата преко 30 биљних врста распрострањених у јужној и југоисточној Европи, малој Азији и северној Африци, а најзаступљеније су на источном Медитерану. На Балканском полуострву је присутно 16 врста овог рода које претежно насељавају каменита и сунчана станишта. Врсте рода *Satureja* се традиционално користе у лечењу многих здравствених тегоба као што су мучнина, лоше варење, грчеви, дијареја, инфективне болести и болови у мишићима. Циљ рада је била квалитативна и квантитативна анализа етарског уља и хидролата хербе *Satureja subspicata* Bartl. ex Vis. и *S. cuneifolia* Ten. сакупљених са природних станишта, као и плантажно гајене *Satureja* sp. из околине Билеће (Босна и Херцеговина). Етарско уље је изоловано дестилацијом воденом паром и испарљиви састојци су анализирани применом гасне хроматографије са масеном спектрометријом (GC-FID/MS). Прикупљени хидролати анализирани су помоћу *headspace*-GC-FID/MS методе. Главне компоненте у етарском уљу хербе *S. subspicata* представљала су сесквитерпенса једињења (88,6%), нарочито (*E*)-неролидол (50,2%), гермакрен D (11,7%) и (*E*)-кариофилен (6,2%). Насупрот томе, у етарском уљу хербе *S. cuneifolia* доминирао је оксидовани монотерпен линалол (64,2%), док су сесквитерпени били заступљени у нижем проценту: гермакрен D (6,3%), спатуленол (6,1%) и бициклогермакрен (5,5%). У етарском уљу хербе плантажно гајене *Satureja* sp. најзаступљенија су била монотерпенса једињења (61,2%): изомери гераниал (10,6%) и нерал (8,0%), као и  $\alpha$ -пинен (8,4%), и (*Z*)- $\beta$ -оцимен (7,2%), а присутни су били и сесквитерпени гермакрен D (8,5%) и бициклогермакрен (7,7%). У хидролату херби *S. subspicata* и *S. cuneifolia* доминирали су оксидовани монотерпени (69,2%; 90,9%) са линалолом (27,8%; 84,4%) као доминантном компонентом. Најзаступљенија једињења у хидролату плантажно гајене *Satureja* sp., су такође били оксидовани монотерпени (51,3%) са  $\alpha$ -терпиненом (12,7%) и *cis*-сабиненхидратом (11,4%) као доминантним компонентама. Уочене су значајне разлике у саставу етарског уља и хидролата самониклих *S. subspicata*, *S. cuneifolia* и гајеног узорка.

**Кључне речи:** *Satureja cuneifolia*, *Satureja subspicata*, етарско уље, хидролати

**Захвалница:** Ово истраживање финансирао је Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије кроз Уговор са Универзитетом у Београду, Фармацеутски факултет (број: 451-03-47/2023-01/200161).

## INVESTIGATION OF THE ESSENTIAL OIL AND HYDROLATES OF *Satureja subspicata* AND *S. cuneifolia* (Lamiaceae)

Mirjana Marčetić<sup>\*1</sup>, Đorđe Ilić<sup>1</sup>, Violeta Slavkowska<sup>2</sup>, Nada Kovačević<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade – Faculty of Pharmacy, Chair of Pharmacognosy, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>University of Belgrade – Faculty of Pharmacy, Chair of Botany, Belgrade, Serbia

\*mirjana.marctic@pharmacy.bg.ac.rs

The genus *Satureja* L. (Lamiaceae) includes over 30 plant species distributed in southern and southeastern Europe, Asia Minor and North Africa, and they are most abundant in the eastern Mediterranean. 16 species of this genus are present on the Balkan Peninsula, which mostly inhabit rocky and sunny habitats. Species of the genus *Satureja* are traditionally used in the treatment of many health complaints such as nausea, indigestion, cramps, diarrhoea, infectious diseases and muscle pain. The aim of the work was a qualitative and quantitative analysis of the essential oil and hydrolate of the aerial parts of *Satureja subspicata* Bartl. ex Vis. and *S. cuneifolia* Ten. collected from natural habitats and plantation-grown *Satureja* sp. from the vicinity of Bileća (Bosnia and Herzegovina). The essential oil was isolated by hydrodistillation and the volatile components were analyzed using gas chromatography with mass spectrometry (GC-FID/MS). The collected hydrolates were analyzed using the headspace-GC-FID/MS method. The main constituents in the essential oil of *S. subspicata* were sesquiterpene compounds (88.6%), especially (*E*)-nerolidol (50.2%), germacrene D (11.7%) and (*E*)-caryophyllene (6.2%). On the contrary, the oxygenated monoterpene linalool (64.2%) was dominant in the essential oil of the aerial parts of *S. cuneifolia*, while sesquiterpenes were represented in a lower percentage: germacrene D (6.3%), spathulenol (6.1%) and bicyclogermacrene (5.5%). In the essential oil of plantation-grown *Satureja* sp. monoterpene compounds (61.2%) were the most abundant: the isomers geranial (10.6%) and neral (8.0%), as well as  $\alpha$ -pinene (8.4%), and (*Z*)- $\beta$ -ocimene (7.2%), and the sesquiterpenes germacrene D (8.5%) and bicyclogermacrene (7.7%) were also present. In the hydrolate of aerial parts of *S. subspicata* and *S. cuneifolia*, oxygenated monoterpenes (69.2%; 90.9%) dominated with linalool (27.8%; 84.4%) as the dominant component. The most abundant compounds in the hydrolate of plantation-grown *Satureja* sp. were also oxygenated monoterpenes (51.3%) with  $\alpha$ -terpinene (12.7%) and *cis*-sabinene hydrate (11.4%) as dominant components. Significant differences were observed in the composition of essential oils and hydrolates of wild *S. subspicata*, *S. cuneifolia* and plantation-grown sample.

**Keywords:** *Satureja cuneifolia*, *Satureja subspicata*, essential oil, hydrolates

**Acknowledgement:** This research was funded by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation, Republic of Serbia through a Grant Agreement with the University of Belgrade – Faculty of Pharmacy (grant no: 451-03-47/2023-01/200161).

## САДРЖАЈ И САСТАВ ЕТАРСКОГ УЉА ВРСТЕ *Satureja montana* L. (Lamiaceae) У РАЗЛИЧИТИМ ФАЗАМА РАЗВИЋА

Виолета Славковска<sup>\*1</sup>, Милица Дрбац<sup>2</sup>, Јелена Арсенијевић<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Београду – Фармацеутски факултет, Катедра за ботанику, Београд, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Београду – Фармацеутски факултет, Катедра за фармакогнозију, Београд, Србија

\*violetas@pharmacy.bg.ac.rs

*Satureja montana* L. је позната ароматична биљка, чији је садржај и квалитет етарског уља варијабилан и зависи, како од генетичких особина и фазе развића саме биљке, тако и од еколошких услова средине. У овом раду су праћени принос и састав етарског уља изолованог из



*S. montana* која се више година успешно гаји у Башти лековитих и ароматичних биљака Фармацеутског факултета, Универзитета у Београду. Етарско уље је изоловано дестилацијом воденом паром у апаратури по Клевенџеру из надземних делова исте јединке/генотипа, у различитим фенолошким фазама (пре цветања, током цветања, током плодношења), кроз три вегетационе сезоне. Квалитативна и квантитативна анализа етарског уља извршена је GC-FID-MS методом. Садржај етарског уља био је висок и скоро уједначен у фази пре (2,60–3,60%, V/m) и током цветања (2,90–3,30%, V/m) и незнатно нижи у фази плодношења (1,90–2,40%, V/m), током читавог периода истраживања. У свим етарским уљима је доминирао тимол (54,55–64,38%). Етарска уља изолована из биљке у фази пре цветања су имала највећу количину тимола (61,19–64,38%), а незнатно нижу уља изолована из биљке у фази цветања (57,25–59,77%) и плодношења (54,55–57,93%). У свим етарским уљима пратеће компоненте су биле:  $\rho$ -цимен (5,03–19,42%),  $\gamma$ -терпинен (2,00–11,17%) и карвакрол (4,09–6,20%). Током развића биљке, од фазе пре цветања до фазе плодношења, количина тимола и  $\gamma$ -терпинена у уљу се снижавала, а количина  $\rho$ -цимена и карвакрола повећавала. На основу резултата може се закључити да иста индивидуа/генотип кроз три фенолошке фазе и три вегетационе сезоне не мења значајно ни садржај, а ни састав етарског уља, што значи да се *S. montana* која се гаји у Башти Фармацеутског факултета може окарактерисати као биљна сировина тимол хемотипа уједначеног квалитета у погледу садржаја и састава етарског уља.

**Кључне речи:** *Satureja montana*, фенолошке фазе, етарско уље, тимол

**Захвалница:** Ово истраживање финансирао је Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије кроз Уговор са Универзитетом у Београду, Фармацеутски факултет (број: 451-03-47/2023-01/200161).

## CONTENT AND COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL OF *Satureja montana* L. (Lamiaceae) IN DIFFERENT DEVELOPMENTAL STAGES

Violeta Slavkovska<sup>\*1</sup>, Milica Drobac<sup>2</sup>, Jelena Arsenijević<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade – Faculty of Pharmacy, Chair of Botany, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>University of Belgrade – Faculty of Pharmacy, Chair of Pharmacognosy, Belgrade, Serbia

\*violetas@pharmacy.bg.ac.rs

*Satureja montana* L. is a widely-known aromatic plant, the content and quality of whose essential oil varies and depends on the genetic characteristics and the stage of development of the plant itself and the ecological conditions of the habitat. The present work follows the yield and composition of the essential oil isolated from *S. montana* successfully cultivated for a number of years in the Medical and Aromatic Plant Garden of the Faculty of Pharmacy, University of Belgrade. The essential oil was isolated by hydro-distillation in a Clevenger-type apparatus from the aboveground parts of the same individual/genotype, in different phenological stages (before flowering, flowering, fruiting) over three vegetation seasons. The qualitative and quantitative analysis of the essential oil was carried out using the GC-FID-MS method. The essential oil content was high and almost uniform in the stage before (2.60–3.60%, V/m) and during flowering (2.90–3.30%, V/m) and slightly lower in the fruiting stage (1.90–2.40%, V/m), over the entire research period. Thymol dominated in all the essential oils (54.55–64.38%). The essential oils isolated from the plant before the flowering stage had the highest content of thymol (61.19–64.38%), while the content was somewhat lower in the oils isolated from plants in the flowering (57.25–59.77%) and fruiting stage (54.55–57.93%). In all the essential oils, the accompanying components were:  $\rho$ -cymene (5.03–19.42%),  $\gamma$ -terpinene (2.00–11.17%) and carvacrol (4.09–6.20%). In the course of plant development, from the flowering to the fruiting stage, the content of thymol and  $\gamma$ -terpinene in the oil decreased, while the content of  $\rho$ -

cymene and carvacrol grew. Based on the results, it can be concluded that the same individual/genotype goes through three phenological stages and over three vegetation seasons does not significantly alter either the content or the composition of the essential oil, meaning that *S. montana* grown in the Garden of the Faculty of Pharmacy can be characterised as thymol chemotype plant raw material with a uniform quality in terms of the content and composition of essential oil.

**Keywords:** *Satureja montana*, phenological stages, essential oil, thymol

**Acknowledgment:** This research was funded by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation, Republic of Serbia through Grant Agreement with University of Belgrade – Faculty of Pharmacy (grant no: 451-03-47/2023-01/200161).

## САСТАВ ЕТАРСКОГ УЉА ИЗ РАЗЛИЧИТИХ НАДЗЕМНИХ ДЕЛОВА ВРСТЕ *Artemisia annua* L. (Asteraceae) ИЗ СРБИЈЕ

Маја Радловић<sup>\*1</sup>, Милан Гавриловић<sup>1</sup>, Péter Radásci<sup>2</sup>, Љубодраг Вујисић<sup>3</sup>, Пеђа Јанаћковић<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Београду – Биолошки факултет, Катедра за морфологију и систематику биљака, Београд, Србија

<sup>2</sup>Мађарски Универзитет за пољопривреду и природне науке, Институт за хортикултурне науке, Будимпешта, Мађарска

<sup>3</sup>Универзитет у Београду – Хемијски факултет, Београд, Србија

\*maja.radulovic@bio.bg.ac.rs

У овом раду је анализиран састав етарског уља (ЕУ) изолованог из различитих надземних делова врсте *Artemisia annua* L. (слатки пелин) из Србије. Биљни материјал је прикупљен у фази цветања, осушен на собној температури у мраку и подељен у три групе: изданци без листова и цвасти (ИБЛЦ), листови (Л) и цвасти (Ц). Издвојени биљни делови подвргнути су хидродестилацији помоћу Клевенцерове апаратуре и анализирани помоћу GC-FID/MS. Укупно су идентификоване 32 компоненте у ЕУ ИБЛЦ, 18 у ЕУ Л и 28 у ЕУ Ц. Доминантна група једињења у свим тестираним ЕУ били су оксигеновани монотерпени. Главна компонента у свим етарским уљима је артемизија кетон (ИБЛЦ – 52,62%, Л – 33,41% и Ц – 53,48%). Друге доминантне компоненте су енказамен (17,69%) у ЕУ Л и  $\alpha$ -пинен у ЕУ ИБЛЦ и Ц (8,89% и 9,00%). ЕУ ИБЛЦ и Ц су такође имали велике количине камфора (8,61% и 8,68%), и 1,8-цинеола (7,52% и 7,65%). Енказамен и лонгиборнеол су пронађени једино у ЕУ Л, етил 2-метилбутират, хексил изовалерат, *cis*-хризантенил ацетат, 4-карвоментенол једино у ЕУ Ц, док су терпинолен и  $\alpha$ -копен били присутни једино у ЕУ ИБЛЦ. Разлике у квалитативном и квантитативном саставу ЕУ у корелацији са одговарајућом литературом могу да се користе као хемофенетички карактери.

**Кључне речи:** GC-MS, артемизија кетон, биљни делови

## THE ESSENTIAL OIL COMPOSITION OF DIFFERENT AERIAL PARTS OF *Artemisia annua* L. (Asteraceae) FROM SERBIA

Maја Radulović<sup>\*1</sup>, Milan Gavrilović<sup>1</sup>, Péter Radásci<sup>2</sup>, Ljubodrag Vujisić<sup>3</sup>, Peđa Janačković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade – Faculty of Biology, Chair of Plant Morphology and Systematics, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Horticultural Sciences, Budapest, Hungary

<sup>3</sup>University of Belgrade – Faculty of Chemistry, Belgrade, Serbia

\*maja.radulovic@bio.bg.ac.rs

In this work the composition of essential oil (EO) isolated from different aerial parts of *Artemisia annua* L. (sweet wormwood) from Serbia was investigated. Plant material was

collected during the flowering period, dried at room temperature in the dark and divided into three groups: shoots without leaves and inflorescences (SWLI), leaves (L), and inflorescences (I). Separated plant parts were subjected to hydrodistillation using a Clevenger type apparatus and analyzed by GC-FID/MS. In total, 32 compounds were identified in SWLI, 18 in L, and 28 in I. The dominant group of compounds in all tested EOs were oxygenated monoterpenes. The principal compound in all three EOs was artemisia ketone (SWLI – 52.62%, L – 33.41%, and I – 53.48%). The second dominant compound was enzacamene in L (17.69%), and  $\alpha$ -pinene in SWLI and I (8.89%, and 9.00% respectively). SWLI and I EOs also contained a high amounts of camphor (8.61%, and 8.68%, respectively), and 1.8-cineole (7.52%, and 7.65% respectively). Enzacamene and longiborneol were found only in L EO; ethyl 2-methylbutyrate, hexyl isovalerate, *cis*-chrysanthenyl acetate, 4-carvomenthenol only in I EO, while terpinolene and  $\alpha$ -copaene was present only in SWLI EO. Differences in qualitative and quantitative composition of EO correlated with appropriate literature data can be used as chemophenetic characters.

**Keywords:** GC-MS, artemisia ketone, plant parts

## ХЕМИЈСКИ САСТАВ И АНТИМИКРОБНИ ПОТЕНЦИЈАЛ ЕТАРСКИХ УЉА ВРСТЕ *Artemisia arborescens* L.

Јелена Лазаревић<sup>\*1</sup>, Бојан Златковић<sup>2</sup>, Гордана Стојановић<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Нишу, Медицински факултет, Ниш, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Ниш, Србија

<sup>3</sup>Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, Департман за хемију, Ниш, Србија

\*jelena.lazarevic@medfak.ni.ac.rs

*Artemisia arborescens* L. је морфолошки варијабилна врста. Као лековита биљка има традиционалну употребу у Медитеранској регији, са етнофармаколошком референцом из XVI века. Хемијски профил етарских уља (ЕО) *A. arborescens* је варијабилан, што је потврђено заступљеношћу разноврсних хемотипова. Текућа студија проучава састав ЕО и антимикуробну активност два узорка *A. arborescens*: са југа Италије (Етна, Сицилија) и северозападне Грчке (Парга, Епир). Узорци уља добијени су из надземних делова биљака које су биле у фази цветања, методом хидродестилације по Клевенцеру. Анализа је извршена коришћењем аналитичког GC (FID) и GC/MS. Минимална инхибиторна концентрација (МИЦ) ЕО одређена је применом бујон микродилуционог метода у плочама за микротитрацију са 96 места. За тестирање антимикуробне активности коришћене су свеже припремљене културе лабораторијских сојева грам-позитивних (*Bacillus subtilis* и *Staphylococcus aureus*) и грам-негативних (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Salmonella typhimurium*) бактерија, као и плесни/гљивица (*Aspergillus niger* и *Candida albicans*). Утврђено је да испитивани узорци ЕО припадају различитим хемотиповима. Узорак пореклом са југа Италије је хамазуленски хемотип (66,86%), док је узорак из северозападне Грчке камфорни (54,05%). Тестирана ЕО значајно су инхибирала раст обе грам-позитивне бактерије. И хамазуленски и камфорни хемотипови испољили су бољу активност делујући јаче на грам-позитивне бактерије. Узорци ЕО *A. arborescens* показују и селективност, јер само хамазуленски тип делује као фунгистатски агенс.

**Кључне речи:** *Artemisia arborescens*, хамазуленски и камфорни хемотип, микродилуциони метод

## CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIMICROBIAL POTENTIAL OF *Artemisia arborescens* L. ESSENTIAL OILS

Jelena Lazarević<sup>\*1</sup>, Bojan Zlatković<sup>2</sup>, Gordana Stojanović<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Niš, Faculty of Medicine, Niš, Serbia

<sup>2</sup>University of Niš, Faculty of Sciences and Mathematics, Department of Chemistry, Niš, Serbia

<sup>3</sup>University of Niš, Faculty of Sciences and Mathematics, Department of Biology and Ecology, Niš, Serbia

\*jelena.lazarevic@medfak.ni.ac.rs

*Artemisia arborescens* L. is a morphologically variable species. Herb is listed among Mediterranean traditional medicinal plants, with ethnopharmacological reference dating back to the 16<sup>th</sup> century. The chemical profile of *A. arborescens* essential oils (EOs) was shown to be quite variable and various chemotypes have been identified. In this study, we determined EO composition and antimicrobial activities of *A. arborescens* collected from two different locations in the Mediterranean: S Italy (Mt Etna, Sicily) and NW Greece (Parga, Epirus). The EO samples were obtained from aerial parts of the full flowering plants by hydrodistillation using Clevenger apparatus. The analysis of the oils was performed by means of analytical GC (FID) and GC/MS. The minimal inhibitory concentration (MIC) of EOs was determined using a broth microdilution method in 96-well microtitre plates. Freshly prepared cultures of laboratory strains of Gram-positive (*Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus*) and Gram-negative (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Salmonella typhimurium*) bacteria, as well as molds/fungi (*Aspergillus niger* and *Candida albicans*) were used to test the antimicrobial activity. EO analysis results segregated samples to two different chemotypes: the one originating from S Italy is a chamazulene (66.86%) and the one from Greece is a camphor chemotype (54.05%). Both EOs remarkably inhibited the growth of two Gram-positive bacteria. Both chamazulene and camphor chemotype exhibited better activity against Gram-positive than Gram-negative bacteria. The EO samples of *A. arborescens* also show selectivity, as only the hamazulene type acts as a fungistatic agent.

**Keywords:** *Artemisia arborescens*, chamazulene and camphor chemotypes, microdilution method

## ИСПАРЉИВЕ КОМПОНЕНТЕ ИЗОЛОВАНЕ ИЗ РАЗЛИЧИТИХ ДЕЛОВА ВРСТЕ *Xanthium spinosum* L. (Asteraceae) ИЗ СРБИЈЕ

Милица Милетић<sup>\*1</sup>, Александра Топаловић<sup>1</sup>, Немања Рајчевић<sup>1</sup>, Љубодраг  
Вујисић<sup>2</sup>, Милан Гавриловић<sup>1</sup>, Пеђа Јанаћковић<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Београду – Биолошки факултет, Катедра за морфологију и систематику биљака, Београд, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Београду – Хемијски факултет, Катедра за органску хемију, Београд, Србија

\*milica.miletic@bio.bg.ac.rs

*Xanthium spinosum* L. је веома инвазивна једногодишња зељаста биљка космополитске дистрибуције. Врста је широко распрострањена на територији Србије и насељава рудерална станишта и обрадива поља. У овом раду анализиран је састав испарљивих компоненти изолованих из корена, листова и плодова врсте *X. spinosum*, сакупљене у Србији. Етарска уља су добијена методом симултане дестилације и екстракције помоћу Ликенс-Никерсонове апаратуре и анализирана помоћу GC-FID/MS. Пронађено је укупно 120 компоненти од којих је највећи број у корену (74), затим у листовима (48), док је најмањи број компоненти пронађен у плодовима (27). Доминантна класа једињења у свим истраживаним уљима су сесквитерпени (21,98% у листовима, 44,29% у корену и 90,92% у плодовима). Од сесквитерпена, сесквитерпенски

угљоводоници су више заступљени у листовима и плодовима (15,30% и 59,32%) од оксидованих сесквитерпена (6,68% и 31,60%), док су у корену више заступљени оксидовани сесквитерпени (27,12%) у односу на заступљеност сесквитерпенских угљоводоника (17,17%). Заступљеност монотерпена (укупни монотерпени) је 1,10% у корену, 4,82% у плодовима и 19,31% у листовима. Слично као код сесквитерпена, монотерпенски угљоводоници су више заступљени у листовима и плодовима (16,02% и 4,82%), док су оксидовани деривати монотерпена више заступљени у корену (0,97%). Оксидовани монотерпени нису детектовани међу испарљивим компонентама плодова. Три истраживана уља су се разликовала у различитим доминантним компонентама: једна неидентификована компонента је главни испарљиви метаболит у корену (43,52%), 1-етил-3,5-диизопропилбензен у листовима (13,05%), док је гермакрен Де главни конституент у плодовима (38,18%). Ово истраживање је прелиминарно и у наредном периоду ће пажња бити посвећена одређивању структуре доминантног једињења детектованог у корену. Разлике у хемијском саставу испарљивих компоненти између различитих делова *X. spinosum*, као и поређење са претходним истраживањима су дискутовани.

**Кључне речи:** GC-MS, гермакрен Де, корен, лист, плод

## VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS OF DIFFERENT PARTS OF *Xanthium spinosum* L. (Asteraceae) FROM SERBIA

Milica Miletic<sup>\*1</sup>, Aleksandra Topalović<sup>1</sup>, Nemanja Rajčević<sup>1</sup>, Ljubodrag Vujisić<sup>2</sup>, Milan Gavrilović<sup>1</sup>, Peđa Janačković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade – Faculty of Biology, Chair of Plant Morphology and Systematics, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>University of Belgrade – Faculty of Chemistry, Chair of Organic Chemistry, Belgrade, Serbia

\*milica.miletic@bio.bg.ac.rs

*Xanthium spinosum* L. is a highly invasive annual herbaceous plant with a cosmopolitan distribution. The species is widespread in Serbia and inhabits ruderal areas and agricultural fields. In this study, the composition of volatile organic compounds isolated from roots, leaves, and fruits of *X. spinosum* collected in Serbia is analyzed. Essential oils were obtained by simultaneous distillation and extraction using a Likens-Nickerson type apparatus and analyzed by GC-FID/MS. In total, 120 compounds were detected, with the highest number of compounds detected in the roots (74), followed by leaves (48), and the lowest number detected in the fruit volatiles (27). Sesquiterpenes were the dominant class of compounds in all investigated oils (21.98% in leaves, 44.29% in roots, and 90.92% in fruits). Sesquiterpene hydrocarbons were more abundant in leaves and fruits (15.30% and 59.32%, respectively) than oxygenated sesquiterpenes (6.68% and 31.60%, respectively), while in roots, oxygenated sesquiterpenes were more represented (27.12%) in relation to sesquiterpene hydrocarbons (17.17%). In the case of monoterpenes (total monoterpenes: 1.10% in roots, 4.82% in fruits, and 19.31% in leaves), a similar occurrence is observed; monoterpene hydrocarbons were more abundant in leaves and fruits (16.02% and 4.82%, respectively), while oxygenated monoterpenes were more present in roots (0.97%). Oxygenated monoterpenes were not detected in the fruit volatiles. Three investigated oils differed in three different dominant constituents: an unidentified constituent was principal in the roots (43.52%), 1-ethyl-3,5-diisopropylbenzene in the leaves (13.05%), while germacrene D was principal in the fruits (38.18%). The current study is a preliminary and in the following period attention will be dedicated to determining the structure of the dominant compound detected in the roots volatiles. The difference in the chemical composition of volatiles between different plant parts of *X. spinosum*, as well as a comparison with previous studies, are discussed.

**Keywords:** GC-MS, germacrene D, root, leaf, fruit

## ХЕМИЈСКИ САСТАВ ЕТАРСКОГ УЉА И ВОДНОЕТАНОЛНОГ ЕКСТРАКТА ХЕРБЕ *Micromeria nervosa* (DESF.) BENTH. (Lamiaceae)

Виолета Милутиновић<sup>\*1</sup>, Љубош Ушјак<sup>1</sup>, Марјан Никетић<sup>2,3</sup>, Силвана Петровић<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Београду – Фармацеутски факултет, Катедра за фармакогнозију, Београд, Србија

<sup>2</sup>Природњачки музеј, Београд, Србија

<sup>3</sup>Српска академија наука и уметности, Београд, Србија

\*violeta.milutinovic@pharmacy.bg.ac.rs

Биљке рода *Micromeria* Benth. (Lamiaceae) традиционално се користе код срчаних тегаба, респираторних болести (астме), главобоље, прехладе, у третману рана и инфекција коже. Неке од њих су испитиване у погледу композиције секундарних метаболита, као и фармаколошких активности. Циљ овог рада био је испитивање хемијског састава етарског уља и воденоетанолног екстракта хербе, тј. листова и цветова одвојених од стабљика након сушења врсте *Micromeria nervosa* (Desf.) Benth. Овај ароматични полужбун настањује стеновита места у ниској жбунастој вегетацији у централном и источном Медитерану. Расте на извесној удаљености од морске обале, често и у близини насеља или у маслињацима. Листови су кожасте, ситни, јајасте, са истакнутим нервима на наличју. Од четири до 20 двоуснатих цветова боје слеза, распоређено је у привидним пршљеновима сложене класолике цвасти. Биљни материјал за ово истраживање прикупљен је на полуострву Метана у јужној Грчкој у мају 2023. године и осушен на собној температури. Етарско уље изоловано је из листова и цветова дестилацијом воденом паром у апаратури по Клевенцеру и анализирано гасном хроматографијом са пламено-јонизационом и масеном детекцијом (GC-FID-MS). Принос је износио 3,38% (*m/m*). У етарском уљу идентификовано је 30 компонената које су чиниле 99,40% укупног уља. Доминантни састојци били су монотерпени, и то оксидовани (43,90%) и неоксидовани (50,20%). Најзаступљеније појединачне компоненте били су карвакрол (40,5%) и  $\gamma$ -терпинен (32,40%), а следио их је по количини *p*-цимен (8,60%). Сесквитерпена је било значајно мање, укупно 5,30%. Додатно, спрашени листови и цветови екстраховани су разблаженим етанолом (70% *m/m*, 1:50 *m/V*; мацерација, 2  $\times$  72 сата) и екстракт осушен под сниженим притиском. Одговарајућим спектрофотометријским поступцима у сувом воденоетанолном екстракту одређен је садржај укупних полифенола (20,21%, број грама галне киселине/100 g сувог екстракта), танина (11,80%), деривата дихидроксициметне киселине (19,61%, изражено као хлорогенска киселина) и флавоноида (6,01%, изражено као хиперозид). Екстракт је анализиран и применом течне хроматографије са UV и масеном детекцијом (LC-MS). Компоненте екстракта идентификоване су применом аутентичних стандардних супстанци или је анализом UV и MS спектра утврђена њихова највероватнија структура. Одређивање њиховог садржаја извршено је методом екстерног стандарда. LC-MS анализом у воденоетанолном екстракту детектовано је 27 полифенола и то 17 флавоноида (11 флавона: апигенин, лутеолин, њихови хетерозиди и хетерозиди њихових деривата; два флавонска C-хетерозида; по два хетерозида флавонола и флавана) и десет фенолкарбоксилних киселина (розмаринска киселина, осам салвианолинских киселина и један дериват кафеине киселине). Доминантан полифенол била је розмаринска киселина (6,53%). Међу флавоноидима, најзаступљенији је био лутеолин 7-*O*-глукуронид (2,68%). Остала полифенолна једињења била су заступљена у знатно мањим количинама (0,005–0,92%).

**Кључне речи:** *Micromeria nervosa*, етарско уље, GC-FID-MS, монотерпени, воденоетанолни екстракт, LC-MS, полифеноли

**Захвалница:** Истраживање је реализовано захваљујући финансијама које је обезбедило Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије, у складу са Уговором са Универзитетом у Београду, Фармацеутски факултет (број уговора: 451-03-47/2023-01/200161).

## CHEMICAL COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL AND HYDROETHANOL EXTRACT OF HERB OF *Micromeria nervosa* (DESF.) BENTH. (Lamiaceae)

Violeta Milutinović<sup>\*1</sup>, Ljuboš Ušjak<sup>1</sup>, Marjan Niketić<sup>2,3</sup>, Silvana Petrović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade – Faculty of Pharmacy, Chair of Pharmacognosy, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>Natural History Museum, Belgrade, Serbia

<sup>3</sup>Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade, Serbia

\*violeta.milutinovic@pharmacy.bg.ac.rs

Species belonging to the genus *Micromeria* Benth. (Lamiaceae) are traditionally used in the treatment of heart problems, respiratory diseases (asthma), headaches, cold, wounds and skin infections. For some of them the composition of secondary metabolites, as well as pharmacological activities were investigated. The aim of this work was to investigate chemical composition of the essential oil and the hydroethanol extract of the herb (*i.e.* leaves and flowers separated from the stems after drying) of *Micromeria nervosa* (Desf.) Benth. This aromatic dwarf shrub inhabits rocky places in shrubby vegetation in the central and eastern Mediterranean. It grows at some distance from the sea coast, often near settlements or in olive groves. The leaves are leathery, small, egg-shaped, with prominent nerves on the surface. Four to 20 sympetalous, mauve-colored flowers are arranged in pseudo-whorls of a compound spike-like inflorescence. The plant material for this investigation was collected on the Methana peninsula in southern Greece in May 2023, and dried at room temperature. The essential oil was isolated from the leaves and flowers by hydrodistillation in a Clevenger-type apparatus and analyzed by gas chromatography with flame ionization and mass detection (GC-FID-MS). The yield was 3.38% (*w/w*). Thirty components were identified in the essential oil, accounting for 99.40% of the total oil. The dominant constituents were monoterpenes, oxygenated (43.90%) and non-oxygenated (50.20%). The most abundant individual components were carvacrol (40.50%) and  $\gamma$ -terpinene (32.40%), followed by *p*-cymene (8.60%). Amount of sesquiterpenes was significantly lower (in total 5.3%). Additionally, powdered leaves and flowers were extracted with EtOH (70% *w/w*, 1:50 *w/V*; maceration, 2 × 72 h), and the extract was dried under reduced pressure. By appropriate spectrophotometric procedures, the total content of polyphenols (20.21%, g of gallic acid equivalent – GAE/100 g of dried extract), tannins (11.80%), dihydroxycinnamic acid derivatives (19.61%, expressed as chlorogenic acid), and flavonoids (6.01%, expressed as hyperoside) were determined. The extract was also analysed using liquid chromatography with UV and mass spectrometry (LC-MS). The extract components were identified using authentic standard substances or their most probable structures were provided by the UV and MS spectral data. Their content was determined using the external standard method. In LC-MS analysis, 27 components were detected in the hydroethanol extract, *i.e.* 17 flavonoids (11 flavones: apigenin, luteolin, their glycosides and the glycosides of their derivatives; 2 flavone C-glycosides; 2 flavonol and 2 flavan glycosides) and 10 phenolic acids (rosmarinic acid, 8 salvianolic acids, and 1 caffeic acid derivative). The most dominant polyphenol was rosmarinic acid (6.53%). Among flavonoids, the most abundant was luteolin 7-*O*-glucuronide (2.68%). The other polyphenol compounds were present in much smaller amounts (0.005–0.92%).

**Keywords:** *Micromeria nervosa*, essential oil, GC-FID-MS, monoterpenes, hydroethanol extract, LC-MS, polyphenols

**Acknowledgement:** The research was funded by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation, Republic of Serbia, through the Grant Agreement with the University of Belgrade - Faculty of Pharmacy (grant no. 451-03-47/2023-01/200161).

## САДРЖАЈ РУЗМАРИНСКЕ И КАФЕНЕ КИСЕЛИНЕ У ЕТАНОЛНИМ ЕКСТРАКТИМА ЛИСТА БОСИЉКА (*Ocimum basilicum* L.)

Душанка Китић<sup>\*1</sup>, Славољуб Живановић<sup>2</sup>, Бојана Миладиновић<sup>1</sup>, Милица  
Милутиновић<sup>1</sup>, Сузана Бранковић<sup>3</sup>, Немања Китић<sup>4</sup>, Бојан Златковић<sup>5</sup>, Милош  
Јовановић<sup>1</sup>, Јелена Станковић<sup>4</sup>, Милица Ранђеловић<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Нишу, Медицински факултет, Катедра Фармација, Ниш, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Нишу, Медицински факултет, Научноистраживачки центар за биомедицину, Ниш, Србија

<sup>3</sup>Универзитет у Нишу, Медицински факултет, Катедра Физиологија, Ниш, Србија

<sup>4</sup>Универзитет у Нишу, Медицински факултет, Ниш, Србија

<sup>5</sup>Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Ниш, Србија

\*dusanka.kitic@medfak.ni.ac.rs

Босиљак (*Ocimum basilicum* L.) је лековита и зачинска биљна врста из фамилије Lamiaceae, цењена и широко коришћена у традиционалној медицини. Фармаколошки ефекти, попут антиоксидативног и антиинфламаторног, се приписују високом садржају рузмаринске и кафене киселине. Циљ ове студије је одређивање садржаја рузмаринске и кафене киселине у етанолним екстрактима листа босиљка применом течне хроматографије високог учинка (HPLC). Као биљни материјал коришћен је осушени лист набављен из прехранбене индустрије „Yumis”. Биљни материјал екстрахован је апсолутним, 80% и 60% етанолом, методама једноструке мацерације, дигестије и ултразвука. Садржај рузмаринске и кафене киселине одређен је хроматографијом високог учинка, а изражен је у  $\mu\text{g}/\text{mg}$  екстракта. Највећи садржај рузмаринске киселине забележен је код 60% етанолног екстракта припремљеним методом једноструке мацерације ( $77,747 \pm 3,111 \mu\text{g}/\text{mg}$ ), а најмањи код етанолног екстракта припремљеним апсолутним етанолом методом ултразвука ( $17,022 \pm 0,123 \mu\text{g}/\text{mg}$ ). Највећи садржај кафене киселине забележен је код етанолног екстракта припремљеним 80% етанолом методом једноструке мацерације ( $2,686 \pm 0,011 \mu\text{g}/\text{mg}$ ), а најмањи код етанолног екстракта припремљеним апсолутним етанолом методом ултразвука ( $0,775 \pm 0,008 \mu\text{g}/\text{mg}$ ). Резултати овог истраживања показују да биљна врста *O. basilicum* има висок садржај рузмаринске и кафене киселине. Због богатог хемијског састава и високог садржаја рузмаринске и кафене киселине, очекује се значајна фармаколошка активност у даљим испитивањима.

**Кључне речи:** *Ocimum basilicum* L., рузмаринска киселина, кафена киселина, екстракти

**Захвалница:** Истраживање је финансирало Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (пројекат број 451-03-47/2023-01/200003 и 451-03-47/2023-01/200113) и Медицински факултет, Универзитета у Нишу (интерни пројекат број 68).

## THE ROSMARINIC AND CAFFEIC ACID CONTENTS OF ETHANOL BASIL (*Ocimum basilicum* L.) LEAF EXTRACTS

Dušana Kitić<sup>\*1</sup>, Slavoljub Živanović<sup>2</sup>, Bojana Miladinović<sup>1</sup>, Milica Milutinović<sup>1</sup>,  
Suzana Branković<sup>3</sup>, Nemanja Kitić<sup>4</sup>, Bojan Zlatković<sup>5</sup>, Miloš Jovanović<sup>1</sup>, Jelena  
Stanković<sup>4</sup>, Milica Randelović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Niš, Faculty of Medicine, Chair of Pharmacy, Niš, Serbia

<sup>2</sup>University of Niš, Faculty of Medicine, Research Center for Biomedicine, Niš, Serbia

<sup>3</sup>University of Niš, Faculty of Medicine, Chair of Physiology, Niš, Serbia

<sup>4</sup>University of Niš, Faculty of Medicine, Niš, Serbia

<sup>5</sup>University of Niš, Faculty of Sciences and Mathematics, Department of Biology and Ecology, Niš, Serbia

\*dusanka.kitic@medfak.ni.ac.rs

Basil (*Ocimum basilicum* L.), a medicinal and spice plant species from the Lamiaceae family, is highly appreciated and widely used in traditional medicine. Its pharmacological effects,



such as antioxidant and anti-inflammatory effects are attributed to the high content of rosmarinic and caffeic acids. The aim of this study is to determine the content of rosmarinic and caffeic acids of ethanol basil leaf extracts using high-performance liquid chromatography (HPLC). A dried leaf, purchased from the "Yumis" food company, was used as a plant material. The plant material was subjected to extraction with absolute, 80% and 60% ethanol using single maceration, digestion and ultrasound methods. The content of the rosmarinic and caffeic acid was quantified by high-performance liquid chromatography, and expressed in  $\mu\text{g}/\text{mg}$  of extract. The highest content of rosmarinic acid was measured in the 60% ethanol extract prepared by the single maceration method ( $77.747 \pm 3.111 \mu\text{g}/\text{mg}$ ), and the lowest content was measured in the ethanol extract prepared with absolute ethanol using the ultrasonic method ( $17.022 \pm 0.123 \mu\text{g}/\text{mg}$ ). The highest content of caffeic acid was determined in the ethanol extract prepared with 80% ethanol using the single maceration method ( $2.686 \pm 0.011 \mu\text{g}/\text{mg}$ ), and the lowest content was quantified in the ethanol extract prepared with absolute ethanol using the ultrasonic method ( $0.775 \pm 0.008 \mu\text{g}/\text{mg}$ ). The results of this research show that the plant species *O. basilicum* has a high content of rosmarinic and caffeic acids. Due to its rich chemical composition and high content of rosmarinic and caffeic acid, significant pharmacological activity is expected in further investigations.

**Keywords:** *Ocimum basilicum* L., rosmarinic acid, caffeic acid, extracts

**Acknowledgement:** The research was funded by the Serbian Ministry of Science, Technological Development and Innovation (grant numbers 451-03-47/2023-01/200003 and 451-03-47/2023-01/200113) and by the Faculty of Medicine, University of Niš, Serbia (Internal Project, grant number 68).

## ФЕНОЛНИ САСТОЈЦИ МЕТАНОЛНОГ ЕКСТРАКТА ХЕРБЕ *Stachys subcrenata*

Јелена Кукић-Марковић<sup>\*1</sup>, Виолета Милутиновић<sup>1</sup>, Марјан Никетић<sup>2,3</sup>, Силвана Петровић<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Београду – Фармацеутски факултет, Катедра за фармакогнозију, Београд, Србија

<sup>2</sup>Природњачки музеј, Београд, Србија

<sup>3</sup>Српска академија наука и уметности, Београд, Србија

\*jelena.kukic@pharmacy.bg.ac.rs

*Stachys subcrenata* Vis. (Lamiaceae) је вишегодишња зељаста биљка која припада комплексној групи *S. recta* и данас се углавном сматра њеном подврстом. Описана је из Далмације и до сада је са сигурношћу позната за приобаље и залеђе Јадранског мора, иако се наводи и за источни и јужни Балкан, Анадолију и Иран. Настањује каменита и стеновита места, често и поред морске обале. Ова врста је до сада спорадично испитивана и то у погледу садржаја и састава етарског уља хербе и композиције иридоида, флавоноида и фенолкарбоксилних киселина поларних екстраката листова и цветова. Циљ овог рада било је испитивање фенолних састојака *S. subcrenata* применом течне хроматографије са масеном спектрометријом (LC-MS). Надземни делови биљака у цвету (хербе) прикупљени су на хрватском приморју (у околини Винодола). Биљни материјал је након сушења на собној температури самлевен и сукцесивно екстрахован хлороформом и метанолом. За LC-MS анализу коришћен је суви метанолни екстракт. Резултати су указали на присуство фенолних једињења из три класе секундарних метаболита: две фенолкарбоксилне киселине, четири фенилетанска хетерозида и 16 флавоноида. Флавоноидну фракцију су чинили готово искључиво 8-хидроксифлавонони, деривати хиполаетина и изоскутелареина. Екстракт је такође карактерисало и присуство два ацилована гликозида апигенина, вероватно кумароил деривата. У овом раду, присуство актеозида и преостала три фенилетанска хетерозида, као и већине

детектованих флавоноида по први пут је установљено у херби *S. subcrenata*, са изузетком 7-*O*-ацетилалозилглукозида изоскутелареина, 4'-*O*-метилизоскутелареина и 4'-*O*-метилхиполаетина. Такође, по први пут је извршена и квантитативна анализа испитиваног екстракта. Од детектованих фенолкарбоксилних киселина хлорогенска је била највише заступљена (1,67%). Међу фенилетанским хетерозидима (4,31%), актеозид је био доминантно једињење (3,70%). Генерално, у испитиваном екстракту хербе *S. subcrenata* најзаступљенији су били деривати хиполаетина, чијих је осам једињења имало удео од 37,90%, док је удео шест деривата изоскутелареина био значајно мањи (9,18%). Главни флавоноиди били су хиполаетин-7-*O*-[6'''-ацетилалозил-(1→2)]-глукопиранозид (15,19%) и 4'-*O*-метилхиполаетин-7-*O*-[6'''-ацетилалозил-(1→2)]-глукопиранозид (12,12%).

**Кључне речи:** *Stachys subcrenata*, метанолни екстракт хербе, LC-MS, флавоноиди, фенолетански хетерозиди, фенолкарбоксилне киселине

**Захвалница:** Истраживање је реализовано захваљујући финансијама које је обезбедило Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије, у складу са Уговором са Универзитетом у Београду, Фармацеутски факултет (број уговора: 451-03-47/2023-01/200161).

## PHENOLIC CONSTITUENTS OF *Stachys subcrenata* HERB METHANOL EXTRACT

Jelena Kukić-Marković<sup>\*1</sup>, Violeta Milutinović<sup>1</sup>, Marjan Niketić<sup>2,3</sup>, Silvana Petrović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade – Faculty of Pharmacy, Chair of Pharmacognosy, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>Natural History Museum, Belgrade, Serbia

<sup>3</sup>Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade, Serbia

\*jelena.kukic@pharmacy.bg.ac.rs

*Stachys subcrenata* Vis. (Lamiaceae) is a perennial herb that belongs to the complex group *S. recta* and nowadays it is mostly considered as its subspecies. It has been described from Dalmatia, and so far it is known with certainty for the coast and hinterland of the Adriatic Sea, although it was also reported for the eastern and southern Balkans, Anatolia and Iran. Plant inhabits stony and rocky places, often by the sea coast. Previously it was scarcely investigated considering content and composition of flowering aerial parts essential oil, and composition of iridoids, flavonoids and phenolic acids in polar leaf and flower extracts. The aim of this work was to investigate the phenolic constituents of *S. subcrenata* using liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS) method. The flowering aerial parts (herbs) of the plants were collected from the Croatian coastline (vicinity of Vinodol). The plant material was air-dried, powdered, and successively extracted with chloroform and methanol. Obtained dry methanol extract was used for LC-MS analysis. The results showed the presence of phenolic compounds, belonging to 3 classes of secondary metabolites: 2 phenolic acids, 4 phenylethanol glycosides and 16 flavonoids. The flavonoid fraction consisted almost exclusively of 8-hydroxyflavones, derivatives of hypolaetine and isoscutellareine. The extract was also characterized by the presence of 2 acylated apigenin glycosides, probably coumaroyl derivatives. In this work, the presence of acteoside and remaining 3 phenylethanoids, as well as majority of detected flavonoids was established for the first time in *S. subcrenata* herb, with the exception of 7-*O*-acetylallosylglucosides of isoscutellareine, 4'-*O*-methylisoscutellareine and 4'-*O*-methylhypolaetine. Also, the quantitative analysis of the investigated extract was performed for the first time. Chlorogenic acid was more prominent phenolic acid (1.67%). Among phenylethanol glycosides (4.31%), acteoside was the dominant one (3.70%). Generally, in investigated *S. subcrenata* herb extract the hypolaetine derivatives were the most abundant, with 8 compounds accounting for 37.90% of the extract; 6 isoscutellareine derivatives

accounted for a much smaller proportion (9.18%). Main flavonoids were hypolaetine-7-O-[6'''-acetylallosyl-(1→2)]-glucopyranoside (15.19%) and 4'-O-methylhypolaetine-7-O-[6'''-acetylallosyl-(1→2)]-glucopyranoside (12.12%).

**Keywords:** *Stachys subcrenata*, herb methanol extract, LC-MS, flavonoids, phenylethanoid glycosides, phenolic acids

**Acknowledgement:** The research was funded by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation, Republic of Serbia, through the Grant Agreement with the University of Belgrade – Faculty of Pharmacy (grant no. 451-03-47/2023-01/200161).

## ФИТОХЕМИЈСКИ САСТАВ ДИПЛОИДНИХ И ТЕТРАПЛОИДНИХ СОРТИ ЦРВЕНЕ ДЕТЕЛИНЕ (*Trifolium pratense* L.)

Мира Микулић<sup>\*1</sup>, Милица Атанацковић Крстоношић<sup>1</sup>, Небојша Кладар<sup>1</sup>, Сања Васиљевић<sup>2</sup>, Снежана Катански<sup>2</sup>, Душан Ракић<sup>3</sup>, Јелена Цвејић<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет, Катедра за фармацију, Нови Сад, Србија

<sup>2</sup>Институт за ратарство и повртарство, Институт од националног значаја за Републику Србију, Нови Сад, Србија

<sup>3</sup>Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет, Катедра за опште инжењерске дисциплине, Нови Сад, Србија

\*mira.bursac@mf.uns.ac.rs

Црвена детелина (*Trifolium pratense* L.) је једна од највише гајених махунарки у умереним и влажним подручјима. Позната је као важан извор изофлавоноа, једињења која припадају малобројној породици фитоестрогена. Црвена детелина се стога, поред соје, често користи као сировина за производњу дијететских суплемената који се препоручују за ублажавање симптома менопаузе. Друга присутна фенолна једињења, са својим антиоксидативним својствима, такође доприносе укупном здравственом потенцијалу ове биљке. Постоји много генетских и еколошких фактора који утичу на садржај фитоестрогена у црвеној детелини, али се мало зна о утицају нивоа плоидности на профил изофлавоноа. Циљ овог рада био је да се утврди састав изофлавоноа, укупни фенолни садржај и антиоксидативни потенцијал различитих биљних делова 30 генотипова црвене детелине, као и да се процени утицај нивоа плоидности на ова својства. Узорци су сакупљени у фази пуног цветања. Различити делови биљке (лист, цвет, стабљика) су затим одвојени и сушени на 60 °C током 48 сати. Хомогенизовани и самлевени биљни материјал је помешан и инкубиран са водом 30 минута на 37 °C. Затим су додати 3M HCl и 96% етанол (1:8) и смеша је загревана до кључања десет минута. Добијени екстракти су пречишћени екстракцијом на чврстој фази (SPE) са HLB кертрицима, пре HPLC анализе. Четири доминантна изофлавоноа (даидзеин, генистеин, формонетин, биоханин А) у екстрактима црвене детелине су раздвојени на Zorbax SB-C<sub>18</sub> колони (250 × 4,6 mm, 5 μm). Мобилна фаза се састојала од воде, подешене сумпорном киселином на рН 2,7 (А) и ацетонитрила (Б), а примењен је градијентни програм. Брзина протока је била 1 ml/min, а таласна дужина детекције 254 nm. Изофлавоно су идентификовани и квантификовани коришћењем калибрационих крива са пет тачака (r<sup>2</sup>≥0,999) и УВ спектра одговарајућих стандардних једињења. Додатно, спектрофотометријски су одређени укупни фенолни садржај (TPC) Folin-Ciocalteu методом и антиоксидативни капацитет (IC<sub>50</sub>) коришћењем DPPH теста. Укупни садржај изофлавоноа, одређен у различитим деловима биљке показао је да су листови генерално најбогатији овим једињењима (у просеку 5,9 mg/g) при чему су доминантни формонетин и биоханин А, док су стабљике имале пет пута мањи

садржај изофлавона. С друге стране, цветови су имали већи ТРС (28,5 mg GAE/g) и антиоксидативну активност (IC<sub>50</sub> 0,099 mg/ml) у поређењу са листовима. Поређење између узорака различите плоидности показало је да тетраплоидне биљке имају сличну антиоксидативну активност као диплодне, али веће вредности ТРС и укупних изофлавона, посебно у листовима и цветовима. Анализа главних компонената је открила да је даидзеин, као важан маркер, првенствено одговоран за одвојено груписање диплоидних и тетраплоидних узорака, при чему узорци 4n плоидије имају веће количине изофлавона од 2n узорака. Забележена варијабилност међу узорцима различите плоидности била је у корелацији са количинама биоханина А и генистеина, као и са антиоксидативним потенцијалом. Дакле, може се закључити да се ниво плоидности може сматрати важним фактором који утиче на садржај и састав биолошки активних једињења у црвеној детелини.

**Кључне речи:** црвена детелина, изофлавони, HPLC, антиоксидативни потенцијал, диплоиди, тетраплоиди

## PHYTOCHEMICAL COMPOSITION OF DIPLOID AND TETRAPLOID RED CLOVER (*Trifolium pratense* L.) GENOTYPES

Mira Mikulić<sup>\*1</sup>, Milica Atanacković Krstonošić<sup>1</sup>, Nebojša Kladar<sup>1</sup>, Sanja Vasiljević<sup>2</sup>, Snežana Katanski<sup>2</sup>, Dušan Rakić<sup>3</sup>, Jelena Cvejić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Medicine, Chair of Pharmacy, Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>Institute of Field and Vegetable Crops, National Institute of the Republic of Serbia, Novi Sad, Serbia

<sup>3</sup>University of Novi Sad, Faculty of Technology, Chair of Basic Engineering Disciplines, Novi Sad, Serbia

\*mira.bursac@mf.uns.ac.rs

Red clover (*Trifolium pratense* L.) is one of the most widely grown leguminous plants in temperate and humid areas. It is well known as an important source of isoflavones, compounds which belong to the narrow family of phytoestrogens. Red clover, next to soybean, is therefore often used as a raw material for production of dietary supplements recommended for alleviation of menopausal symptoms. Other present phenolic compounds with their antioxidant properties also contribute to the overall health potential of this plant. There are many genetic and environmental factors influencing phytoestrogen content in red clover, but little is known about the impact of ploidy level on isoflavone profile. The aim of this study was to determine isoflavone composition, total phenolic content and antioxidant potential of different plant parts of 30 red clover genotypes, and to evaluate the influence of ploidy level on these traits. Samples were collected at the stage of full flowering. Different parts of plant (leaf, flower, stem) were then separated and dried at 60 °C for 48 hours. The homogenized and grounded plant material was mixed and incubated with water for 30 minutes at 37 °C. Then, 3M HCl and 96% ethanol (1:8) were added and mixture was heated and boiled for 10 minutes. Obtained extracts were purified using solid phase extraction (SPE) with HLB cartridges, prior to HPLC analysis. Four dominant isoflavones (daidzein, genistein, formononetin, biochanin A) in the red clover extracts were separated on Zorbax SB-C<sub>18</sub> column (250 × 4.6 mm, 5 μm). The mobile phase consisted of water, adjusted with sulfuric acid to pH 2.7 (A) and acetonitrile (B), and gradient program was applied. The flow-rate was 1 mL/min and the wavelength of detection 254 nm. Isoflavones were identified and quantified using five-point calibration curves ( $r \geq 0.999$ ) and UV spectra of corresponding standard compounds. Additionally, total phenolic content (TPC) by Folin-Ciocalteu method and antioxidative capacity (IC<sub>50</sub>) using DPPH test were determined spectrophotometrically. Total isoflavone content determined in different plant parts showed that leaves are the most abundant in these compounds (5,9 mg/g on average) with formononetin and biochanin A being dominant, while stems had five times

lower content of isoflavones. On the other hand, flowers had generally higher TPC (28.5 mg GAE/g) and antioxidant activity (IC<sub>50</sub> 0.099 mg/mL) compared to leaves. Comparison between 2n and 4n samples showed that 4n plants had similar antioxidant activity as 2n, but higher values of TPC and total isoflavones, especially in leaves and flowers. Principal component analysis revealed that daidzein, as an important marker, is primarily responsible for the separative grouping of 2n and 4n samples, with samples of 4n ploidy having higher quantities than the 2n. The recorded variability among samples of different ploidy was correlated with biochanin A and genistein quantities, as well as with their antioxidant potential. Therefore, it can be concluded that ploidy level might be considered as an important factor influencing content and composition of biologically active compounds in red clover.

**Keywords:** red clover, isoflavones, HPLC, antioxidant potential, diploid, tetraploid

## САДРЖАЈ ФЕНОЛА И АНТИОКСИДАТИВНА АКТИВНОСТ ЕКСТРАКТА НАДЗЕМНОГ ДЕЛА И КОРЕНА ВРСТЕ *Seseli rigidum* WALDST. & KIT

Милица Павловић\*, Горица Ђелић

Универзитет у Крагујевцу, Природно-математички факултет, Институт за биологију и екологију,

Крагујевац, Србија

\*milica.novakovic@pmf.kg.ac.rs

*Seseli rigidum* Waldst. & Kit је ендемска биљна врста која је распрострањена на Балканском полуострву и у Турској. Расте на кречњаку и силикату, каменитом и стеновитом терену. *S. rigidum* је вишегодишња биљка до 50 cm висине, са усправним стаблом и вретенастим кореном. Листови су двојно перасто дељени, а плод шизокарпијум. Ова врста се од давнина користи у народној медицини. Корен има примену у лечњу реуматизма, листови се употребљавају у исхрани, а плодови се користе као средство против надимања. Основни циљ овог истраживања био је да се детаљно утврди и анализира количина присутних фенола, флавоноида и антиоксидативна активност метанолних, етил-ацетатних и ацетонских екстраката *S. rigidum*. Материјал је сакупљен са локалитета Овчарско-кабларска клисура (координате 43°55'07" N, 20°13'17" E). У екстрактима је одређен садржај фенола (Folin-Сiocalteu метода). Укупна количина фенола и флавоноида била је већа у поларним растварачима у односу на неполарни растварач. Садржај флавоноида је одређен методом AlCl<sub>3</sub>. Највећа концентрација измерена је у метанолним екстрактима, фенола из листа (98,66±2,64 mg GA/g) и флавоноидима из стабљике (20,73±0,55 mg RU/g). *In vitro*, антиоксидативни капацитет екстраката процењен је помоћу 2,2-дифенил-1-пикрилхидразида (DPPH), а антиоксидативна активност је изражена као 50% инхибиторна концентрација (IC<sub>50</sub> вредности у µg/mL). Највећа антиоксидативна активност измерена је у метанолном екстракту из листова (25,87±0,05 µg/mL). За разлику од укупног садржаја флавоноида, укупан садржај фенола је у великој корелацији са антиоксидативном активношћу екстраката. Добијени резултати сугеришу да се могу наставити даља испитивања фармаколошког потенцијала врсте *S. rigidum*.

**Кључне речи:** *S. rigidum*, секундарни метаболити, природни антиоксиданс

## PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *Seseli rigidum* WALDST. & KIT AREAL PART AND ROOT EXTRACTS

Milica Pavlović\*, Gorica Đelić

University of Kragujevac, Faculty of Science, Department of Biology and Ecology, Kragujevac, Serbia

\*milica.novakovic@pmf.kg.ac.rs

*Seseli rigidum* Waldst. & Kit is an endemic plant species that is widespread in the Balkan Peninsula and Turkey. It grows on limestone and silicate, stony and rocky terrain. *S. rigidum* is a perennial plant up to 50 cm tall, with an upright stem and a spindle-shaped root. Leaves are twice pinnately divided, fruit is schizocarp. The species has been used in folk medicine since ancient times. The root is used in the treatment of rheumatism, the leaves are used in food, and the fruits are used as an anti-bloating agent. The main goal of this research is to determine and analyze in detail the amount of phenols, flavonoids, and antioxidant activity of methanolic, ethyl-acetate, and acetone extracts of *S. rigidum*. The material was collected from the locality Ovčar-Kablar Gorge (43°55'07" N, 20°13'17" E). The phenol content was determined in the extracts (Folin-Ciocalteu method). The total amount of phenols and flavonoids was higher in polar solvents compared to the non-polar solvent. The content of flavonoids was determined by the AlCl<sub>3</sub> method. The highest concentration was measured in methanolic extracts, phenols from the leaf (98.66±2.64 mg GA/g), and flavonoids from the stem (20.73±0.55 mg RU/g). *In vitro*, the antioxidant capacity of extracts was evaluated by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH), and antioxidant activity was expressed as the 50% inhibitory concentration (IC<sub>50</sub> values in µg/mL). The highest antioxidant activity was measured in the methanol extract from the leaves (25.87±0.05 µg/mL). Unlike total flavonoid content, the total content of phenol is highly correlated with the antioxidant activity of extracts. The obtained results suggest that further investigations of the pharmacological potential of *S. rigidum* can be continued.

**Keywords:** *S. rigidum*, secondary metabolites, natural antioxidant

## *Artemisia annua* L. (Asteraceae) – ХЕМИЈСКА АНАЛИЗА И АНТИОКСИДАТИВНА АКТИВНОСТ

Катарина Радовановић<sup>1</sup>, Небојша Кладар<sup>1</sup>, Маја Хитл<sup>1</sup>, Катарина Бијелић<sup>1</sup>, Благоје Прпа<sup>1</sup>, Милица Аћимовић<sup>2</sup>, Неда Гаварић<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет, Катедра за фармацију, Нови Сад, Србија

<sup>2</sup>Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, Србија

\*katarina.radovanovic@mf.uns.ac.rs

*Artemisia annua*, у народу позната као слатки пелин, је зељаста биљка из фамилије Asteraceae. Од давнина се употребљава у традиционалној медицини као биљка која има антималаријску активност, услед присуства сесквитерпенског лактона артемисина. Такође, садржи феноле и флавоноиде, те се сврстава у биљке са антиоксидативним, антиинфективним и антиинфламаторним дејством. Циљ рада било је испитивање хемијског састава и антиоскидативне активности етанолног екстракта слатког пелина. У етанолном екстракту хербе *A. annua* одређен је садржај укупних фенола методом по Folin-Ciocalteu. Резултати су изражени као mg еквивалента галне киселине/g сувог екстракта (mg ЕГК/g с.е.). Укупни флавоноиди одређени су спектрофотометријски праћењем формирања комплекса са AlCl<sub>3</sub>. Резултати су изражени као mg еквивалента кверцетина/g сувог екстракта (mg ЕК/g с.е.). Антиоксидативна активност одређена је *in vitro* тестовима инхибиције 2,2-дифенил-1-пикрилхидразил (DPPH), хидроксил (ОН),

нитрозо (NO) радикала и тестом инхибиције липидне пероксидације. Резултати су изражени као концентрација при којој је неутралисано 50% радикала тј. концентрација при којој је инхибисано 50% процеса липидне пероксидације (IC<sub>50</sub>). Високофикасном течном хроматографијом (HPLC) извршена је детаљна хемијска карактеризација. Резултати су изражени као µg/g сувог екстракта. Принос екстракције износио је око 15%. Садржај укупних фенола износио је 63,02 mg ЕГК/g с.е. Садржај укупних флавоноида износио је 12,57 mg ЕК/g с.е. Етанолни екстракт показао је највећи потенцијал неутрализације DPPH радикала, при чему је IC<sub>50</sub> износила 1,78 mg/g с.е. Ова вредност за остале слободне радикале износила је 5,17 mg/g с.е. за OH, 79,94 mg/g за NO и 41,56 mg/g с.е. за липидну пероксидацију. Детектовано је присуство кверцетина, хлорогенске и галне киселине помоћу HPLC анализе. У највећој количини детектована је хлорогенска киселина (651 µg/g с.е.). *A. annua* представља богат извор фенола и фенолних киселина. Инхибиторна активност на узрочнике оксидативног стреса (DPPH, OH, NO радикали и реакција пероксидације липида) показује да биљка има добро антиоксидативно дејство. Све ове прелиминарне *in vitro* резултате неопходно је потврдити даљим испитивањима.

**Кључне речи:** слатки пелин, етанолни екстракт, феноли, флавоноиди, антиоксидативна активност

**Захвалница:** Ово истраживање финансирао је Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (број уговора: 451-03-68/2022-14/200114).

## ***Artemisia annua* L. (Asteraceae) – CHEMICAL ANALYSIS AND ANTIOXIDATIVE ACTIVITY**

**Katarina Radovanović<sup>\*1</sup>, Nebojša Kladar<sup>1</sup>, Maja Hitl<sup>1</sup>, Katarina Bijelić<sup>1</sup>, Blagoje Prpa<sup>1</sup>, Milica Aćimović<sup>2</sup>, Neda Gavarić<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Medicine, Chair of Pharmacy, Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia

\*katarina.radovanovic@mf.uns.ac.rs

*Artemisia annua*, popularly known as sweet wormwood, is a herbaceous plant from the family Asteraceae. Since ancient times, it has been used in traditional medicine as a plant that has antimalarial activity, due to the presence of the sesquiterpene lactone artemisinin. It also contains phenols and flavonoids because it is classified as a plant with antioxidant, anti-infective and anti-inflammatory effects. The aim of the work was to examine the chemical composition and antioxidative activity of the ethanolic extract of sweet wormwood. In the ethanolic extract of *A. annua* herb, the content of total phenols was determined using the Folin-Ciocalteu method. The results are expressed as mg gallic acid equivalents/g dry extract (mg GAE/g d.e.). Total flavonoids were determined spectrophotometrically by monitoring the formation of complexes with AlCl<sub>3</sub>. Results are expressed as mg quercetin equivalents/g dry extract (mg QE/g d.e.). Antioxidant activity was determined by *in vitro* tests of inhibition of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), hydroxyl (OH), nitroso (NO) radicals and lipid peroxidation inhibition test. The results are expressed as the concentration at which 50% of the radicals are neutralized, or the concentration at which 50% of the lipid peroxidation process is inhibited (IC<sub>50</sub>). Detailed chemical characterization was investigated by high-performance liquid chromatography (HPLC). The results are expressed as µg/g dry extract. The extraction yield was about 15%. The content of total phenols was 63.02 mg GAE/g d.e. The content of total flavonoids was 12.57 mg QE/g d.e. The ethanolic extract showed the highest DPPH radical neutralization potential, with an IC<sub>50</sub> of 1.78 mg/g d.e. This value for other free radicals was 5.17 mg/g d.e. for OH, 79.94 mg/g for NO and 41.56 mg/g d.e. for lipid peroxidation. The

presence of quercetin, chlorogenic and gallic acids was detected using HPLC analysis. Chlorogenic acid was detected in the highest amount (651 µg/g d.e.). *A. annua* is a rich source of phenols and phenolic acids. The inhibitory activity on the causes of oxidative stress (DPPH, OH, NO radicals and lipid peroxidation reaction) shows that the plant has a good antioxidant effect. All these preliminary *in vitro* results need to be confirmed by further tests.

**Keywords:** sweet wormwood, ethanol extract, phenols, flavonoids, antioxidant activity

**Acknowledgments:** The authors are grateful to The Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia (grant no. 451-03-68/2022-14/200114).

## БИОЛОШКА АКТИВНОСТ ВРСТА РОДА *Hypericum* СЕКЦИЈЕ *Hypericum*

Небојша Кладар<sup>\*1,2</sup>, Биљана Божин<sup>†</sup>, Катарина Бијелић<sup>1,2</sup>, Мирјана Богавац<sup>3</sup>, Маја Караман<sup>4</sup>, Бранислава Срђеновић-Чонић<sup>1,2</sup>, Милица Раг<sup>4</sup>, Горан Аначков<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет, Катедра за фармацију, Нови Сад, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет, Центар за медицинско-фармацеутска истраживања и контролу квалитета, Нови Сад, Србија

<sup>3</sup>Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет, Катедра за гинекологију и акушерство, Клинички центар Војводине, Нови Сад, Србија

<sup>4</sup>Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

\*nebojsa.kladar@mf.uns.ac.rs

Кантарион је од давнина познат као једна од најзначајних лековитих биљака традиционалне медицине. Међутим, многе врсте рода *Hypericum* нису детаљно истражене. Циљ истраживања било је испитивање биолошког потенцијала (антиоксидантног, антихипергликемијског, антихолинергичког, антимикубног и способности инхибиције моноаминооксидаза) и хемијска карактеризација водено-алкохолних екстраката врста рода *Hypericum* аутохтоних на територији Србије и Грчке (*H. tetrapterum*, *H. maculatum* ssp. *immaculatum* и *H. triquetrifolium*). Резултати су указали на присуство хиперицина, хиперфорина, кверцетина и рутина у свим испитаним врстама, док аментофлавонон није детектован једино код *H. maculatum* ssp. *immaculatum*. Уочен је висок ниво сличности хемијских профила *H. tetrapterum* и *H. triquetrifolium* са биолошким извором дроге (*H. perforatum*). Испитане врсте су биле снажни неутрализатори DPPH, OH и NO радикала, али нису показале значајну способност инхибиције процеса липидне пероксидације. Такође, испитане врсте су биле снажни инхибитори активности моноаминооксидазе А и α-глукозидазе, као и слаби инхибитори ацетилхолинестеразе, моноаминооксидазе Б и α-амилазе. Уочено је снажно антимикубно деловање против сојева MRSA *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus* sp. и *Proteus mirabilis*.

**Кључне речи:** *Hypericum*, антихипергликемијско деловање, моноаминооксидазе, ацетилхолинестераза, антимикубно деловање, HPLC-DAD

**Захвалница:** Ово истраживање финансирани су Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број пројекта 451-03-47/2023-01/200114) и Покрајински секретаријат за високо образовање и научноистраживачку делатност Војводине (број пројекта 142-451-3129/2022-01).



## BIOLOGICAL ACTIVITY OF GENUS *Hypericum* SECT. *Hypericum* SPECIES

Nebojša Kladar<sup>\*1,2</sup>, Biljana Božin<sup>†</sup>, Katarina Bijelić<sup>1,2</sup>, Mirjana Bogavac<sup>3</sup>, Maja Karaman<sup>4</sup>, Branislava Srđenović-Čonić<sup>1,2</sup>, Milica Rat<sup>4</sup>, Goran Anačkov<sup>4</sup>

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Medicine, Chair of Pharmacy, Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Medicine, Center for Medical and Pharmaceutical Investigations and Quality Control, Novi Sad, Serbia

<sup>3</sup>University of Novi Sad, Faculty of Medicine, Chair of Obstetrics and Gynecology, Clinical Center of Vojvodina, Novi Sad, Serbia

<sup>4</sup>University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*nebojsa.kladar@mf.uns.ac.rs

St. John's wort has long history of usage in traditional medicine as a potent remedy, while many other species of genus *Hypericum* have not been thoroughly investigated. The present study evaluated biological activity, including antioxidant, antihyperglycemic, anticholinergic, antimicrobial and monoaminoxidase inhibitory potential, of water-alcoholic extracts of three *Hypericum* species autochthonous for Serbia and Greece (*H. tetrapterum*, *H. maculatum* ssp. *immaculatum* and *H. triquetrifolium*), followed by phytochemical profiling. Hypericin and hyperforin, quercetin and rutin were present in all of the evaluated species while amentoflavone was not detected only in *H. maculatum* ssp. *immaculatum*. There was a high level of chemical profiles resemblance of *H. tetrapterum* and *H. triquetrifolium* with the official source of herbal drug (*H. perforatum*). The evaluated species were good scavengers of DPPH, OH and NO radicals, but demonstrated modest potential of lipid peroxidation process inhibition. Furthermore, the evaluated species were shown as potent inhibitors of monoaminoxidase A and  $\alpha$ -glucosidase, and modest inhibitors of acetylcholinesterase, monoaminoxidase B and  $\alpha$ -amylase. The extracts were shown as effective against MRSA *Staphylococcus aureus* and *Enterococcus* sp., as well as against *Proteus mirabilis*.

**Keywords:** *Hypericum*, antihyperglycemic, monoaminoxidases, acetylcholinesterase, antimicrobial, HPLC-DAD

**Acknowledgment:** This research was financed by the Ministry of Science, Technological Development and Innovations (grant no. 451-03-47/2023-01/200114) and the Provincial Secretariat for Higher Education and Scientific Research of Vojvodina (grant no. 142-451-3129/2022-01).

## АНТИИНФЛАМАТОРНА И АНТИОКСИДАНТНА СВОЈСТВА ЕТАНОЛНОГ ЕКСТРАКТА КОРЕНА *Bruckenthalia spiculifolia* (SALISB.) REICHB.

Анђела Драгићевић\*, Јелена Матејић, Драгана Павловић

Универзитет у Нишу, Медицински факултет, Катедра за фармацију, Србија

\*dragicevic.andjela@gmail.com

*Bruckenthalia spiculifolia* (Salisb.) Reichb. (syn. *Erica spiculifolia* Salisb.) је зимзелени жбун висине до 25 cm, са ситним цветовима (круница 2,5–3 mm) груписаним у терминалне цвасти и младим гранама прекривеним длакама. Делимично спојени чашични листићи, као и одсуство брактеола су карактеристике које детерминишу ову биљну врсту као посебну у оквиру фамилије Ericaceae. Биљка расте широм источне Европе и западне Азије, северно од Карпата преко Балкана до североисточне Турске. Биљне врсте које припадају фамилији Ericaceae се традиционално користе као антиреуматици, диуретици, као адстрингентна средства, у лечењу уринарних инфекција, рана, уједа змија и у терапији антиинфламаторних стања. Основни циљ истраживања је

био да се процени *in vitro* антиинфламаторна и антиоксидативна својства етанолног екстракта добијеног од корена *B. spiculifolia*. Биљни материјал је сакупљен у Србији (Власинско језеро) и идентификован на Департману за биологију и екологију, Природно-математичког факултета, Универзитета у Нишу. Хербарски примерак *B. spiculifolia* (бр. ваучера 3364) је депонован у хербаријуму Фармацеутског факултета Универзитета у Београду. Екстракција материје из корена је извршена перколацијом са 70% v/v етанолом у складу са Ph. Eur. 10.0. Екстракт је упарен до сува, у вакууму, на температури испод 40 °C, а принос екстракције је био 11.5%. Антиоксидативна активност етанолног екстракта је испитивана помоћу два различита теста: способност уклањања слободних DPPH радикала и у  $\beta$ -каротен/линоленска киселина тесту. Испитивани узорак је испољио антиоксидативну активност, вредности IC50 2,59±0,10  $\mu\text{g/ml}$  и IC50 9,10±0,81  $\mu\text{g/ml}$  у DPPH и  $\beta$ -каротен/линоленска киселина тесту, редом. Антиинфламаторна својства су испитивана тестом денатурације протеина са воденим раствором БСА (говеђи серум албумин). Етанолни екстракт корена је показао значајно антиинфламаторно дејство са процентом инхибиције денатурације BSA од 87±0,004%, што је мање од стандардне вредности за диклофенак (95,60±0,001%). С обзиром на показану антиоксидативну и антиинфламаторну активност, етанолни екстракт корена *B. spiculifolia* се може потенцијално користити као нови природни ресурс у фармацеутској и козметичкој индустрији. Поред тога, потребна су даља истраживања како би се у потпуности испитао потенцијал корена *B. spiculifolia*.

**Кључне речи:** *Bruckenthalia*, корен,  $\beta$ -каротен/линолеинска киселина тест, BSA

**Захвалница:** Ово истраживање подржали су Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број 451-03-47/2023-01/200113) и Медицински факултет, Универзитета у Нишу (интерни пројекат бр. 15).

## ANTIINFLAMMATORY AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF ETHANOLIC ROOT EXTRACT OF *Bruckenthalia spiculifolia* (SALISB.) REICHB.

Andela Dragičević\*, Jelena Matejić, Dragana Pavlović

University of Niš, Faculty of Medicine, Chair of Pharmacy, Serbia

\*dragicevic.andjela@gmail.com

*Bruckenthalia spiculifolia* (Salisb.) Reichb. (syn. *Erica spiculifolia* Salisb.), Ericaceae, is an evergreen shrub up to 25 cm tall, with small flowers (corolla 2.5-3 mm long) grouped in terminal inflorescences, with ascending branches, pubescent in youth. Characteristic of this plant are the partially fused sepals and the absence of bracteoles. It grows throughout Eastern Europe and Western Asia, from the Northern Carpathians through the Balkans into North-Eastern Turkey. *Erica* species are traditionally used as an antirheumatic, diuretic, astringent, and to treat urinary tract infections, wounds, snakebites, and against inflammation. The main objective of the study was to evaluate anti-inflammatory and antioxidant properties of the ethanolic extract obtained from the root of *B. spiculifolia* *in vitro*. The plant material was collected in Serbia (Vlasina Lake) and identified at the Department of Biology and Ecology, Faculty of Sciences and Mathematics, University of Niš. The *B. spiculifolia* (voucher No. 3364) has been deposited in the Herbarium of the Faculty of Pharmacy, University of Belgrade. The root was percolated with 70%, v/v ethanol in accordance with Ph. Eur. 10.0. In extract was evaporated to dryness in a vacuum below 40 °C, the extraction yield was 11.50%. The antioxidant properties of the ethanolic extracts were studied by two different assays: DPPH radical scavenging activity and  $\beta$ -carotene/linolenic acid assay. The studied sample showed

antioxidant activity with IC<sub>50</sub> range of 2.59±0.10 µg/ml and 9.10±0.81 µg/ml in DPPH and β-carotene/linolenic acid assay, respectively. The anti-inflammatory properties were evaluated by protein denaturation assay using aqueous BSA solution. The same sample showed significant anti-inflammatory activity with a percentage inhibition of BSA denaturation of 87±0.004%, which is lower than the standard value for diclofenac (95.60±0.001%). Considering the demonstrated antioxidant and anti-inflammatory activity, the ethanolic extract of *B. spiculifolia* root can be potentially used as a new natural source for pharmaceutical and cosmetic industries. In addition, further research is needed to investigate the potential of *B. spiculifolia* root.

**Keywords:** *Bruckenthalia*, root, β-carotene/linolenic acid assay, BSA

**Acknowledgments:** This research was supported by the Ministry Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/200113) and the Faculty of Medicine, University of Niš (internal scientific project no. 15).

## УТИЦАЈ ПАРАМЕТАРА ЕКСТРАКЦИЈЕ НА АНТИОКСИДАТИВНИ ПОТЕНЦИЈАЛ ЕКСТРАКТА НАРА (*Punica granatum*, Punicaceae)

Катарина Бијелић<sup>\*1,2</sup>, Марта Родић<sup>1</sup>, Небојша Павловић<sup>1</sup>, Благоје Прпа<sup>1</sup>, Маја Хитл<sup>1,2</sup>, Небојша Кладар<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет, Катедра за фармацију, Нови Сад, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет, Центар за медицинско-фармацеутска истраживања и контролу квалитета, Нови Сад, Србија

\*katarina.bijelic@mf.uns.ac.rs

Примена екстракта коре нара датира још од древних цивилизација, а неке од индикација за примену су биле инфламација, дијареја, кашаљ и неплодност. Нар обилује мноштвом биолошки активних секундарних метаболита, а присуство високог садржаја полифенолних једињења чини га природним извором антиоксиданаса. Елагатанини су најзначајнија присутна подгрупа полифенолних једињења. Њиховом хидролизом настаје елагна киселина (ЕА) која испољава антиинфламаторна и антимикуробна својства. Кора нара чини 50% укупне тежине овог воћа и често се одбацује као отпад, међутим, садржај полифенолних једињења је у перикарпу нара значајно већи у односу на сок. Циљ спроведеног истраживања било је испитивање утицаја различитих параметара екстракције (време – 20, 40, 60 минута, температура – 30, 50, 70 °С, концентрација метанола – 20, 40, 60, 80%) на садржај ЕА и одређивање *in vitro* антиоксидативног потенцијала (неутрализација 2,2-дифенил-1-пикрилхидразида (DPPH)) добијених метанолних екстраката перикарпа нара. Садржај ЕА је одређиван употребом високо-ефикасне течне хроматографије (HPLC-DAD), док је антиоксидативни потенцијал испитиван спектрофотометријски. За потребе одређивања ЕА у метанолним екстрактима перикарпа нара валидована је брза, ефикасна и осетљива метода. Лимит детекције за елагну киселину износио је 4 µg/mL, а лимит квантификације 10 µg/mL. Садржај ЕА у испитиваним екстрактима био је у опсегу од 12,15–134,46 µg ЕА/g е. Најнижи садржај ЕА забележен је у екстракту за чију екстракцију је коришћена најнижа концентрација метанола. Претходна истраживања су показала да је екстракција перикарпа нара најефикаснија чистим ацетоном или метанолом, самим тим очекиван је нижи садржај елагне киселине због ниже концентрације метанола. Такође екстракција овог узорка је трајала само 20 минута, што додатно утиче на снижен садржај ЕА. На основу добијених вредности неутрализације DPPH радикала конструисана је регресиона крива зависности од концентрације екстракта. Вредности добијене за РСЦ<sub>50</sub> (концентрација екстракта при којој је неутралисано 50% генерисаних DPPH радикала)

биле су у опсегу од 59–162 µg/mL. Екстракт са највећом количином ЕА није имао и најјаче испољен антиоксидативни потенцијал. Ово указује на то да је перикарп нара богат и другим полифенолнолним једињењима која додатно доприносе повећању антиоксидативне способности. Спроведено истраживање указује на значајан биомедицински потенцијал перикарпа нара. Висок садржај ЕА и добра антиоксидативна активност указују на могућност употребе нара у фитотерапији. Уочено је да у случају примене виших концентрација метанола, веће температуре и времена трајања екстракције садржај ЕА расте. Међутим, неопходна су додатна истраживања ради утврђивања оптималних екстракционих параметара који резултују екстрактима са највећим биолошким потенцијалом.

**Кључне речи:** нар, полифеноли, елагна киселина, антиоксидативни потенцијал

## THE INFLUENCE OF EXTRACTION PARAMETERS ON ANTIOXIDATIVE POTENTIAL OF POMEGRANATE PERICARP EXTRACT (*Punica granatum*, Punicaceae)

Katarina Bijelić<sup>\*1,2</sup>, Marta Rodić<sup>1</sup>, Nebojša Pavlović<sup>1</sup>, Blagoje Prpa<sup>1</sup>, Maja Hitl<sup>1,2</sup>, Nebojša Kladar<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Medicine, Chair of Pharmacy, Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Medicine, Center for Medical and Pharmaceutical Investigations and Quality Control, Novi Sad, Serbia

\*katarina.bijelic@mf.uns.ac.rs

The use of pomegranate-peel extract dates back to the time of ancient civilizations, and some of the indications for use were inflammation, diarrhea, cough and infertility. Pomegranate contains many biologically active secondary metabolites, and the presence of a high content of polyphenolic compounds makes it a natural source of antioxidants. Ellagatannins are the most significant subgroup of polyphenolic compounds present in pomegranate extract. Their hydrolysis produces ellagic acid (EA), which exhibits anti-inflammatory and antimicrobial properties. Pomegranate-peel makes up 50% of the total weight of this fruit and is often discarded as waste, however, the content of polyphenolic compounds is higher in the pericarp of the pomegranate compared to the juice. The aim of the conducted research was to examine the influence of extraction parameters (time – 20, 40, 60 minutes, temperature – 30, 50, 70 °C, methanol concentration – 20, 40, 60, 80%) on EA content and to determine the *in vitro* antioxidant potential (neutralization of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)) of the obtained pomegranate-pericarp extracts. EA content was determined using high-performance liquid chromatography (HPLC-DAD), while the antioxidant potential was examined spectrophotometrically. A rapid, efficient and sensitive method was validated for the determination of EA in methanolic extracts of pomegranate pericarp. The limit of detection for ellagic acid was 4 µg/mL, and the limit of quantification was 10 µg/mL. The content of EA in the examined extracts ranged from 12.15–134.46 µg EA/g e. The lowest EA content was recorded in the extract obtained by methanol of the lowest concentration. Previous research has shown that the extraction of pomegranate pericarp is the most efficient by application of pure acetone or methanol, therefore, a lower content of ellagic acid is expected due to the lower concentration of methanol. Also, the extraction of this sample lasted only 20 minutes, which additionally affects the reduced EA content. Based on the obtained DPPH radical neutralization values, a concentration dependent regression curve was constructed. Values obtained for RSC<sub>50</sub> (concentration of the extracts resulting in neutralization of 50% of generated DPPH radicals) ranged from 59–162 µg/mL. The results of the antioxidant potential test were not consistent

with the obtained EA concentrations. Extract with the highest amount of ellagic acid did not exhibit the strongest antioxidant potential. This indicates that the pomegranate-pericarp is abundant in other polyphenolic compounds that additionally contribute to the increase of the antioxidant capacity of extract. The conducted research indicates a significant biomedical potential of pomegranate-pericarp. The high content of EA and good antioxidant activity indicate the possibility of pomegranate application in phytotherapy. It was observed that in the case of application of higher methanol concentrations, higher temperature and increased time of extraction, the content of EA increases. However, additional research is necessary to determine the optimal extraction parameters that provide the the extracts with highest biological potential.

**Keywords:** pomegranate, polyphenols, ellagic acid, antioxidant potential

## ТИРОЗИНАЗА ИНХИБИТОРНИ ПОТЕНЦИЈАЛ ЕКСТРАКТА ВРСТЕ *Rosa arvensis* HUDS.

Лазар Жарковић<sup>\*1</sup>, Јелена Матејић<sup>2</sup>, Ксенија Милески<sup>1</sup>, Петар Д. Марин<sup>1</sup>, Ана Цамић<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Београду – Биолошки факултет, Институт за ботанику и Ботаничка башта „Јевремовац”, Београд, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Нишу, Медицински факултет, Катедра за фармацију, Ниш, Србија

\*lazar.zarkovic@bio.bg.ac.rs

Врсте рода *Rosa* представљају богат извор биоактивних једињења која могу спречити болести изазване оксидативним стресом, смањујући количину слободних радикала и активност ензима. Једна од најчешћих самониклих врста *Rosa canina* има дугу историју примене у европској и азијској традиционалној медицини. Плодови ружа представљају богат извор витамина Це и Е, фенолних једињења, каротеноида и масних киселина. Због свог хемијског састава шипка они су препознати као добри антиоксиданси. Међутим, биолошка својства и могућа примена других мање познатих врста ружа још увек нису довољно истражени. У потрази за новим инхибиторима тирозиназе, кључног ензима у процесу меланогенезе, у овој студији је испитивана тирозиназа инхибиторни потенцијал пољске руже (*Rosa arvensis* Huds.). Листови и плодови *R. arvensis* сакупљени су са четири локалитета у Србији (планине Златибор, Велики Крш, Жељин, и село Петница). Екстракти делова биљака (листова, хипанцијума и орашица) припремљени су ултразвучном екстракцијом са 70% етанолом. Инхибиторни потенцијал екстракта одређиван је модификованом методом допахрома са L-DOPA (3,4-дихидроксибензилаланин) као супстратом. Резултати су изражавани као концентрације екстракта које обезбеђују 50% инхибиторне активности (IC<sub>50</sub> mg/mL) и упоређени су са којичном киселином као референтном супстанцом. Највећи инхибиторни потенцијал, у опсегу од 0,42 mg/mL (Златибор) до 1,92 mg/mL (Велики Крш), имали су екстракти листова. Екстракти орашица испољили су инхибиторни потенцијал у опсегу 3,76–11,18 mg/mL, док су испитани екстракти хипанцијума показали најнижу инхибиторну активност тирозиназе (12,42–15,05 mg/mL). Орашице се обично одвајају од хипанцијума и одлажу као отпад. Добијени резултати су показали вишеструко већи инхибиторни потенцијал екстракта орашица у односу на екстракте хипанцијума што сугерише њихово даље коришћење. Инхибициона активност екстракта листова *R. arvensis* на активност ензима тирозиназа била је приближна оној коју је имала којична киселина (0,18 mg/mL). Резултати указују да су, поред хипанцијума, листови и орашице врсте *R. arvensis* такође богат

извор природних биоактивних агенаса са високим инхибиторним потенцијалом тирозиназе.

**Кључне речи:** *Rosa*, тирозиназа, лист, хипанцијум, орашице

**Захвалница:** Овај рад финансирало је Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (пројекат бр. 451-03-47/2023-01/200178).

## TYROSINASE INHIBITION POTENTIAL OF *Rosa arvensis* HUDS. EXTRACTS

Lazar Žarković<sup>\*1</sup>, Jelena Matejić<sup>2</sup>, Ksenija Mileski<sup>1</sup>, Petar D. Marin<sup>1</sup>, Ana Džamić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade – Faculty of Biology, Institute of Botany and Botanical Garden „Jevremovac”, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>University of Niš, Faculty of Medicine, Chair of Pharmacy, Niš, Serbia

\*lazar.zarkovic@bio.bg.ac.rs

Species of the genus *Rosa* present a rich source of bioactive compounds that can prevent diseases caused by oxidative stress, reducing free radicals and inhibiting enzyme activity. The most common wild-growing species *Rosa canina* L., has a long application history in European and Asian traditional medicine. The rose hips are a rich source of vitamins C and E, phenolic compounds, carotenoids, and fatty acids. Due to rose hips' chemical composition, they are recognised as great antioxidants. However, other less-known *Rosa* species biological properties and applicative value still need to be investigated. In search of new tyrosinase inhibitors, the key enzyme in the melanogenesis process, this study evaluated the enzyme tyrosinase inhibitory potential of field rose (*Rosa arvensis* Huds.). The leaves and fruits of *R. arvensis* were collected from 4 localities in Serbia (Zlatibor, Veliki Krš, and Željin mountains and Petnica village). Extracts of plant parts (leaves, hypanthium and achenes) were prepared using ultrasonic-assisted extraction with 70% ethanol. Tyrosinase inhibiting potential was measured using the modified dopachrome method with L-DOPA (L-3,4-dihydroxyphenylalanine) as substrate. The results were expressed as extract concentrations providing 50% inhibitory activity (IC<sub>50</sub> mg/mL) and compared with Kojic acid as a reference substance. The highest inhibitory potential was evaluated for the leaf extracts, ranging from 0.42 mg/mL (Zlatibor) to 1.92 mg/mL (Veliki Krš). Extracts obtained from achenes expressed inhibitory potential in the 3.76–11.18 mg/mL range, while the tested hypanthium extracts showed the lowest tyrosinase inhibitory activity (12.42–15.05 mg/mL). Achenes are usually separated from hypanthium and discarded as waste. The obtained results expressed multiple times higher inhibitory potential of achene extracts than hypanthium extracts and suggested their further utilization. The tyrosinase inhibitory activity of *R. arvensis* leaf extracts was in the range of Kojic acid (0.18 mg/mL). The results suggest that besides hypanthium, the leaves and achenes of *R. arvensis* are also a rich source of natural bioactive agents with high tyrosinase inhibitory potential.

**Keywords:** *Rosa*, tyrosinase, leaves, hypanthium, achenes

**Acknowledgement:** The authors thank the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia for financial support (grant no. 451-03-47/2023-01/ 200178).

## ЦВЕТОВИ НОВИХ ГЕНОТИПОВА БАШТЕНСКИХ РУЖА ГАЈЕНИХ У ВОЈВОДИНИ (СРБИЈА) КАО ИЗВОР ПРИРОДНИХ АНТИОКСИДАНТА

Немања Живановић<sup>\*1</sup>, Марија Лесјак<sup>1</sup>, Биљана Божанић Тањга<sup>2</sup>, Дејан Орчић<sup>1</sup>,  
Мирјана Љубојевић<sup>2</sup>, Наташа Симин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за хемију, биохемију и  
заштиту животне средине, Нови Сад, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Департман за воћарство, виноградарство,  
хортикултуру и пејзажну архитектуру, Нови Сад, Србија

\*nemanja.zivanovic@dh.uns.ac.rs

Руже припадају роду *Rosa* из породице Rosaceae и узгајају се широм света. Постоји око 200 врста и око 30.000 регистрованих сорти добијених оплемењивањем и укрштањем десетак дивљих врста. Руже се највише користе као хортикултурне биљке, али и за производњу етарског уља, ружине воде и концентрата, као и за прављење цемова, чајева и вина. Циљ ове студије је био да се испита потенцијал цветова шест нових генотипова баштенских ружа (*Rosa* × *hybrida*) као извора природних антиоксиданата и фармаколошки активних једињења. Цветови су прикупљени у јуну 2021. године са експерименталних поља у околини Темерина (компанија Pheno Geno Roses). Латице су мацерирани са 70% метанолом и екстракти су хемијски окарактерисани одређивањем садржаја укупних фенола (TPC), флавоноида (TFC) и мономерних антоцијана (TAC), као и LC-MS/MS квантитативном анализом. Антиоксидантна активност је процењена помоћу DPPH и FRAP тестова. Испитани екстракти су богати полифенолним једињењима. TPC је био у опсегу од 145 до 256 mg еквивалената галне киселине/g сувог екстракта, TFC од 20 до 64 mg еквивалената кверцетина/g сувог екстракта и TAC од 0,5 до 7,8 mg еквивалената цијанидин-3-О-глукозида /g сувог екстракта. LC-MS/MS анализа је показала да су гликозиди кверцетина и кемферола доминантна фенолна једињења. Екстракти су показали одличан антиоксидантни потенцијал у оба теста (FRAP у опсегу 121–270 mg еквивалената аскорбинске киселине/g сувог екстракта и EC<sub>50</sub> у опсегу од 8,3–28 µg/mL у DPPH тесту). На основу добијених резултата, цветови нових генотипова баштенских ружа испитани у овој студији могу се сматрати одличним извором природних антиоксиданата и фармаколошки активних једињења. Иако се руже и даље највише користе као декоративне биљке, постоји све већи тренд њихове примене као функционалне хране, а резултати ове студије то додатно подржавају.

**Кључне речи:** руже, полифеноли, флавоноиди, антиоксиданси, FRAP, DPPH

**Захвалница:** Ово истраживање подржао је Покрајински секретаријат за високо образовање и научноистраживачку делатност Аутономне Покрајине Војводине (број 142-451-2658/2021-01/1).

## FLOWERS OF NEW GENOTYPES OF GARDEN ROSE GROWN IN VOJVODINA (SERBIA) AS A SOURCE OF NATURAL ANTIOXIDANTS

Nemanja Živanović<sup>\*1</sup>, Marija Lesjak<sup>1</sup>, Biljana Božanić Tanjga<sup>2</sup>, Dejan Orčić<sup>1</sup>, Mirjana Ljubojević<sup>2</sup>, Nataša Simin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Chemistry, Biochemistry and Environmental Protection, Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Fruit Growing, Viticulture, Horticulture and Landscape Architecture, Novi Sad, Serbia

\*nemanja.zivanovic@dh.uns.ac.rs

Roses belong to genus *Rosa* from Rosaceae family and are grown worldwide. There are 200 species and approximately 30,000 registered cultivars obtained through the careful

breeding and crossing of only a dozen wild rose species. Roses are primarily cultivated and used for horticultural purposes, but also for the manufacturing of essential oils, rose water and rose concentrate, as well as for production of jams, teas, and wine. The aim of this study was to evaluate the potential of flowers of six new genotypes of garden rose (*Rosa × hybrida*) as sources of natural antioxidants and pharmacologically active compounds. Flowers were collected in June 2021 from the experimental fields near Temerin (company Pheno Geno Roses). Petals were macerated with 70% MeOH and extracts were chemically characterized by determining total phenolic (TPC), flavonoid (TFC) and monomeric anthocyanin contents (TAC) as well as LC-MS/MS quantitative analysis. Antioxidant activity was evaluated by DPPH and FRAP assays. The examined extracts are rich in phenolic compounds (TPC was in the range of 145–256 mg gallic acid equivalents/g dry extract, TFC in range 20–64 mg quercetin equivalents/g dry extract, and TAC ranged from 0.5 to 7.8 mg cyanidin-3-*O*-glucoside equivalents/g dry extract). LC-MS/MS analysis revealed that the dominant phenolics are quercetin and kaempferol glycosides. The extracts expressed great antioxidant potential in both assays (FRAP ranged from 121 to 270 mg ascorbic acid equivalents/g dry extract and EC<sub>50</sub> value in DPPH assay was in the range 8.3–28 µg/mL). Based on the obtained results, flowers of the new genotypes of garden roses investigated in this study can be considered excellent sources of natural antioxidants and pharmacologically active compounds. While roses continue to be predominantly utilized as ornamental plants, there is a growing trend in their utilization as functional foods. This trend can be supported by the findings of our study.

**Keywords:** roses, polyphenols, flavonoids, antioxidants, FRAP, DPPH

**Acknowledgment:** This study was supported by the Secretary for Higher Education and Scientific Research, Autonomous Province of Vojvodina (grant no.142-451-2658/2021-01/1).

## ЕНЗИМСКА ИНХИБИТОРНА СВОЈСТВА МЕТАНОЛНОГ ЕКСТРАКТА КОРЕ СТАБЛА БРЕКИЊЕ, *Sorbus torminalis* (L.) CRANTZ

Јелена Радовић Селград<sup>\*1</sup>, Виолета Милутиновић<sup>1</sup>, Катарина Драгићевић  
Судимац<sup>1</sup>, Лазар Вићентијевић<sup>1</sup>, Ђурђица Копања<sup>2</sup>, Татјана Кундаковић-Васовић<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Београду – Фармацеутски факултет, Катедра за фармакогнозију, Београд, Србија

<sup>2</sup>Мега Трејд Систем д.о.о., Бања Лука, Република Српска, Босна и Херцеговина

\*jradovic@pharmacy.bg.ac.rs

*Sorbus torminalis* (L.) Crantz (Rosaceae), брекиња, је листопадно дрво средње величине које потиче из централне и јужне Европе, северозападне Африке, Балканског полуострва и Мале Азије. Разни делови биљке, укључујући плод, лист, цваст и кору брекиње, традиционално се користе као диуретици, антидијароици, антиинфламатори, антидијабетици и антиатерогена средства, вазопротективи и вазорелаксанти, али и као добри антиоксиданти. Фармаколошке активности ових биљних дрога су последица високог садржаја полифенолних секундарних метаболита од којих су најзначајнији танини, фенолкарбоксилне киселине, флавоноиди, антоцијани и фенолни гликозиди. Кора стабла брекиње није раније проучавана у погледу биолошке активности, па је циљ овог рада испитивање способности сувог метанолног екстракта да инхибира ензиме  $\alpha$ -амилазу,  $\alpha$ -глукозидазу, ацетилхолинестеразу (АChE), бутирилхолинестеразу (BChE) и ангиотензин-конвертујући ензим (ACE). Кора стабла брекиње *S. torminalis*, сакупљена је у августу 2022. године, на локалитету Бијела гора (Требиње, Босна и Херцеговина) и осушена.



Суви метанолни екстракт коре стабла (DER 10:1) добијен је након сукцесивне екстракције циклохексаном и дихлорметаном. Способност овог екстракта да инхибира ензиме процењена је *in vitro* следећим спектрофотометријским методама:  $\alpha$ -амилазе помоћу супстрата 3,5-динитросалицилне киселине (DNS),  $\alpha$ -глюкозидазе помоћу супстрата *p*-нитрофенил бутирата (PNPB), ацетил- и бутирилхолинестеразе стандардним *Ellman*-овим тестом помоћу супстрата ацетилтиохолин јодида и бутирилтиохолин јодида, респективно, а ангиотензин-конвертујућег ензима применом комерцијално доступног теста ACE Kit-VST (Dojindo, Јапан) према упутству произвођача. Резултати инхибиције ензима изражени су као IC<sub>50</sub>, односно концентрација екстракта која инхибира 50% активности ензима. Суви метанолни екстракт коре стабла брекиње је показао концентрационо-зависну инхибицију активности свих тестираних ензима. Најбољу активност екстракт је показао према ACE (0,11±10,32 mg/ml) док према произвођачу ACE Kit-VST, IC<sub>50</sub> за алацеприл и каптоприл износе 3,62  $\mu$ M и 2,14 nM, респективно. Према AChE (0,16±0,05 mg/ml) и BChE (0,22±0,03 mg/ml) екстракт је испољио значајну активност, али далеко слабију од референтног стандарда галантамина (0,003 и 0,02 mg/ml, респективно). Способност инхибиције  $\alpha$ -амилазе (0,88±0,02 mg/ml) била је вишеструко нижа од позитивне контроле акарбозе (0,03±0,01 mg/ml), док је активност према  $\alpha$ -глюкозидази (0,31±0,09 mg/ml) била упоредива са референтним леком акарбозом (0,19±0,02 mg/ml). У овом раду први пут је извршена евалуација способности сувог метанолног екстракта коре брекиње да инхибира ензиме  $\alpha$ -амилазу,  $\alpha$ -глюкозидазу, ацетилхолинестеразу, бутирилхолинестеразу и ангиотензин-конвертујући ензим *in vitro*. Добијени резултати указују на лековити потенцијал врсте *S. torminalis* и оправданост даљих хемијских и фармаколошких испитивања.

**Кључне речи:** *Sorbus torminalis*,  $\alpha$ -амилаза,  $\alpha$ -глюкозидаза, ацетилхолинестераза, бутирилхолинестераза, ангиотензин-конвертујући ензим

**Захвалница:** Ово истраживање финансирао је Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије кроз Уговор са Универзитетом у Београду, Фармацеутски факултет (број 451-03-47/2023-01/200161).

## ENZYME INHIBITORY PROPERTIES OF THE METHANOL EXTRACT OF THE TREE BARK OF *Sorbus torminalis* (L.) CRANTZ

Jelena Radović Selgrad\*<sup>1</sup>, Violeta Milutinović<sup>1</sup>, Katarina Dragičević-Sudimac<sup>1</sup>, Lazar Vićentijević<sup>1</sup>, Đurđica Kopanja<sup>2</sup>, Tatjana Kundaković-Vasović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade – Faculty of Pharmacy, Chair of Pharmacognosy, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>Mega Trade System d.o.o., Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

\*jradovic@pharmacy.bg.ac.rs

*Sorbus torminalis* (L.) Crantz (Rosaceae) is a medium-sized deciduous tree native to central and southern Europe, northwestern Africa, the Balkan Peninsula, and western Asia. Various parts of the plant, including the fruit, leaf, inflorescence, and bark are traditionally used as diuretics, antidiarrheals, anti-inflammatory, antidiabetic and antiatherogenic agents, vasoprotective and vasorelaxants, but also as potent antioxidants. The pharmacological activities of these herbal drugs are the consequence of the high content of polyphenolic secondary metabolites, of which the most important are tannins, phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, and phenolic glycosides. As the bark of the *S. torminalis* tree has not been previously studied in terms of biological activity, the aim of this work is to investigate the ability of the dry methanol extract to inhibit the enzymes  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase, acetylcholinesterase (AChE), butyrylcholinesterase (BChE) and angiotensin-converting

enzyme (ACE). The bark of the *S. torminalis* tree was collected in August 2022, at the location of Bijela gora, Trebinje, Bosnia and Herzegovina, and air-dried. Dry methanol extract of tree bark (DER 10:1) was obtained after successive extraction with cyclohexane and dichloromethane. The ability of this extract to inhibit enzymes was evaluated *in vitro* by the following spectrophotometric methods:  $\alpha$ -amylase using the substrate 3,5-dinitrosalicylic acid (DNS),  $\alpha$ -glucosidase using the substrate *p*-nitrophenyl butyrate (PNPB), acetyl- and butyrylcholinesterase by standard Ellman's assay using acetylthiocholine iodide and butyrylthiocholine iodide substrates, respectively, and angiotensin-converting enzyme using the commercially available ACE Kit-VST assay (Dojindo, Japan) according to the manufacturer's instructions. The results of enzyme inhibition are expressed as IC<sub>50</sub>, i.e., the concentration of the extract that inhibits 50% of enzyme activity. The dry methanol tree bark extract showed a concentration-dependent inhibition of the activity of all tested enzymes. The extract showed the best activity against ACE (0.11±10.32 mg/ml), while according to the manufacturer of ACE Kit-VST, the IC<sub>50</sub> for alacepril and captopril are 3.62  $\mu$ M and 2.14 nM, respectively. Against the AChE (0.16±0.05 mg/ml) and BChE (0.22±0.03 mg/ml) the extract showed significant activity, but far weaker than the reference standard galantamine (0.003 and 0.02 mg/ml, respectively). The ability to inhibit  $\alpha$ -amylase (0.88±0.02 mg/ml) was several times lower than the positive control acarbose (0.03±0.01 mg/ml), while the activity towards  $\alpha$ -glucosidase (0.31±0.09 mg/ml) was comparable to the reference drug acarbose (0.19±0.02 mg/ml). In this work, for the first time, the ability of the dry methanol tree bark extract to inhibit the enzymes  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase, acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase and angiotensin-converting enzyme *in vitro* was evaluated. The obtained results indicate the medicinal potential of the species *S. torminalis* and the justification of further chemical and pharmacological studies.

**Keywords:** *Sorbus torminalis*,  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase, acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase, angiotensin-converting enzyme

**Acknowledgment:** This research was funded by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia through Grant Agreement with the University of Belgrade – Faculty of Pharmacy (grant no. 451-03-47/2023-01/200161).

## **IN VITRO ФЕРМЕНТАЦИЈА РОЗМАРИНСКЕ КИСЕЛИНЕ И ЕКСТРАКТА МАТИЧЊАКА (*Melissa officinalis* L., Lamiaceae) ДЕЛОВАЊЕМ ПРОБИОТСКИХ МИКРООРГАНИЗАМА**

**Маја Хитл<sup>\*1,2</sup>, Катарина Радовановић<sup>1</sup>, Катарина Бијелић<sup>1,2</sup>, Благоје Прпа<sup>1</sup>,  
Небојша Кладар<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет, Катедра за фармацију, Нови Сад, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет, Центар за медицинско-фармацеутска истраживања и контролу квалитета, Нови Сад, Србија

\*maja.bekut@mf.uns.ac.rs

Розмаринска киселина (РК) представља фенолно једињење које се може наћи у биљкама попут менте, лаванде, жалфије, рузмарина и матичњака. Претходне студије су показале биолошку и фармаколошку активност природних производа који садрже ово једињење. Међутим, перорална примена производа са РК резултује њеном деградацијом у дигестивном тракту. Циљ рада је био испитати обим деградације РК у *in vitro* условима под деловањем пробиотских микроорганизама. Као извор РК, коришћени су чиста супстанца и комерцијално доступни екстракт матичњака. Као извор микроорганизама, коришћено је 11 комерцијално доступних пробиотских препарата. Ферментативна смеша инкубирана је под микроаерофилним условима. Концентрације РК пре и после

ферментације су одређене помоћу високоефикасне течне хроматографије (HPLC-DAD). Анализа садржаја РК је показала да се након ферментације, у већини случајева, смањује количина овог једињења, при чему је обим разградње варирао од око 20% до 100% (потпуна разградња једињења). Показано је да разградња зависи од микробних сојева присутних у комерцијалном пробиотском препарату, а као сој одговоран за већи обим деградације РК издвојио се *Lactobacillus helveticus*. У случају екстракта матичњака као извора РК, обим деградације једињења је варирао од око 20% до око 80%. Поређењем обима деградације РК у форми чисте супстанце и једињења присутног у екстракту при употреби истог пробиотског препарата, показано је да се већа количина супстанце разградила у случајевима употребе екстракта. Розмаринска киселина се екстензивно разграђује под деловањем микроорганизама присутних у интестиналној микрофлори. Једињење је стабилније у раствору чисте супстанце, него у комплексном матриксу као што је екстракт матичњака.

**Кључне речи:** розмаринска киселина, *in vitro* ферментација, пробиотици, матичњак

**Захвалница:** Ово истраживање финансирани су Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (пројекат бр. 451-03-47/2023-01/200114) и Покрајински секретаријат за високо образовање и научноистраживачку делатност Војводине (пројекат бр. 142-451-3129/2022-01).

## **IN VITRO FERMENTATION OF ROSMARINIC ACID AND LEMON BALM (*Melissa officinalis* L., Lamiaceae) EXTRACT BY PROBIOTIC MICROORGANISMS**

**Мaja Hitl<sup>1,2</sup>, Katarina Radovanović<sup>1</sup>, Katarina Bijelić<sup>1,2</sup>, Blagoje Prpa<sup>1</sup>, Nebojša Kladar<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Medicine, Chair of Pharmacy, Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Medicine, Center for Medical-Pharmaceutical Research and Quality Control, Novi Sad, Serbia

\*maja.bekut@mf.uns.ac.rs

Rosmarinic acid (RA) is a phenolic compound that can be found in plants such as mint, lavender, sage, rosemary and lemon balm. Previous studies have shown the biological and pharmacological activity of natural products containing this compound. However, peroral application of products containing RA results in the degradation of this compound in the digestive tract. The aim of the work was to examine the extent of RA's degradation in *in vitro* fermentation by probiotic microorganisms. As a source of RA, chemical substance and commercially available lemon balm extract were used. As a source of microorganisms, 11 commercially available probiotic preparations were used. The fermentative mixture was incubated under microaerophilic conditions. Concentrations of RA before and after fermentation were determined using high-performance liquid chromatography (HPLC-DAD). Analysis of the RA's content showed that in most of the cases, the amount of this compound after fermentation decreases, with the extent of degradation varying from about 20% to 100% (complete degradation of the compound). It was shown that the degradation depends on the microbial strains present in the commercial probiotic preparation, and *Lactobacillus helveticus* was presumed as the strain responsible for the greater extent of RA's degradation. In the case of lemon balm extract used as a source of RA, the extent of compound degradation varied from about 20% to about 80%. By comparing the extent of degradation of RA in the form of a pure substance and the compound present in the extract, in case of use of the same probiotic preparation, it was shown that a greater amount of the substance was degraded when extract was used.

Rosmarinic acid is extensively degraded by microorganisms present in the intestinal microflora. The compound is more stable in solution of pure chemical compound than in a complex matrix such as lemon balm extract.

**Keywords:** rosmarinic acid, *in vitro* fermentation, probiotics, lemon balm

**Acknowledgment:** This research was financed by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (grant number 451-03-47/2023-01/200114) and the Provincial Secretariat for Higher Education and Scientific Research of Vojvodina (grant number 142-451-3129/2022-01).

## ***Thymus praecox* subsp. *polytrichus*: АНТИМИКРОБНА И АНТИДИЈАБЕТИЧНА АКТИВНОСТ ЕТАНОЛНИХ ЕКСТРАКАТА**

**Славица М. Грујић<sup>\*1</sup>, Ивона Величковић<sup>1</sup>, Слободан С. Петровић<sup>2</sup>, Нада Петровић<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Универзитет у Београду – Биолошки факултет, Институт за ботанику и ботаничка башта „Јевремовац”, Београд, Србија

<sup>2</sup>БИОСС Петровић ИН доо, Београд, Србија

\*sgrujic@bio.bg.ac.rs

*Thymus praecox* је једна од најраспрострањенијих врста еуросибирског региона. Претходне студије урађене на *T. praecox* subsp. *polytrichus* показују да различити екстракти ове врсте поседују висок антиоксидативни потенцијал. У циљу даљих истраживања биолошке активности, у овој студији је тестирана антимикуробна и антидијабетична активност етанолних екстраката који су припремљени у Сокслет апарату коришћењем 70% и 96% етанола, са и без предтретмана хексаном. Антибактеријска и антифунгална активност екстраката *T. praecox* subsp. *polytrichus* рађена је микродилуционом методом, док је антидијабетична активност тестирана коришћењем *in vitro* тестова инхибиције  $\alpha$ -амилазе и  $\alpha$ -глукозидазе. Антибактеријска активност свих испитиваних екстраката је тестирана на сету грам (+) и грам (-) бактерија, користећи стрептомицин/ампицилин као контроле. МИК и МБК су биле у опсегу од 0,035 до 0,150 mg/mL, односно од 0,075 до 0,30 mg/mL. Етанолни екстракти припремљени 96% етанолом су показали значајну антибактеријску активност посебно против *Bacillus cereus*, *Enterobacter cloacae* и *Salmonella typhimurium*. Етанолни екстракт добијен помоћу 96% етанола и третиран хексаном, показао је високу активност против *Staphylococcus aureus*. Екстракт 70% етанола, такође третиран претходно хексаном показао је високу антибактеријску активност против бактеријских сојева *B. cereus*, *St. aureus* и *Sa. typhimurium*, док је 70% етанолни екстракт показао највећу активност на патогене *St. aureus* и *E. coli*. Сви тестирани екстракти показали су антифунгалну активност која је генерално слабија у односу на антибактеријску, али и даље већа од вредности које показују позитивне контроле бифоназол/кетоконазол. Измерене вредности МИК и МФЦ су се кретале од 0,017 до 0,30 mg/mL, односно од 0,035 до 0,70 mg/mL, респективно. Највећу осетљивост на испитиване екстракте показале су *Aspergillus versicolor* и *Trichoderma viride*. Сви тестирани екстракти показали су виши степен инхибиције  $\alpha$ -глукозидазе у поређењу са  $\alpha$ -амилазом. Измерене вредности инхибиторне активности ензима су изражене као ИК<sub>50</sub> и кретале су се од 0,94 to 1,40 mg/mL за  $\alpha$ -амилазу и 76,10 до 610,20  $\mu$ g/mL за  $\alpha$ -глукозидазу. Најјачу инхибицију  $\alpha$ -глукозидазе показали су 70% етанолни екстракти, нарочито 70% етанолни екстракт са предтретманом хексаном (ИК<sub>50</sub> =76,1  $\mu$ g/mL), док је позитивна контрола акарбоза/Glucobуу имала вредност 20,46  $\mu$ g/mL. Највећу инхибицију мерену тестом  $\alpha$ -амилазе показао је 96% етанолни екстракт. Сви добијени резултати показују да поред

антиоксидативне активности, екстракти врсте *T. praecox* subsp. *polytrichus* имају и значајну антимикуробну и антидијабетичку активност и могу се користити за презервацију хране и у изради фитопрепарата.

**Кључне речи:** *Thymus praecox*, екстракти, антимикуробна активност, антидијабетична активност

**Захвалница:** Ову студију финансирало је Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број 451-03-47/2023-01/ 200178).

## ***Thymus praecox* subsp. *polytrichus*: ANTIMICROBIAL AND ANTIDIABETIC ACTIVITY OF ETHANOL EXTRACTS**

**Slavica M. Grujić<sup>\*1</sup>, Ivona Veličković<sup>1</sup>, Slobodan S. Petrović<sup>2</sup>, Nada Petrović<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>University of Belgrade – Faculty of Biology, Institute of Botany and Botanical Garden "Jevremovac", Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>BIOSS Petrović IN doo, Belgrade, Serbia

\*sgrujic@bio.bg.ac.rs

*Thymus praecox* is one of the most widespread species in the Eurosiberian region. Previous studies on *T. praecox* subsp. *polytrichus* define this species as a potent antioxidant. This study was conducted to determine *in vitro* antimicrobial and antidiabetic activity of the plant extracts prepared by 70% and 96% ethanol, with and without pretreatment with *n*-hexane using Soxhlet apparatus. The antibacterial and antifungal activity of the extracts of *T. praecox* subsp. *polytrichus* was determined by the microdilution method, while the antidiabetic activity was evaluated spectrophotometrically in terms of the inhibition of enzymes  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase. All extracts tested were active against the Gram (+) and Gram (–) bacteria, using antibiotics streptomycin/ampicillin as controls. MICs and MBCs ranged from 0.035 to 0.150 mg/mL and from 0.075 to 0.300 mg/mL, respectively. Both 96% ethanol extracts showed the most promising antibacterial activity, especially against *Bacillus cereus*, *Enterobacter cloacae* and *Salmonella typhimurium*. In addition, the pre-treated 96% ethanol extract also showed remarkable antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus*. *B. cereus*, *St. aureus* and *Sa. typhimurium* were also sensitive to the pre-treated 70% ethanol extract, while 70% ethanol was most effective against *St. aureus* and *Escherichia coli*. The extracts tested showed antifungal activity against the pathogenic fungal strains that was slightly lower than the antibacterial activity, but still higher than that of the positive control, bifonazole/ketoconazole. MICs and MFCs varied from 0.017 to 0.30 mg/mL and from 0.035 to 0.70 mg/mL, respectively. Of the fungal strains tested, *Aspergillus versicolor* and *Trichoderma viride* were most affected by the extracts tested. All extracts tested were more active in inhibiting  $\alpha$ -glucosidase than  $\alpha$ -amylase. The measured values of enzyme inhibitory activity were expressed as IC<sub>50</sub> and ranged from 0.94 to 1.40 mg/mL for  $\alpha$ -amylase and 76.10 to 610.2  $\mu$ g/mL for  $\alpha$ -glucosidase. The extract obtained by 70% ethanol, especially with the hexane pretreatment, showed the highest enzyme inhibitory activity in the  $\alpha$ -glucosidase assay (76.10  $\mu$ g/mL), while acarbose/Glycobay as a control was 20.46  $\mu$ g/mL. The highest inhibition measured by the  $\alpha$ -amylase assay was obtained by the 96% ethanol extract. All the results obtained show that, the extracts of *T. praecox* subsp. *polytrichus*, in addition to antioxidant activity, have significant antimicrobial and antidiabetic potential and can be used for food preservation and phytopharmacy.

**Keywords:** *Thymus praecox*, extracts, antimicrobial activity, antidiabetic activity

**Acknowledgements:** This study was financially supported by The Serbian Ministry of Science, Technological Development and Innovation (grant no. 451-03-47/2023-01/200178).

## ВРСТЕ РОДА *Plantago* L. КАО ЕФИКАСНИ ИНХИБИТОРИ ОКСИДАТИВНОГ СТРЕСА *IN VITRO*

Љиљана Миловановић, Татјана Мајкић\*, Кристина Беквалац, Ивана Беара

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине, Нови Сад, Србија

\*tatjana.majkic@dh.uns.ac.rs

Род *Plantago* L. (боквице) припада групи лековитих биљака коришћених у традиционалној, али и признатих и прихваћених у савременој медицини. Благотворни здравствени ефекти се углавном приписују њиховим секундарним метаболитима. Фенилетаноиди актеозид и плантамајозид су деривати кафене киселине, који се такође сматрају хемотаксономским маркерима врста *Plantago*. С друге стране, оксидативни стрес је повезан са бројним поремећајима, као што су хипертензија, дијабетес мелитус, канцер и кардиоваскуларне болести. Једна од стратегија превенције и лечења ових болести је спречавање продукције реактивних кисеоничних врста, тако да је антиоксидантни потенцијал једна од најчешће испитиваних биолошких активности. Циљ овог истраживања био је да се процени способност шест врста рода *Plantago* и два фенилетаноида карактеристична за род *Plantago*, актеозида и плантамајозида, да инхибирају оксидативни стрес у *in vitro* ћелијском модел систему (хумани моноцити, ћелијска линија U937). Две од шест анализираних врста боквица су добро проучене (*P. lanceolata* L. и *P. major* L.), док су остале слабо проучене (*P. altissima* L., *P. argentea* Chaix, *P. holosteam* Scop. и *P. media* L.). Садржај актеозида и плантамајозида одређен је применом течне хроматографије високих перформанси са детектором са низом диода (HPLC-DAD). Оксидативни стрес у U937 ћелијама индукован је 2,2'-азобис (2-амидинопропан) дихидрохлоридом (AAPH), док је дихлорофлуоресцеин диацетат (DCFH-DA) коришћен за праћење интрацелуларног нивоа оксидативног стреса. Резултати су изражени као  $\mu\text{g}$  тролокс еквивалента по  $\text{mg}$  сувог екстракта ( $\mu\text{g}$  тролокс екв./ $\text{mg}$  с.е.). Садржај актеозида је варирао између  $55.3 \mu\text{g}/\text{mg}$  с.е., детектованог у *P. lanceolata* и  $189 \mu\text{g}/\text{mg}$  у *P. holosteam*. Међу анализираним екстрактима, *P. major* се истиче по највећем садржају плантамајозида ( $83.6 \mu\text{g}/\text{mg}$  с.е.). У погледу инхибиције оксидативног стреса, опсег активности је варирао од 302 (*P. lanceolata*) до 2525  $\mu\text{g}$  тролокс екв./ $\text{mg}$  с.е. (*P. media*), док је антиоксидантни потенцијал актеозида и плантамајозида био сличан (210 и 235  $\mu\text{g}$  тролокс екв./ $\text{mmol}$  супстанце). Међутим, примећена је већа корелација између садржаја актеозида и антиоксидантне активности узорака. Добијени резултати су показали да анализиране врсте боквица представљају значајан извор једињења са антиоксидантним деловањем. Такође, приказани резултати оправдавају даље истраживање биолошке активности слабо проучених врста боквица, као што су *P. holosteam* и *P. media*.

**Кључне речи:** актеозид, плантамајозид, оксидативни стрес

**Захвалница:** Истраживање је финансирало Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (Ев.бр. 451-03-47/2023-01/200125). Аутори никада неће заборавити и заувек ће бити захвални професорки Биљани Божин и професору Горану Аначкову на њиховим идејама и великодушној помоћи у истраживању света боквица.

## ***Plantago* L. SPECIES AS EFFECTIVE INHIBITORS OF OXIDATIVE STRESS *IN VITRO***

**Ljiljana Milovanović, Tatjana Majkić\*, Kristina Bekvalac, Ivana Beara**

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Chemistry, Biochemistry and Environmental Protection, Novi Sad, Serbia

\*tatjana.majkic@dh.uns.ac.rs

Genus *Plantago* L. belongs to the group of traditionally used medicinal plants, recognized and accepted by modern medicine. The beneficial health effects of plantains could be mainly ascribed to their secondary metabolites. Phenylethanoids acteoside and plantamajoside are caffeic acid derivatives, also regarded as chemotaxonomic markers of *Plantago* species. On the other hand, oxidative stress is associated with numerous disorders, such as hypertension, diabetes mellitus, cancer and cardiovascular diseases. For many of them, one of the strategies for resolution is the prevention and inhibition of reactive oxygen species (ROS) production, so potential of antioxidant activity is among the most examined biological activities. The aim of this study was to evaluate the potential of six *Plantago* species and two phenylethanoids distinctive for *Plantago* genus, acteoside and plantamajoside, to inhibit oxidative stress in *in vitro* cell-based model (human monocytes, U937 cell line). Two of these *Plantago* species are renowned (*P. lanceolata* L. and *P. major* L.), while others have been poorly investigated (*P. altissima* L., *P. argentea* Chaix, *P. holosteam* Scop., *P. media* L.). Determination of acteoside and plantamajoside was conducted by high performance liquid chromatography with diode array detection (HPLC-DAD). The oxidative stress in U937 cells was induced by 2,2'-azobis(2-amidinopropane)dihydrochloride (AAPH), while dichlorofluorescein diacetate (DCFH-DA) was used to monitor intracellular level of oxidative stress. The results were presented as  $\mu\text{g}$  trolox equivalents per mg of dry extract weight ( $\mu\text{g}$  trolox eq/mg DW). Acteoside content varied between 55.3  $\mu\text{g}/\text{mg}$  DW, detected in *P. lanceolata* and 189  $\mu\text{g}/\text{mg}$  DW, determined in *P. holosteam*. Among analyzed extracts, *P. major* had the highest content of plantamajoside (83.6  $\mu\text{g}/\text{mg}$  DW). Regarding inhibition of oxidative stress, the activity range varied from 302 (*P. lanceolata*) to 2525  $\mu\text{g}$  trolox eq/mg DW (*P. media*), while potential of acteoside and plantamajoside was similar (210 and 235  $\mu\text{g}$  trolox eq/mmol of substance). However, higher correlation was observed between acteoside content and expressed antioxidant potential. Obtained results showed that analysed species present a valuable source of compounds with antioxidant activity. Furthermore, presented results support further investigation of the biological activity of poorly investigated *Plantago* species, such as *P. holosteam* and *P. media*.

**Keywords:** acteoside, plantamajoside, oxidative stress

**Acknowledgements:** The authors gratefully acknowledge the financial support of the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (Grant No. 451-03-47/2023-01/200125). The authors will never forget and will be forever thankful to professor Biljana Božin and professor Goran Anačkov for their ideas and generous help in exploring the world of plantains.

## **ПОЛИФЕНОЛНИ ПРОФИЛ И АНТИОКСИДАНТНИ ПОТЕНЦИЈАЛ ОДАБРАНИХ САМОНИКЛИХ ЛЕКОВИТИХ ВРСТА СА СТАРЕ ПЛАНИНЕ**

**Марина Црнковић<sup>1\*</sup>, Јована Шућур Елез<sup>1</sup>, Милица Раг<sup>2</sup>, Ђорђе Маленчић<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Нови Сад, Србија

\*m.crnkovic.95@gmail.com

Биљке које самоникло расту су добар потенцијални извор природних супстанци, корисних за превенцију болести повезаних са оксидативним стресом. Најзначајнији

природни антиоксиданти обухватају три велике групе: феноле, витамине и каротеноиде. Фенолна једињења су биљни секундарни метаболити, као што су фенолне киселине, полифеноли (попут флавоноида) и полимерна једињења заснована на овим различитим класама. Биолошке активности фенолних једињења из природних извора укључују примену као антиоксиданата, антибактеријских и антиканцерогених агенаса, алелохемикалија и регулатора раста биљака. Циљеви овог рада су били испитивање три лековите врсте које расту самоникло на Старој планини (источна Србија; 43°22'04.5" N, 22°35'39.4" E): *Thymus serpyllum* L., *Achillea millefolium* L. и *Achillea lingulata* L. Одређен је укупан садржај фенола, танина и флавоноида, као и капацитет уклањања слободних радикала (DPPH тест) три екстракта различитог поларитета (вода, 80% метанол и 70% ацетон). Такође су утврђене корелације између садржаја фенола, флавоноида и танина, и способности уклањања слободних радикала. Највећи садржај укупних фенола и танина имали су екстракти *A. lingulata*, док је најмања вредност измерена у екстрактима *A. millefolium*. Највећи садржај ових супстанци измерен је у ацетонском екстракту код све три биљке (44,84 GAE g<sup>-1</sup> с.м. за *A. lingulata*; 39,03 мг GAE g<sup>-1</sup> с.м. за *T. serpyllum*; 25,18 мг GAE g<sup>-1</sup> с.м. за *A. millefolium*), а најмањи садржај наведених једињења је измерен у метанолним екстрактима све три биљке. Највећи садржај укупних флавоноида и највећа активност уклањања слободних радикала били су у ацетонском екстракту *A. lingulata* (6,18 мг g<sup>-1</sup> с.м.; 85,87% неутрализованих DPPH радикала). Антиоксидантни капацитет је био у позитивној корелацији са садржајем укупних фенола и танина. Иако су даља испитивања неопходна, на основу добијених резултата може се закључити да самоникле биљке Старе планине представљају потенцијални извор природних антиоксиданата од значаја за људско здравље.

**Кључне речи:** феноли, танини, флавоноиди, DPPH слободни радикали, антиоксиданти

**Захвалница:** Фонд за науку Републике Србије (Пројекат бр. 7731993, Активни фармацеутски састојци дубоко еутектичких растварача као нових терапеутских средстава и додатака исхрани – АПИДЕС)

## POLYPHENOLIC PROFILE AND ANTIOXIDANT POTENTIAL OF SELECTED MEDICINAL SPECIES WILD GROWING ON STARA PLANINA MOUNTAIN

Marina Crnković<sup>1\*</sup>, Jovana Šućur Elez<sup>1</sup>, Milica Rat<sup>2</sup>, Đorđe Malenčić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Science and Mathematics, Novi Sad, Serbia

\*m.crnkovic.95@gmail.com

Wild growing plants are good potential sources of natural substances useful for preventing diseases related to oxidative stress. The most important natural antioxidants belong to three major groups: phenolics, vitamins and carotenoids. Phenolic compounds are plant secondary metabolites, such as phenolic acids, polyphenols (mainly flavonoids) and polymeric compounds based on these different classes. Biological activities of phenolic compounds from natural sources involve application as antioxidants, antibacterial and anticarcinogenic agents, allelochemicals and plant growth regulators. The objectives of this work were to investigate three medicinal species growing wild on Mt. Stara planina (Eastern Serbia; 43°22'04.5" N, 22°35'39.4" E): *Thymus serpyllum* L., *Achillea millefolium* L. and *Achillea lingulata* L. We evaluated the total phenolic content, total tannins, total flavonoids and free radical-scavenging capacity (DPPH test) of three extracts of different polarity (water, 80% methanol and 70% acetone). The correlations between phenolics, flavonoids, tannins and free radical-scavenging capacity have been established as well. *A. lingulata*



extracts had the highest total phenolic and tannin content, while the lowest value was measured in the *A. millefolium* extracts. The highest content of these substances was measured in the acetone extract for all three plants (44.84 mg gallic acid equivalent (GAE) g<sup>-1</sup> dry weight (d.w.) for *A. lingulata*; 39.03 mg GAE g<sup>-1</sup> d.w. for *T. serpyllum*; 25.18 mg GAE g<sup>-1</sup> d.w. for *A. millefolium*), and the lowest contents of all investigated substances were measured in their methanol extract. The highest content of total flavonoids and the highest scavenging activity was in *A. lingulata* acetone extract (6.18 mg quercetine equivalent (QE) g<sup>-1</sup> d.w.; 85.87% neutralized radicals). Antioxidant capacity was positively correlated with total phenolics and tannins contents. According to the results obtained, it seems that wild growing plants from Stara planina mountain represent a potential source of natural antioxidants that could be beneficial to human health. Of course, further investigation are needed.

**Key words:** phenolics, tannins, flavonoids, DPPH free radicals, antioxidants

**Acknowledgement:** the Science Fund of the Republic of Serbia (Grant No. 7731993, Active Pharmaceutical Ingredient Deep Eutectic Solvents as Novel Therapeutic Agents, and Food Supplements – APIDES)

## ЕТАРСКА УЉА КАО АЛТЕРНАТИВА АНТИБИОТИЦИМА У ТЕРАПИЈИ МАСТИТИСА КОД КРАВА

Драгана Томанић<sup>1</sup>, Небојша Кладар<sup>2,3</sup>, Миодраг Радиновић<sup>1</sup>, Ивана Чабаркапа<sup>4</sup>,  
Јован Станојевић<sup>1</sup>, Зорана Ковачевић<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Департман за ветеринарску медицину,  
Нови Сад, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет, Центар за медицинско-фармацеутска истраживања и контролу квалитета, Нови Сад, Србија

<sup>3</sup>Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет, Катедра за фармацију, Нови Сад, Србија

<sup>4</sup>Универзитет у Новом Саду, Научни институт за прехранбене технологије, Нови Сад, Србија

\*zorana.kovacevic@polj.edu.rs

Маститис представља широко распрострањено оболење музних крава које спада у групу најтежих и економски најважнијих инфекција широм света. Маститис се може појавити у субклиничкој и клиничкој форми, при чему субклинички облик има значајне економске последице због веће преваленте и дугорочног утицаја на производњу млека. Интензивна употреба антимикуробних лекова у терапији маститиса изазвала је забринутост у вези са појавом и ширењем антимикуробне резистенције (АМР). Све већи број истраживања усмерен је ка развоју алтернативних терапија у борби против проблема резистенције. Као алтернатива, употреба етарских уља (ЕУ) нуди бројне предности у односу на антибиотике, укључујући нетоксичност, биоразградљивост, већи спектар фармаколошких активности, одсуство развоја резистенције и смањен ниво резидуа у производима животињског порекла. Обећавајући резултати постигнути су у оквиру ПРОМИС ИнфоБомат пројекта који је финансиран од стране Фонда за науку Републике Србије, а који указују на фармаколошку ефикасност Phyto-Bomat формулације, посебно при лечењу субклиничког облика маститиса. Фармацеутска формулација садржи четири различите врсте ЕУ (*Thymus vulgaris* L., *T. serpyllum* L., *Origanum vulgare* L. и *Satureja montana* L.), укључујући смешу два биљна уља (невеново и кантарионово) као базу ове формулације. Изабрана ЕУ су показала антимикуробни ефекат на свим тестираним изолатима у опсегу концентрација од 0,39 до 6,25 mg/ml за минималну инхибиторну концентрацију (МИК) и 0,78 до 12,50 mg/ml за минималну бактерицидну концентрацију (МБК). Сprovedено је претклиничко и клиничко

испитивање, а потом је уследила и фармакоекономска анализа наведене биљне формулације. Фармацеутска формулација Phyto-Bomat за интрамамарну примену је развијена оптимизацијом концентрације њених састојака (ЕУ, биљна уља и екстракти биљних уља). Претклиничко истраживање укључивало је процену хемијског састава и антиоксидативног потенцијала Phyto-Bomata, као и његову антимикуробну активност против најзначајнијих узрочника маститиса код крива. Клиничка испитивања су укључивала различите режиме лечења (антибиотик, антибиотик + Phyto-Bomat и само Phyto-Bomat) где је праћено клиничко и бактериолошко излечење. Phyto-Bomat је показао антибактеријску ефикасност против најзначајних узрочника маститиса, без ризика од озледе ткива вимена, пружајући економску исплативост у односу на конвенционалну терапију. Ови обећавајући резултати постављају основу за даља истраживања и могућу примену у млекарској индустрији.

**Кључне речи:** алтернативе, криве, старска уља, маститис, Phyto-Bomat, фитотерапија

**Захвалница:** Овај рад подржао је Фонд за науку Републике Србије, ПРОМИС, #ГРАНТ бр. 6066966, *InfoBomat*.

## ESSENTIAL OILS AS ANTIMICROBIAL ALTERNATIVES IN MASTITIS THERAPY OF DAIRY COWS

**Dragana Tomanić<sup>1</sup>, Nebojša Kladar<sup>2,3</sup>, Miodrag Radinović<sup>1</sup>, Ivana Čabarkapa<sup>4</sup>, Jovan Stanojević<sup>1</sup>, Zorana Kovačević<sup>\*1</sup>**

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Veterinary medicine, Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Medicine, Center for Medical and Pharmaceutical Investigations and Quality Control, Novi Sad, Serbia

<sup>3</sup>University of Novi Sad, Faculty of Medicine, Chair of Pharmacy, Novi Sad, Serbia

<sup>4</sup>University of Novi Sad, Institute of Food Technology, Novi Sad, Serbia

\*zorana.kovacevic@polj.edu.rs

Mastitis, a prevalent and costly health disorder among dairy cows worldwide, leads to substantial economic losses in the dairy farming. Mastitis can be categorized as subclinical or clinical, with the subclinical form having significant economic implications due to higher prevalence and long-term impact on the milk production. The extensive use of antimicrobials for treating mastitis has raised concerns about antimicrobial resistance (AMR). Growing research into alternative therapies is aimed at addressing this concern. As an alternative, using essential oils (EOs) offers advantages over antibiotics, including non-toxicity, biodegradability, a larger pharmacological complex, lack of resistance, and reduced drug residues in animal products. Encouraging results have been obtained from the PROMIS InfoBomat project founded by Science Fund of the Republic of Serbia indicating the pharmacological effectiveness of Phyto-Bomat formulation, particularly in treating subclinical form of the mastitis. The pharmaceutical formulation contains four different types of EOs (*Thymus vulgaris* L., *T. serpyllum* L., *Origanum vulgare* L., and *Satureja montana* L), including a blend of two plant-based oils (marigold and St. John's wort) as its base. Selected EOs showed an antimicrobial effect on all tested mastitis associated isolates in the range of concentrations from 0.39 to 6.25 mg/mL for minimal inhibitory concentration (MIC) and 0.78 to 12.5 mg/mL for minimal bactericidal concentration (MBC). Preclinical and clinical testing was conducted, followed by assessment of cost-effectiveness of this alternative therapy (pharmacoeconomic study). A Phyto-Bomat pharmaceutical formulation for intramammary application was developed by optimizing the concentration of its ingredients (EOs, plant oils, and plant oil extracts). The preclinical investigation involved assessing the chemical composition and

antioxidant potential of Phyto-Bomat, as well as its antimicrobial activity against mastitis-associated pathogens. Clinical trials involved various treatment regimens (antibiotic, antibiotic + Phyto-Bomat, and Phyto-Bomat alone) where clinical and bacteriological cure rate were assessed. Phyto-Bomat has demonstrated antibacterial efficiency against mastitis-associated pathogens, without the risk of udder irritation, providing economic advantages over conventional therapy. These promising findings lay the groundwork for further research and potential application in the dairy industry.

**Key words:** alternatives, cows, essential oils, mastitis, Phyto-Bomat, phytotherapy

**Aacknowledgments:** This work was supported by the Science Fund of the Republic of Serbia, PROMIS, #GRANT No 6066966, *InfoBomat*.

## **СЕКЦИЈА 2. БОТАНИКА**

### **УСМЕНА ИЗЛАГАЊА И ПОСТЕР ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ**

## МОРФО-АНАТОМСКА И РАМАНСКА АНАЛИЗА ТРИХОМА КРУНИЦЕ ЉУБИЧИЦЕ (*Viola odorata* L.)

Ранчић Драгана\*, Пећинар Илинка, Мачукановић-Јоцић Марина

Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет, Катедра за агроботанику, Београд, Србија

\*rancicd@agrif.bg.ac.rs

Испарљива једињења која емитују цветови, привлаче опрашиваче који посредују у полном размножавању цветница. *Viola odorata* (Violaceae) је зељаста, вишегодишња врста чије хазмогамне цветове карактерише специфичан јак мирис. Круница се састоји од пет плавољубичастих листића. У основи бочних круничних листића јавља се групација дугих белих трихома, док је преостала унутрашња површина крунице глатка. Мирис цветова љубичице се обично приписује епидермалним папилама присутним на горњим круничним листићима, док улога ових трихома у емитовању мирисних једињења до сада није забележена. Истраживања су обављена у циљу утврђивања микроморфолошких и анатомских особина бочних круничних листића, док су хистохемијска анализа и Раманска спектроскопија искоришћене за добијање брзе информације о хемијском саставу трихома, ради процене њихове потенцијалне улоге у емисији мирисних супстанци. Анатомска истраживања су обављена помоћу светлосног микроскопа. Трајни микросопски препарати припремљени су према стандардној парафинској процедури. Хистохемијска истраживања су урађена на свежем биљном материјалу. Крунични листићи су ручно исечени, након чега су пресеци ткива третираны следећим реагенсима: Луголовим раствором ради детекције скроба; бојом судан III ради детекције липида; боја толуидин плаво (Toluidin blue) је коришћена као полихроматска боја, а примењен је и специфичан ТИОФН протокол који се користи за детекцију осмофора. Према овом протоколу прво се ради обезбојавање узорака етанолом и натријум хипохлоритом, а потом следи бојење Луголовим раствором и бојама уљно црвено (Oil Red O) и неутрално црвено (Neutral Red). Рамански спектри су снимљени коришћењем XploRA спектрометра у спектралном опсегу од 200 до 3200  $\text{cm}^{-1}$ . Раманско расејање је побуђено ласером на таласној дужини од 532 nm. Трихоме присутне на унутрашњој страни латералних круничних листића су у просеку дуге  $671 \pm 170 \mu\text{m}$ , а широке  $76 \pm 32 \mu\text{m}$ . Ове трихоме могу бити различите дужине али су истог цилиндричног облика, и благо се сужавају према врховима. Њихова површина је прекривена кутикулом са пругастом орнаментацијом. Хистохемијска реакција није показала присуство скробних зрна, бојење липида је било слабо позитивно и обојила се само кутикула на површини трихома, док је ТИОФН бојење било изразито позитивно. Рамански спектар појединачних трихома је показао да најдоминантнији пикови указују на присуство глукозидних веза, као најважније компоненете једињења ћелијског зида. Пикови уочени на 1515, 1147 и 996  $\text{cm}^{-1}$  потичу од вибрација C=C, C-C веза, као и метил групе (C-CH<sub>3</sub>) везане за коњуговане полиенске прстенове. Пикови средњег и нижег интензитета на 1648, 1596, 1557, 1057 и 1021  $\text{cm}^{-1}$  указују на присуство фенолних једињења. Већина моноцикличних терпена показује снажну вибрацију деформације прстена између 730 и 780  $\text{cm}^{-1}$  и на око 1756  $\text{cm}^{-1}$ . Резултати хистохемијске анализе и Раманске спектроскопије указују на присуство супстанци које су обично повезане са цветним мирисом, попут метил фенола. Ови резултати нису довољан доказ да се утврди да ли су ове трихоме директно укључене у процес емитовања мириса, па би ову претпоставку требало потврдити додатним хемијским анализама.

**Кључне речи:** Violaceae, осмофоре, хистохемија, вибрациона спектроскопија, фенолна једињења

**Захвалница:** Ово истраживање финансирао је Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије кроз уговор о додели бесповратних средстава са Пољопривредним факултетом Универзитета у Београду (број: 451-03-47/2023-01/200216).

## MORFO-ANATOMICAL AND RAMAN SPECTROSCOPIC INVESTIGATION OF COROLLA TRICHOMES OF *Viola odorata* L.

Rančić Dragana\*, Pećinar Ilinka, Maćukanović-Jocić Marina

University of Belgrade – Faculty of Agriculture, Chair of Agrobotany, Belgrade, Serbia

\*rancicd@agrif.bg.ac.rs

Flowers release volatiles to attract efficient pollinators that ensure they reproduce sexually. *Viola odorata* (Violaceae) is a small herbaceous perennial species, whose chasmogamous flowers are characterized by a strong specific sweet scent due to the complex mixture of various volatile compounds. Corolla consists of five blue-violet petals, of which two lateral have at the base of the inner surface, clusters of long white trichomes. With the exception of these grouped hairs in the throat, the rest of the inner corolla surface is glabrous. The floral scent is most often attributed to the epidermal papillae of the upper petals, but the scent-emitting role of these trichomes has still not been reported. The investigation was performed with the aim of establishing the micromorphological and anatomical traits of lateral petals, while histochemical analysis and Raman spectroscopy were used to obtain rapid information about the chemical composition of the trichomes. for evaluation of their possible role in scent emission. Anatomical investigation was performed by bright-field light microscope. Permanent microslides were prepared according to standard paraffin procedure. Histochemical staining was performed on manually cut petal tissue. For the histochemical analysis the sections were treated with the following reagents: Lugol for starch detection; Sudan III for lipid detection; Toluidin blue as a polychromatic dye and a specific TIOFH protocol for detecting osmophores. TIOFH protocol refers to sample discoloration with ethyl alcohol and sodium hypochlorite, followed by Lugol, Oil Red O, and Neutral Red staining, respectively. Raman spectra were collected using an XploRA Raman spectrometer equipped with a microscope Olympus BX51 in the spectral range from 200 to 3200  $\text{cm}^{-1}$ . Raman scattering was excited by a laser at a wavelength of 532 nm. The throat region of lateral petals is bearded with filiform to linear unicellular trichomes averaging  $671 \pm 170 \mu\text{m}$  in length, and  $76 \pm 32 \mu\text{m}$  in width. Varying in length but of a similar shape, these trichomes taper slightly towards the tips. Their surface is covered by a cuticle with striate ornamentation. Histochemical reactions showed no starch grains, and staining for lipids showed a weak positive reaction due to cuticle presence, while TIOFH staining was strongly positive. The Raman spectra of trichomes exhibited the most dominant bands indicated on glucosidic signals as the major and essential constituents of cell wall compounds. The bands observed at 1515, 1147, and 996  $\text{cm}^{-1}$  originate from the C=C, C–C stretching vibrations of the polyene backbone, and methyl groups (C–CH<sub>3</sub>) attached to the conjugated polyene skeletons, respectively. The medium and lower intensity bands at 1648, 1596 1557, 1057, and 1021  $\text{cm}^{-1}$  indicated the presence of the phenolic compounds. Most monocyclic terpenes show a strong ring deformation vibration between 730 and 780  $\text{cm}^{-1}$  and at about 1756  $\text{cm}^{-1}$ . The histochemical results and Raman findings indicate the presence of volatile organic compounds in the clustered hairs, such as methyl phenol, usually connected with the floral scent. These findings were not sufficient to establish that these trichomes are involved in a scent-emitting process, which should be further confirmed by additional chemical analysis.

**Keywords:** Violaceae, osmophores, histochemistry, vibration spectroscopy, phenolic compounds

**Acknowledgment:** This research was funded by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia through Grant Agreement with the University of Belgrade – Faculty of Agriculture (no. 451-03-47/2023-01/200216).

## УТИЦАЈ ХИДРОЛАТА *Melissa officinalis* L. (МАТИЧЊАК) НА ОДАБРАНЕ ГАЈЕНЕ И КОРОВСКЕ БИЉНЕ ВРСТЕ

Милена Попов\*, Бојан Константиновић, Наташа Самарцић, Тијана Стојановић

Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад, Србија

\*milena.popov@polj.edu.rs

Матичњак припада фамилији Lamiaceae за коју постоји велико интересовање, јер припадници ове фамилије чине чак 43% свих проучаваних врста, за које се зна да поседују високе концентрације испарљивих алелохемикалија. Етарско уље матичњака се добија од свежих вршних делова дестилацијом воденом паром, а највећа количина етарског уља се налази у листовима 0,1–0,3% (V/m). У процесу дестилације издваја се хидролат који се састоји од кондензоване воде и од поларних, хидрофилних, испарљивих компоненти уља. Док је за етарско уље матичњака утврђено да поседује антифунгална и антивирална својства, истраживања хидролата ове биљке су малобројна, нарочито у области истраживања потенцијалног хербицидног дејства. Ипак, познато је да матичњак показује алелопатска својства према неким биљним врстама као што су: *Amaranthus caudatus*, *Digitaria sanguinalis*, *Lactuca sativa*, *Lolium multiflorum*, *Phleum pratense*, *Lepidium sativum*. У овом раду анализиран је утицај различитих концентрација хидролата *Melissa officinalis* на клијавост и иницијални раст неколико економски најзначајнијих коровских (*Le. draba*, *A. retroflexus*) и гајених биљних врста (кукуруз, сунцокрет). Различитим концентрацијама хидролата матичњака (10, 20, 50 и 100%) третирано је семе тест биљака у контролисаним условима током 14 дана. Клијавост семена праћена је сваког дана а пораст клијанаца последњег дана огледа. Утврђено је да све примењене концентрације хидролата негативно делују на клијање семена *Le. draba* инхибирајући клијавост за 93–100%. У случају коровске врсте *A. retroflexus*, само најмања примењена концентрација хидролата није утицала на клијавост семена, 20% хидролат умањио је клијавост за 47% а највеће концентрације инхибирале су клијавост штира за чак 95 и 100%. Са друге стране, на клијавост семена кукуруза утицала је само највећа концентрација примењеног хидролата инхибирајући клијавост за 34%. Десетопроцентни хидролат матичњака стимулисао је клијавост семена сунцокрета за 34% у односу на контролу, док су остале концентрације примене инхибирале клијавост семена за 34–69%. Хидролат је у свим концентрацијама примене деловао инхибиторно на пораст надземног и подземног дела клијанаца *Le. draba*, док су на пораст клијанаца *A. retroflexus*, инхибиторно деловале само концентрације 20 и 50%. Десетопроцентни хидролат стимулисао је пораст клијанаца ове коровске врсте. Све концентрације примене хидролата стимулисале су пораст надземног дела клијанаца кукуруза, док су на пораст подземног дела имале благо инхибиторно дејство. Код сунцокрета најмања примењена концентрација није утицала на пораст клијанаца, али су веће концентрације примене деловале инхибиторно. Хидролат матичњака у концентрацији 50% дао је најбоље резултате у смислу максималне редукције клијања и пораста испитиваних корова уз минимални негативни ефекат на кукуруз. Ова истраживања би требало поновити у пољским условима, како би се утврдио евентуални потенцијал хидролата матичњака као биохербицида.

**Кључне речи:** хидролат, *Amaranthus retroflexus*, *Lepidium draba*, *Helianthus annuus*, *Zea mays*, биохербицид

## THE EFFECT OF *Melissa officinalis* L. (LEMON BALM) HYDROLATE ON SELECTED CULTIVATED AND WEED PLANT SPECIES

Milena Popov\*, Bojan Konstantinović, Nataša Samardžić, Tijana Stojanović

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia

milena.popov@polj.edu.rs

Lemon balm belongs to the Lamiaceae family, which is of great interest since the members of this family make up as much as 43% of all the studied species known for their high concentrations of volatile allelochemicals. The lemon balm essential oil is obtained from the fresh aerial parts of the plant by the steam distillation, while the highest amount of the essential oil is found in the leaves 0.1–0.3% (V/m). During the distillation process the hydrolate is being separated, which consists of the condensed water, as well as of the polar, hydrophilic and volatile oil components. While the antifungal and antiviral properties of essential oil have been confirmed, there are few studies dealing with the hydrolate, especially in terms of potential herbicidal effects. However, it is known that lemon balm exhibits allelopathic properties towards several plant species, such as: *Amaranthus caudatus*, *Digitaria sanguinalis*, *Lactuca sativa*, *Lolium multiflorum*, *Phleum pratense* and *Lepidium sativum*. In this paper the effect of different concentrations of the lemon balm hydrolate (*Melissa officinalis*) on the germination and initial growth of some of the economically the most significant weed (*Le. draba*, *A. retroflexus*) and cultivated species (maize, sunflower) has been tested. Different concentrations of the lemon balm hydrolate (10, 20, 50 and 100%) were applied on the seeds of the tested plants in controlled conditions during 14 days. The seed germination was monitored every day, while the seedlings growth was assessed on the last day of the experiment. All the tested concentrations had negative effect towards the *Le. draba* seeds, leading to the germination reduction of 93–100%. In case of *A. retroflexus*, only the lowest concentration showed no effects, 20% hydrolate reduced the germination for 47%, while the highest concentrations applied led to the reduction of 95 and 100%. On the other hand, the germination of the maize was reduced only when the highest hydrolate concentration was applied (34%). The 10% hydrolate stimulated the sunflower germination for 34%, compared with the control, while the other applied concentrations led to the reduction of 34–69%. The hydrolate inhibited the seedlings growth (both with shoot and root system) of *Le. draba* in all the applied concentrations, while the inhibition in case of *A. retroflexus* was noted only when 20 and 50% hydrolate concentrations were applied. The 10% hydrolate stimulated the growth of this weed species. All the applied concentrations stimulated the growth of the maize shoots, with the mild inhibitory effect towards the roots. In case of sunflower, the lowest applied concentration did not affect the seedlings growth, but higher concentrations exhibited inhibitory effects. The 50% lemon balm hydrolate gave the best results in terms of the maximum reduction of germination and seedlings growth of the tested weeds with the minimal negative effect towards the maize. These studies should be repeated in field conditions in order to determine the eventual potential of the lemon balm hydrolate as a bioherbicide.

**Keywords:** hydrolate, *Amaranthus retroflexus*, *Lepidium draba*, *Helianthus annuus*, *Zea mays*, bioherbicide



## МИКРОМОРФОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЛИСТОВА ПАСУЉА (*Phaseolus vulgaris* L.) ТРЕТИРАНИХ КАДМИЈУМОМ

Давид Фиц\*, Сара Новаковић, Дуња Карановић, Лана Зорић, Милан Боришев,  
Јадранка Луковић

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови  
Сад, Србија

\*david.fic13@gmail.com

Велика количина кадмијума се ослобађа у животну средину најчешће током експлоатације руде цинка и фосилног горива. Кадмијум има негативан утицај на биљке на физиолошком нивоу и на нивоу морфо-анатомских карактеристика. У циљу проучавања утицаја кадмијума на микроморфолошке карактеристике профила и асимилационих листова пасуља (*Phaseolus vulgaris* L.) анализирана су три генотипа, два резистентна на кадмијум (CP-PV-59, CP-PV-76) и један сензитиван (CP-PV-283). Користећи методу светлосне микроскопије, анализирани су отисци адаксијалног и абаксијалног епидермиса листова контролне групе и групе третиране кадмијумом (50  $\mu\text{M}$ ). Анализа је обухватила број стома и трихома, дужину, ширину, индекс и површину стома. Користећи скенинг електронску микроскопију на оба типа листова, код свих анализираних генотипова забележено је присуство нежлезданих (са правим и кукичасто повијеним врхом) и жлезданих трихома. Статистичким анализама установљено је да кадмијум има већи утицај на асимилационе листове у односу на профиле. Истраживање је показало да од свих анализираних карактеристика, кадмијум највише утиче на број и површину стома, док на карактеристике трихома и индекс стома нема значајан утицај. Код већине анализираних генотипова (CP-PV-76, CP-PV-283) кадмијум је на профилима довео до смањења броја стома и до повећања њихових димензија, док је на асимилационим листовима узроковао повећање броја и површине стома. Од три испитивана генотипа показало се да кадмијум има највећи утицај на карактеристике стома генотипа CP-PV-76.

**Кључне речи:** тешки метали, микроморфологија, стоме, трихоме

## MICROMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CADMIUM- TREATED BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) LEAVES

David Fic\*, Sara Novaković, Dunja Karanović, Lana Zorić, Milan Borišev, Jadranka  
Luković

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*david.fic13@gmail.com

A large amount of cadmium is most often released into the environment during the exploitation of zinc ore and fossil fuel. Cadmium has negative effect on plants both on the physiological level and on the level of morpho-anatomical features. In order to study the effect of cadmium on micromorphological characteristics of the prophylls and foliage leaves, three bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) were analyzed, two resistant to cadmium (CP-PV-59, CP-PV-76), and one cadmium sensitive (CP-PV-283). Using light microscopy, leaf blade adaxial and abaxial epidermal prints of control group and cadmium-treated (50  $\mu\text{M}$ ) group were analyzed. The analysis included stomata and trichomes number, length, width, index and area of stomata. The data obtained in this study by using scanning electron microscopy indicated presence of nonglandular (with straight and hooked apical part) and glandular trichomes on both leaf types of all analyzed genotypes. Statistical analysis showed that cadmium had more

significant effect on foliage leaves than on prophylls. The research showed that of all analyzed characteristics, cadmium had the greatest effect on number and surface area of stomata, while it had no significant effect on the characteristics of trichomes and stomatal index. On prophyll leaves in most of the analyzed genotypes (CP-PV-76, CP-PV-283), cadmium led to a decrease in the stomata number and an increase in their dimensions, while on foliage leaves it caused an increase in stomata number and surface area. Of the three tested genotypes, it was shown that cadmium has the greatest influence on the characteristics of the stomata of the genotype CP-PV-76.

**Keywords:** heavy metals, micromorphology, stomata, trichomes

## УТИЦАЈ АЛФА ДИВЕРЗИТЕТА НА МОРФО-АНАТОМСКУ ВАРИЈАБИЛНОСТ ВРСТЕ *Ceratophyllum demersum* L.

Драгана Јеначковић Гоцић\*, Анастасија Јевтић, Данијела Николић, Марина  
Јушковић, Милена Живковић, Ирена Раца

Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Ниш, Србија

\*draganaj@pmf.ni.ac.rs

У циљу утврђивања степена зависности морфо-анатомске варијабилности врсте *Ceratophyllum demersum* L. од нивоа алфа диверзитета, током 2022. године, прикупљено је по десет индивидуа из 33 популације лентичких екосистема у сливним подручјима Нишаве, Јужне Мораве, Западне Мораве, Велике Мораве и Дунава. Јединке су узорковане из флористички сиромашних заједница које припадају вегетацијским класама *Potamogetonetea* Klika in Klika et Novák 1941 и *Lemnetea* O. De Bolòs et Masclans 1955. На местима узорковања, забележени су фитоценолошки снимци у складу са Braun-Blanquet-овим приступом. Ови подаци су употребљени за израчунавање вредности Shannon-Wiener-овог индекса за сваку узорковану површину. На основу вредности Shannon-Wiener-овог индекса, узорци су груписани у пет група (I – 0; II – 0,3251–0,6002, III – 0,6853–0,8921, IV – 0,9372–1,194 и V – 1,242–1,699). Морфолошки (дужина интернодије између петог и шестог чланка, дужина лисног режња и основе, ширина и дебљина лисне основе, укупан број листова на петом чланку, укупан број листова са једном, две и три дихотомије на петом чланку, укупан број зубаца на листу) и анатомски карактери листова (површина листа, површина интерцелулара и механичког ткива и дебљина епидермиса на попречном пресеку) и стабала (површина стабла, дебљина епидермиса, паренхима и аеренхима, површина централног цилиндра и број интерцелулара у примарној кори) наведени у заградама мерени су за сваку јединку. Стандардне статистичке технике – дескриптивна статистика, анализа варијансе (ANOVA), канонијска дискриминантна анализа (CDA) и кластер анализа (UPGMA) заснована на Mahalanobis-овим дистанцама, спроведене су над прикупљеним сетом података. Статистички значајне разлике између анализираних група, на нивоу значајности  $p < 0,05$  установљене су за скоро све карактере, изузев следећих: укупан број зубаца на листу, ширина лисне основе, површина листа на попречном пресеку, дебљина епидермиса листа, површина стабла на попречном пресеку и дебљина аеренхима стабла. Резултати CDA и кластер анализе указују на јасну морфо-анатомску диференцијацију између индивидуа које су расле на стаништима без присуства других водених биљака (група I) и индивидуа које потичу из заједница са највишим вредностима алфа диверзитета (група V). Осим тога, резултати мултиваријантних анализа визуализују тенденцију груписања индивидуа које припадају групама II и III уз истовремено, благо раздвајање од индивидуа које су прикупљене из заједница са вишим алфа диверзитетом

(група IV). Поређењем резултата дескриптивне статистике (средњих вредности) по групама, установљено је да индивидуе које су расле изоловано од других водених биљака имају краће интернодије и лисне режњеве, мањи број листова са једном дихотомијом, а већи број листова са две и три дихотомије на петом чланку, тање и уже листове са дебљим епидермисом и мањом површином интерцелулара и механичког ткива, дебља стабла са тањим епидермисом, дебљим паренхимом и већим бројем интерцелулара у аерехниму за разлику од индивидуа које су узорковане у заједницама са највишим вредностима алфа диверзитета.

**Кључне речи:** морфо-анатомска диференцијација, алфа диверзитет, субмерзна макрофита, *Ceratophyllum demersum* L.

**Захвалница:** Ово истраживање подржало је Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број 451-03-47/2023-01/ 200124).

## THE INFLUENCE OF ALPHA DIVERSITY ON MORPHO-ANATOMICAL VARIABILITY OF THE SPECIES *CERATOPHYLLUM DEMERSUM* L.

**Dragana Jenačković Gocić\*, Anastasija Jevtić, Danijela Nikolić, Marina Jušković, Milena Živković, Irena Raca**

University of Niš, Faculty of Sciences and Mathematics, Department of Biology and Ecology, Niš, Serbia

\*draganaj@pmf.ni.ac.rs

In order to establish a level of dependency of morpho-anatomical variability of the species *Ceratophyllum demersum* L. on alpha diversity, 10 individuals each from 33 populations were collected from lentic ecosystems placed in the catchment areas of Nišava, Južna Morava, Zapadna Morava, Velika Morava, and Dunav rivers during the vegetation season of 2022. The individuals were sampled, from the floristically poor plant communities which belong to the vegetation classes *Potamogetonetea* Klika in Klika et Novák 1941 and *Lemnetea* O. De Bolòs et Masclans 1955. At the places of sampling, relevés were recorded in according to the Braun-Blanquet approach. Those data have been used for calculating values of Shannon-Wiener index for each sampling point. Based on the values of Shannon-Wiener index, the samples have been divided into five groups (I – 0; II - 0.3251–0.6002, III – 0.6853–0.8921, IV – 0.9372–1.194 and V – 1.242–1.699). Morphological (length of internode between the fifth and sixth node, length of leaf lobe and base, width and thickness of leaf base, total number of leaves on the fifth node, total number of leaves with one, two, and three dichotomies on the fifth node, and total number of teeth per leaf) and anatomical characters of leaves (total leaf surface, the total surface of air cavities and mechanical tissue, and thickness of epidermis on the cross-section) and stems (total stem surface, the thickness of the epidermis, parenchyma, and aerenchyma, surface of the vascular cylinder and number of air cavities in the cortex on the cross-section) given in the brackets have been measured for each individual. The standard statistical techniques - Descriptive statistics, Analysis of variance (ANOVA), Canonical discriminant analysis (CDA), and Cluster analysis (UPGMA) based on the Mahalanobis distances have been performed on the dataset. Statistically significant differences between the groups analyzed, at the level of  $p < 0.05$ , have been established for almost all characters, except the following: total number of teeth per leaf, width of leaf base, total leaf surface, thickness of leaf epidermis, total stem surface and thickness of stem aerenchyma. The results of the CDA and cluster analyses indicate on clear morpho-anatomical differences between individuals that had grown isolated from the other macrophytes (group I) and individuals from the communities with the highest values of the alpha diversity (group V). Furthermore, the results of multivariate

analysis visualize a tendency of grouping individuals that belong to the groups II and III with simultaneously, slighty separation from individuals collected in the communities with higher alpha diversity (group IV). Comparing the results of descriptive statistics (mean values) per groups, it has been established that individuals that were growing isolated from the other macrophytes had shorter internodes and leaf lobes, a lower number of leaves with one dichotomy but a higher number of leaves with two and three dichotomies in the fifth node, leaves were thinner, narrower with thicker epidermis and lower total surface of air cavities and mechanical tissue, stems were thicker with the thinner epidermis, thicker parenchyma and higher number of total air cavities in aerenchyma regarding to individuals collected in communities with the highest values of the alpha diversity.

**Keywords:** morpho-anatomical differentiation, alpha diversity, submersed macrophyte, *Ceratophyllum demersum* L.

**Acknowledgment:** This research was supported by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation, Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/ 200124).

## УТИЦАЈ рН ВРЕДНОСТИ ВОДЕ НА МОРФО-АНАТОМИЈУ ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНА ВРСТЕ *Ceratophyllum demersum* L.

Ирена Раца\*<sup>1</sup>, Данијела Николић<sup>1</sup>, Анастасија Јевтић<sup>1</sup>, Ивана Костић Кокић<sup>2</sup>, Татјана Анђелковић<sup>2</sup>, Марина Јушковић<sup>1</sup>, Драгана Јеначковић Гоцић<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Ниш, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, Департман за хемију, Ниш, Србија

\*irena.raca@pmf.edu.rs

У оквиру овог истраживања, сакупљено је 130 индивидуа врсте *Cerathophyllum demersum* L., са укупно 13 различитих локалитета сливног подручја Велике, Западне, Јужне Мораве и Нишаве, из фитоценоза у којима *C. demersum* није доминантна врста. За сваку тачку узорковања одређена је рН вредност воде, а индивидуе су подвргнуте морфолошкој (утврђивање дужине интернодуса између петог и шестог чланка, дужине листовог режња и основе, укупне дужине листа, укупног броја зубаца на једном листу, укупног броја свих листова на петом нодусу, као и укупног броја листова без или са једном/две/три/четири дихотомије на петом чланку) и анатомској анализи листова (мерење површине, дијаметра и дебљине попречног пресека листа, укупне површине интерцелулара, механичког ткива и дебљине епидермалног слоја) и стабла (утврђивање површине попречног пресека стабла, дебљине епидермалног ткива, паренхима примарне коре и аеренхима, те укупне површине централног цилиндра). На основу рН вредности воде станишта, популације врсте *C. demersum* *su a priori* класификоване у шест група: 7–7,5, 7,6–8, 8,1–8,5, 8,6–9, 9,1–9,5 и група са опсегом рН вредности 9,6–10. Резултати су потом изражени кроз параметре дескриптивне статистике. Статистичка значајност карактера тестирана је применом теста анализе варијанси (ANOVA), док је степен диференцијације популација процењиван на основу канонијске дискриминантне (CDA) и кластер анализе засноване на Махаланобисовим дистанцама (UPGMA). Резултати ANOVA теста указали су на статистичку значајност свих анализираних морфо-анатомских карактера, изузев броја листова без дихотомија у петом нодусу и дебљине епидермалног слоја листа. Првим двама CDA осама објашњено је 63,99% диференцијације узорка (од чега првом 36,93%, а другом 27,06%). Највећи степен диференцијације карактерише групу популација узорковану при рН вредности опсега 9,6–10 у односу на обе CDA осе. Такође, може се уочити и благо издвајање групе 9,1–9,5

дуж прве осе. Карактери одговорни за диференцијацију дуж прве осе су дужина интернодуса, површина попречног пресека листа, дијаметар листа, укупна површина интерцелулара, површина попречног пресека стабла, дебљина паренхима примарне коре, аеренхима и површина централног цилиндра. Диференцијација у нивоу друге СДА осе индукована је следећим карактерима: број листова са једном/две/три дихотомије, као и укупан број листова у петом нодусу, дебљина листа, укупна површина интерцелулара и механичког ткива листова, површина попречног пресека стабла, дебљина паренхима примарне коре и површина централног цилиндра. Такође, кластер анализа је указала на постојање два главна кластера, издвајајући групу опсега рН вредности 9,6–10 као засебну. У оквиру другог главног кластера, примећено је и издвајање групе 9,1–9,5 од остатка анализираних узорка.

**Кључне речи:** *Ceratophyllum demersum*, морфологија, анатомија листа, анатомија стабла, рН вредност

**Захвалница:** Истраживање је подржало Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора: 451-03-47/2023-01/200124).

## THE EFFECT OF pH VALUE OF WATER ON MORPHO-ANATOMY OF VEGETATIVE ORGANS OF *Ceratophyllum demersum* L.

Irena Raca<sup>\*1</sup>, Danijela Nikolić<sup>1</sup>, Anastasija Jevtić<sup>1</sup>, Ivana Kostić Kokić<sup>2</sup>, Tatjana Anđelković<sup>2</sup>, Marina Jušković<sup>1</sup>, Dragana Jenačković Gocić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Niš, Faculty of Sciences and Mathematics, Department of Biology and Ecology, Niš, Serbia

<sup>2</sup>University of Niš, Faculty of Sciences and Mathematics, Department of Chemistry, Niš, Serbia

\*irena.raca@pmf.edu.rs

In the framework of this research, 130 individuals of *Ceratophyllum demersum* L. were collected from 13 different localities belonging to the catchment basin of Velika, Zapadna, Južna Morava, and Nišava rivers, targeting the phytocenoses where *C. demersum* wasn't dominant species. The pH value of water was determined for each sampling point, whereas morphological analysis (measuring the internode length between the fifth and sixth node, leaf lobe, base length, and complete leaf length, the total teeth number per leaf, the total number of leaves in fifth node, and the total number of leaves without and with one/two/three/four dichotomies in fifth node) followed by the analysis of leaf (estimating the cross-section surface area, diameter, and thickness, the total surface area of air cavities and mechanical tissue, and epidermal layer thickness), and stem anatomy (stem cross-section surface area, epidermal, parenchyma and aerenchyma tissue thickness, and the vascular cylinder surface area) was performed for every collected individual. The six groups of *C. demersum* populations were *a priori* defined based on pH values of water in habitats: 7–7.5, 7.6–8, 8.1–8.5, 8.6–9, 9.1–9.5, and a group with a pH value range of 9.6–10. The results were furthermore expressed through the descriptive statistics parameters. The statistical significance of characters was tested using Analysis of Variance (ANOVA), whereas the differentiation level of populations was estimated by Canonical Discriminant Analysis (CDA) and Cluster Analysis based on Mahalanobis distances (UPGMA). The results of ANOVA pointed out the statistical significance of all morpho-anatomical characters analyzed, except the total number of leaves without dichotomies and leaf epidermal layer thickness. The first two CDA roots are reflecting 63.99% of the differentiation in the sample (36.93% explained by the first, and 27.06% explained by the second root). The highest differentiation degree along both roots was confirmed for the group of populations collected in habitats with a pH value range of 9.6–10. Moreover, slight differentiation of 9.1–9.5 along the first root was highlighted as well. The characters

responsible for the differentiation along the first root were: internode length, the leaf cross-section surface area, leaf diameter, the total surface area of leaf air cavities, stem cross-section surface area, parenchyma and aerenchyma tissue thickness, and the vascular cylinder surface area. The differentiation in the second CDA root area was induced by: the total number of leaves with one/two/three dichotomies, the total number of leaves in the fifth node, leaf cross-section thickness, the total surface area of air cavities and mechanical tissue, stem cross-section surface area, parenchyma thickness, and the vascular cylinder surface area. Moreover, Cluster Analysis indicated the existence of two main clusters, segregating the group with a pH value range of 9.6–10 as a separate one. The 9.1–9.5 group was differentiated from the rest of the sample within the second main cluster.

**Keywords:** *Ceratophyllum demersum*, morphology, leaf anatomy, stem anatomy, pH value

**Acknowledgment:** The research was supported by the Ministry of Science, Technological Development, and Innovation of the Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/200124).

## КАРАКТЕРИЗАЦИЈА ПЕЛТАТНИХ ТРИХОМА КОМЕРЦИЈАЛНИХ ВРСТА УСНАТИЦА ГАЈЕНИХ У СРБИЈИ

Ана Алимпич<sup>\*1</sup>, Смиљана Јанковић<sup>1</sup>, Дејан Пљевљакушић<sup>2</sup>, Катарина Шавикин<sup>2</sup>, Соња Дулетић-Лаушевић<sup>†1</sup>, Петар Д. Марин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Београду – Биолошки факултет, Институт за ботанику и Ботаничка башта „Јевремовац”, Београд, Србија

<sup>2</sup>Институт за проучавање лековитог биља „Др Јосиф Панчић”, Београд, Србија

\*alimpic.ana@bio.bg.ac.rs

Пелтатне трихоме су специјализоване секреторне структуре које имају кључну улогу у синтези и акумулацији етарских уља биљака фамилије Lamiaceae (уснатице). Присутне су на свим надземним деловима биљке, укључујући цветне делове, а најбројније у индументу листова. С обзиром да етарска уља имају велики биолошки и фармаколошки потенцијал, пелтатне трихоме, као најзначајније секреторне структуре одговорне за продукцију етарских уља и других специјализованих метаболита, деценијама су у фокусу ботаничких истраживања. За потребе овог рада, узорци биљног материјала сакупљени су током фазе цветања из колекције Института за проучавање лековитог биља „Др Јосиф Панчић”. Ово истраживање је спроведено у циљу морфолошке карактеризације, одређивања дијаметра и анализе дистрибуције пелтатних трихома на листовима и чашицама одабраних комерцијалних врста фамилије Lamiaceae. Поред тога, одређена је густина пелтатних трихома на листовима. Анализе су спроведене коришћењем бинокуларне лупе и скенирајућег електронског микроскопа. Листови свих испитиваних врста носе пелтатне трихоме на адаксијалној и абаксијалној страни, са највећом густином утврђеном код листова *Origanum heracleoticum* (24,3 односно 17,4 по mm<sup>2</sup>). На бинокуларној лупи, пелтатне трихоме се запажају као глобуларне структуре жућкасте до браонкасте боје. Код већине испитиваних узорака пелтатне трихоме су анализирани у секреторној фази. Број ћелија главице је варирао од четири ћелије у једном кругу код *Ocimum basilicum* до 12 ћелија код *Or. vulgare* (четири у унутрашњем, и осам у спољашњем кругу). Густина пелтатних трихома је генерално била већа на адаксијалној страни, са изузетком *Mentha × piperita* (пелтатне трихоме гушће на абаксијалној страни) и *Satureja montana* (иста густина на обе стране листа). Највећи дијаметар пелтатних трихома уочен је на листовима и чашицама *S. montana* (88,79 μm, односно 90,57 μm), док су најмањег дијаметра биле код *Or. vulgare* (62,45 μm, односно 65,00 μm). Густина и дијаметар пелтатних трихома није било могуће одредити код узорака са густим

негландуларним трихомама у индументуму. Проучаване врсте су се разликовале у изгледу, дијаметру, дистрибуцији и густини пелтатних трихома. Добијени резултати указују да би микроморфолошки карактери могли да буду валидни параметри за микроскопску аутентификацију ароматичних биљака, од којих су уснатице од посебно великог комерцијалног значаја.

**Кључне речи:** Lamiaceae, ароматичне биљке, пелтатне трихоме, индументум листова и чашица, скенирајућа електронска микроскопија

**Захвалница:** Овај рад финансирао је Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора 451-03-47/2023-01/200178 и 451-03-47/2023-01/200003). Аутори су захвални проф. др Илинки Пећинар за стручну и техничку помоћ.

## CHARACTERIZATION OF PELTATE TRICHOMES OF COMMERCIALY IMPORTANT LAMIACEAE SPECIES GROWN IN SERBIA

Ana Alimpić Aradski<sup>\*1</sup>, Smiljana Janković<sup>1</sup>, Dejan Pljevljakušić<sup>2</sup>, Katarina Šavikin<sup>2</sup>,  
Sonja Duletić-Laušević<sup>†1</sup>, Petar D. Marin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade – Faculty of Biology, Institute of Botany and Botanical Garden "Jevremovac",  
Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>Institute for Medicinal Plants Research "Dr. Josif Pančić", Belgrade, Serbia

\*alimpic.ana@bio.bg.ac.rs

Peltate trichomes are specialized secretory structures that play a key role in the secretion and accumulation of essential oil in Lamiaceae species. They are present on all aerial parts of the plant, including floral parts, and are most abundant in the leaf indumentum. Considering the great biological and pharmacological potential of essential oils, peltate trichomes have been the focus of botanical research for decades as the main secretory structures responsible for the production of essential oil and other specialized metabolites. For this study, the samples of the plant material were collected from the collection of the Institute for Medicinal Plant Research "Dr. Josif Pančić" during the flowering phase. This study was conducted to perform morphological characterisation, determination of the diameter and analysis of the distribution of peltate trichomes on leaves and calyxes of selected commercial Lamiaceae species. In addition, the density of peltate trichomes on the leaves was determined. The analyses were carried out using a stereomicroscope and a scanning electron microscope. The leaves of all plant species bear peltate trichomes on both the adaxial and abaxial leaf sides, with the highest density observed in *Origanum heracleoticum* (24.3 and 17.4 per mm<sup>2</sup>, respectively). Under the stereomicroscope, the peltate trichomes are visible as yellowish to brownish globular structures. In most of the samples examined, the peltate trichomes are found in the secretory phase. The number of head cells varied from 4 cells in 1 cycle in *Ocimum basilicum* to 12 cells in *Or. vulgare* (4 in the inner cycle and 8 in the outer cycle). Density was generally higher on the adaxial surface, with the exception of *Mentha × piperita* (peltate trichomes were denser on the abaxial than on the adaxial side) and *Satureja montana* (equal density on both leaf sides). The largest diameter of peltate trichomes was observed in leaves and calyxes of *S. montana* (88.79 µm and 90.57 µm, respectively), while the smallest diameter was noticed in *Or. vulgare* (62.45 µm and 65.00 µm, respectively). The density and diameter of the peltate trichomes were not determined in the samples with the dense non-glandular trichomes in the indumentum. The plant species studied differ in appearance, diameter, distribution and density of the peltate trichomes. The results obtained indicate that micromorphological features could be valid

parameters for the microscopic authentication of aromatic plants of which the representatives of the Lamiaceae are of particular commercial importance.

**Keywords:** Lamiaceae, aromatic plants, peltate trichomes, leaves and calyces indumentum, scanning electron microscopy

**Acknowledgement:** This work was supported by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/200178 and 451-03-47/2023-01/200003). The authors would like to thank Prof. dr Ilinka Pećinar for professional and technical support.

## МОРФО-АНАТОМСКА ВАРИЈАБИЛНОСТ ВРСТЕ *Myriophyllum spicatum* L. У РАЗЛИЧИТИМ ТИПОВИМА СТАНИШТА

Данијела Николић\*, Ирена Раца, Драгана Миловановић, Николија Ђорђевић,  
Марина Јушковић, Драгана Јеначковић Гоцић

Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Ниш,  
Србија

\*danid@pmf.ni.ac.rs

Циљ овог рада била је анализа морфо-анатомске варијабилности субмерзне врсте *Myriophyllum spicatum* L. у лотичким и лентичким екосистемима. Селектовано је шест морфолошких карактера (дужина интернодија, дужина и ширина листа, број парова лисних режњева, дужина лисног режња и пречник стабла) и шест анатомских карактера стабла (дебљина епидермиса, дебљина примарне коре, пречник централног цилиндра, дебљина аеренхима, површина ваздушне шупљине и број ваздушних шупљина). Укупно је анализирано 135 индивидуа из 14 популација које насељавају два језера, три реке и девет бара. Узорци су прикупљени на територији Нишавског округа. Примењена је основна униваријантна (дескриптивна статистика, анализа варијансе (ANOVA)) и мултиваријантна статистика (анализа главних компоненти (PCA), канонијска дискриминантна анализа (CDA) и кластер анализа (UPGMA)) заснована на Mahalanobis-овим дистанцама. Висок коефицијент варијабилности ( $CV > 30\%$ ) имали су карактери: дужина интернодија, дебљина примарне коре и дебљина аеренхима, док карактери дужина лисног режња и површина ваздушне шупљине имају веома висок коефицијент варијабилности ( $CV > 80\%$ ). Резултати ANOVA теста су показали статистичку значајност следећих морфо-анатомских карактера: дужина листа, број парова лисних режњева на листу, пречник стабла, дебљина примарне коре, пречник централног цилиндра и дебљина аеренхима. Анализа главних компоненти је показала да прва PCA оса описује 43,43% укупне варијабилности узорка, друга PCA оса описује 16,99% док трећа само 9,62% укупне варијабилности. Карактери који највише доприносе укупној варијабилности популација су: дужина интернодија, пречник стабла, дебљина примарне коре, пречник централног цилиндра, дебљина аеренхима, површина ваздушне шупљине, дужина листа, број парова лисних режњева и број ваздушних шупљина. Дискриминантна анализа је показала благу диференцијацију популација из река у односу на популације из бара и језера. Кластер анализа је потврдила резултате CDA анализе и на фенограму се јасно издвајају две гране, при чему једна одговара барама и језерима, а друга рекама. Можемо закључити да индивидуе *M. spicatum* које насељавају реке имају дуже листове са већим бројем режњева, чија је дужина већа у односу на барске и језерске. Осим тога, ове индивидуе имају мањи пречник стабла, тању примарну кору и знатно слабије развијен аеренхим у односу на барске и језерске индивидуе.

**Кључне речи:** морфологија, анатомија, варијабилност, станишта, *Myriophyllum spicatum*



**Захвалница:** Ово истраживање подржало је Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број 451-03-47/2023-01/ 200124).

## **MORPHO-ANATOMICAL VARIABILITY OF SPECIES *MYRIOPHYLLUM SPICATUM* L. IN DIFFERENT TYPES OF HABITATS**

**Danijela Nikolić\*, Irena Raca, Dragana Milovanović, Nikolija Đorđević, Marina  
Jušković, Dragana Jenačković Gocić**

University of Niš, Faculty of Sciences and Mathematics, Department of Biology and Ecology, Niš, Serbia

\*danid@pmf.ni.ac.rs

The aim of this work was to analyze the morpho-anatomical variability of the submersed species *Myriophyllum spicatum* L. in lotic and lentic ecosystems. Six morphological characters (internode length, leaf length and width, number of leaf lobe pairs, leaf lobe length, and stem diameter) and 6 anatomical characters of the stem (epidermis thickness, primary cortex thickness, central cylinder diameter, aerenchyma thickness, aerial cavity area and number of aerial cavities) were selected for analysis. A total of 135 individuals from 14 populations inhabiting 2 lakes, 3 rivers, and 9 ponds were analyzed. The samples were collected in the area of Nišava district. Basic univariate (Descriptive statistics, Analysis of variance (ANOVA)) and multivariate statistics (Principal component analysis (PCA), Canonical discriminant analysis (CDA), and Cluster analysis (UPGMA)) based on the Mahalanobis distances were applied. High coefficient of variability (CV>30%) was found for the characters: length of internodes, thickness of primary cortex and thickness of aerenchyma, while the traits length of leaf lobe and surface of aerial cavity had a very high coefficient of variability (CV>80%). The results of ANOVA test confirmed a statistical significance of the following morpho-anatomical characters: difference in variance for the characters leaf length, number of leaf lobe pairs, stem diameter, primary cortex thickness, central cylinder diameter, and aerenchyma thickness. Principal component analysis showed that the first PCA axis encompassed 43.43% of the variation between populations, the second PCA axis 16.99%, and the third only 9.62%. The characters that contribute the most to the total variability of populations are: internode length, stem diameter, the thickness of the primary cortex, the diameter of the central cylinder, aerenchyma thickness, aerial cavity surface, leaf length, the number of leaf lobe pairs and the number of aerial cavities. Discriminant analysis indicated a slight differentiation of populations from rivers compared to those collected from ponds and lakes. The cluster analysis confirmed the results of the CDA analysis – two branches are clearly distinguished on the phenogram, one corresponding to ponds and lakes, and the other one to rivers. We can conclude that individuals of *M. spicatum* collected in rivers are characterized by longer leaves with a greater number of lobes, and greater length compared to those inhabiting ponds and lakes. In addition, these individuals have a smaller stem diameter, thinner primary cortex, and significantly less developed aerenchyma compared to populations collected from ponds and lakes.

**Keywords:** morphology, anatomy, variability, habitats, *Myriophyllum spicatum*

**Acknowledgment:** This research was supported by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation, Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/ 200124).

## ИЗГЛЕД СЕМЕЊАЧЕ ПРЕДСТАВНИКА РОДА *Plantago* L. (Plantaginaceae) У СРБИЈИ

Филип Поповић, Бојана Бокић\*, Драган Обрадов, Борис Радак, Милица Рат,  
Горан Аначков

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

\*bojana.bokic@dbe.uns.ac.rs

Род *Plantago* L. је космополитског распрострањења, а његове врсте насељавају читав спектар различитих станишта. Плод је чаура са једним, два, четири или много семена, чији се поклопац одваја дуж попречног прстена. Морфолошки су поједине врсте рода међусобно веома сличне, те је тешко наћи стабилне карактере за њихово успешно раздвајање. Додатно, често се у дијагностичким кључевима, на критичним местима раздвајања група таксона наводе карактери листова који могу бити веома слични међу врстама или пак цветови, који у великој мери могу недостајати у хербарским екзикатима. Резултати великог броја истраживања макро- и/или микроморфологије семена рода *Plantago* су различити, али сагласни да семена могу имати примену у дефинисању, раздвајању и проучавању односа представника овога рода. Како семена рода *Plantago* из Србије никада раније нису систематично анализирана, циљ овог рада био је њихов детаљан опис и класификација, у циљу лакшег разликовања и идентификације. У овом раду анализирана су семена 14 врста, из четири подрода и девет секција, сакупљена у две хербаријумске колекције у Србији (BUNS и ВЕО). Укупно је анализирано 145 семена, од сваког таксона по десет, осим врсте *P. reniformis* која је заступљена са пет семена. Сува семена су постављена на алуминијумске носаче помоћу двостране самолепљиве траке и прекривена филмом злата помоћу BAL-TEC SCD 005 „sputter coater” уређаја. Фотографије су направљене JEOL JSM-6460 скенинг електронским микроскопом (SEM) у Универзитетском центру за електронску микроскопију – Нови Сад (UCEM-NS) при волтажи од 20 kV, на увећањима од  $\times 25$ ,  $\times 100$ ,  $\times 200$  и  $\times 2000$ , са дорзалне, вентралне и бочне стране. На SEM микрографијама анализирана је орнаментика семењаче и облик ћелија које је изграђују. Уочено је неколико типова орнаментике: мрежаста, мрежасто-јамичаста, мрежасто-удубљена, јамичаста, пругаста, лествичаста, наборана и глатка, као и њихове комбинације и прелазне форме. Попречна бразда на средини семена примећена је само код врста подрода *Coronopus*. Облик ћелија је био углавном полигоналан или овалан, а ћелије су или изодијаметричног, издуженог или неправилног облика. С обзиром на то да су резултати анализа показали да су само два квалитативна карактера била довољна да открију разлике између врста, а у одређеној мери и подродова, може се тврдити да карактеристике семена имају потенцијал да буду добри таксономски карактери у роду *Plantago* у Србији.

**Кључне речи:** боквице, Plantaginaceae, семена, микроморфологија, орнаментика

**Захвалница:** Истраживања је финансирало Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора: 451-03-47/2023-01/200125).

## SEED COAT CHARACTERISTICS OF *Plantago* L. (Plantaginaceae) SPECIES IN SERBIA

Filip Popović, Bojana Bokić\*, Dragan Obradov, Boris Radak, Milica Rat, Goran Anačkov

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*bojana.bokic@dbe.uns.ac.rs

The genus *Plantago* L. has a cosmopolitan distribution, and its species inhabit a whole range of diverse habitats. The fruit is a capsule, which contains 1, 2, 4 or many seeds, with an operculum dehiscing on a transverse annulus. Certain species of the genus are morphologically very similar, so it is difficult to define stable characters necessary for proper identification. Additionally, leaf and flower characteristics are used on critical divergence points in identification keys. The leaves of different species can be indistinguishable, while flowers are often absent in herbarium sheets, making these characters problematic to use in species determination. The results of many *Plantago* seed micro- and/or macromorphological research differ, but definitively confirm that seeds can be used in defining, separating and studying the relationship among species. As the seeds of this genus from Serbia have never been analyzed, the aim of this research was to more easily differentiate and identify them, by describing and classifying them in great detail. In this research, seeds from 14 species were analyzed, covering 4 subgenera and 9 sections. The seeds originate from two Serbian herbarium collections (BUNS and BEO). In total, 145 seeds were analyzed, 10 from each taxon, except for *P. reniformis*, where 5 seeds were studied. Dry seeds were mounted on aluminum carriers using double-sided tape, and then coated in gold using a BAL-TEC SCD 005 sputter coater device. The dorsal, ventral and lateral sides of the seeds were photographed with a JEOL JSM-6460 scanning electron microscope (SEM) in the University centre for electron microscopy – Novi Sad (UCEM-NS) using a voltage of 20 kV at  $\times 25$ ,  $\times 100$ ,  $\times 200$  and  $\times 2000$  magnification. Seed surface ornamentics and cell shape were analysed using the SEM micrographs. Several types of patterns were noted: reticulate, reticulo-foveate, reticulo-areolate, foveate, striate, scalariform, rugose, and smooth, including their combinations. A transverse furrow located in the middle of the seed was observed only in species of the subgenus *Coronopus*. Cells were usually polygonal or oval, isodiametric, elongated or irregularly shaped. Since the results of this research showed that only two characters were enough for discrimination among species, and to a certain extent between subgenera, it can be determined that seed characteristics have the potential of being good taxonomic traits in the genus *Plantago* in Serbia.

**Keywords:** plantain, Plantaginaceae, seeds, micromorphology, ornamentation

**Acknowledgements:** This research was funded by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/200125).

## УСКРСНУЋЕ *Ophrys grammica* – МОРФОЛОШКА КАРАКТЕРИЗАЦИЈА СПОРНОГ ТАКСОНА ОРХИДЕЈА

Јован Пешканов\*, Борис Радак, Алекса Влку, Горан Аначков

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

\*jovan.peskanov@dbe.uns.ac.rs

*Ophrys sphegodes* комплекс представља један од таксономски најпроблематичнијих група рода *Ophrys*, у оквиру ког број врста, у зависности од аутора

и примене различитих концепата врсте, варира од три до 48. Како за већину врста описаних у последње три деценије не постоји довољно забележених података о распрострањењу и морфологији, њихово издвајање се чини недовољно оправдано, те потенцијално представљају екстремне варијабилности неколико широко распрострањених врста. Једна од врста овог комплекса је *Ophrys grammica* (B. Willing & E. Willing) Devillers-Tersch. & Devillers, чији је таксономски статус дискутабилан, те јој се име најчешће употребљава као синоним за *O. sphegodes* Mill. subsp. *tammosa* (Desf.) Soó ex E. Nelson. Како би утврдили постојање потенцијалних морфолошких разлика између *O. grammica* и *O. sphegodes* subsp. *tammosa*, али и упоредили ову врсту са другим таксонима комплекса извршене су мофометријске анализе на узорку од десет популација, 112 јединки, сакупљених на подручју Балканског полуострва и Панонске низије. Резултати мерења за сваки од 26 испитиваних морфометријских карактера за узорке одређене као *O. grammica*, *O. sphegodes* subsp. *sphogodes*, *O. sphegodes* subsp. *tammosa* и *O. sphegodes* subsp. *spruneri* (Nyman) E. Nelson обрађени су статистички уз помоћ софтвера Statistica ver. 13.5. Добијени резултати анализа (Канонијска Дискриминантна Анализа – CDA) указују да се популације таксона *O. sphegodes* subsp. *tammosa* и *O. sphegodes* subsp. *spruneri* морфолошки значајно разликују од свих осталих, при чему се ни једна од популација *O. grammica* у мултиваријантном простору CDA не групише са *O. sphegodes* subsp. *tammosa*. Ово је случај чак и са популацијом ове врсте из Грчке која је географски близу испитиваним популацијама *O. sphegodes* subsp. *tammosa*. Морфометријски карактери који доприносе раздвајању анализираних популација *O. grammica* од *O. sphegodes* subsp. *tammosa* и *O. sphegodes* subsp. *spruneri* су дужина брактеје, ширина петала на половини дужине, дужина лабелума до наставка, ширина основе стигматичне шупљине и дужина стигматичне шупљине. Популације врсте *O. grammica* се блиско групишу са популацијама *O. sphegodes* subsp. *sphogodes*, уз постојање уске зоне преклапања вредности испитиваних карактера, што указује на већу морфолошку сличност ове врсте са типском подврстом него са *O. sphegodes* subsp. *tammosa*. Иако таксони *O. grammica* и *O. sphegodes* subsp. *sphogodes* показују извесну морфолошку сличност, цветови *O. grammica* су мањих димензија што се уочава преко дужине стигматичне шупљине, ширине стигматичне шупљине, као и дужине петала и лебелума. Лабелум *O. grammica* је краћи од дорзалног сепала, те је ова карактеристика одваја како од типске, тако и од *O. sphegodes* subsp. *tammosa* код којих је дужи. Резултати овог истраживања јасно указују да име *O. grammica* не треба поистовећивати са *O. sphegodes* subsp. *tammosa*, већ се ради о морфолошки засебном и добро дефинисаном таксону.

**Кључне речи:** Балканско полуострво, *Ophrys*, *Ophrys sphegodes* комплекс

**Захвалница:** Ово истраживање финансирало је Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора: 451-03-47/2023-01/200125).

## RESURRECTION OF *Ophrys grammica* – MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF DISPUTABLE ORCHID TAXON

Jovan Peškanov\*, Boris Radak, Aleksa Vuku, Goran Anačkov

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*jovan.peskanov@dbe.uns.ac.rs

The *Ophrys sphegodes* complex represents one of the most taxonomically problematic groups of the genus *Ophrys*, within which the number of species varies from 3 to 48, depending on the author and the application of different species concepts. In the absence of well-recorded

distribution and morphology data for most of the species described in the last three decades, their separation does not seem to be sufficiently justified, and they most likely represent the extremes of variability of several widespread species. One of the species from this complex is *Ophrys grammica* (B. Willing & E. Willing) Devillers-Tersch. & Devillers, a species whose status is doubtful, and the name of this taxon is usually used as a synonym for *O. sphegodes* Mill. subsp. *mammosa* (Desf.) Soó ex E. Nelson. Morphometric analyses were carried out on a sample of 10 populations, 112 individuals, collected on the territory of the Balkan Peninsula and the Pannonian Plain to ascertain the existence of potential differences between *O. grammica* and *O. sphegodes* subsp. *mammosa* as well as to compare it with other taxa of this complex. Measurement results for each of the 26 morphometric characters examined for specimens determined to be *O. grammica*, *O. sphegodes* subsp. *sphogodes*, *O. sphegodes* subsp. *mammosa*, and *O. sphegodes* subsp. *spruneri* (Nyman) E. Nelson were processed statistically using the software Statistica ver. 13.5. From the obtained results of analyses (Canonical Discriminant Analysis – CDA), it is evident that the populations of *O. sphegodes* subsp. *mammosa* and *O. sphegodes* subsp. *spruneri* are morphologically significantly different from all others. None of the populations of *O. grammica* are grouped with the subspecies *O. sphegodes* subsp. *mammosa* in morphospace of CDA, not even those from Greece, although they are geographically very close to each other. Morphometric characters that contribute the most to the morphological separation of the analyzed populations of *O. grammica* from *O. sphegodes* subsp. *mammosa* and *O. sphegodes* subsp. *spruneri* are the length of the bract, the width of the petal halfway along its length, the length of the lip to the appendage, the width of the base of the stigmatic cavity, and the length of the stigmatic cavity. Populations of the species *O. grammica* are closely grouped with populations of *O. sphegodes* subsp. *sphogodes*, with close overlap in the values of the characters studied, indicating greater morphological similarity of this species to the type subspecies than to *O. sphegodes* subsp. *mammosa*. Although the taxa *O. grammica* and *O. sphegodes* subsp. *sphogodes* show morphological similarity, the flowers of *O. grammica* are smaller, as indicated by the length of the stigmatic cavity, the width of the stigmatic cavity, and the length of the petals and labellum. The labellum of *O. grammica* is shorter than the dorsal sepal, and this feature distinguishes it from both the type subspecies and *O. sphegodes* subsp. *mammosa*, where it is longer. The results of this study clearly show that the name *O. grammica* should not be equated with *O. sphegodes* subsp. *mammosa*, since it is a morphologically distinct and well-defined taxon.

**Keywords:** Balkan Peninsula, *Ophrys*, *Ophrys sphegodes* complex

**Acknowledgments:** This research was funded by Ministry of Science, Technological Development and Innovation, the Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/200125).

## ***Ophrys grammica* – НОВА ВРСТА ОРХИДЕЈА ЗА ФЛОРУ СРБИЈЕ**

**Јован Пешканов<sup>\*</sup>, Борис Радак, Алекса Влку, Горан Аначков**

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

\*jovan.peskanov@dbe.uns.ac.rs

Током теренских истраживања 2023. године у источној Србији, на подручју Сврљишких планина пронађена је нова врста орхидеје *Ophrys grammica* (B. Willing & E. Willing) Devillers-Tersch. & Devillers. Од када је описана (1985.), сматрана је ендемитом Грчке. Иако постоје наводи о њеном ширем распрострањењу, она до сада није забележена у литератури за друге делове Балканског полуострва. Како је ово први налаз ове врсте ван познатог ареала, поред хоролошких података

представљени су и резултати истраживања о морфологији, периоду цветања и екологији ове врсте. Први локалитет где је овај таксон пронађен налази се на надморској висини од 865 m у биљној заједници која припада сувим субконтиненталним степским травним формацијама (*Festucion valesiacaе*) у близини села Доњи Рињ. Друге две популације, околина села Долац и Љубатовица, су смештене на нижој надморској висини (око 300 m) у биљним заједницама које припадају медитеранско-монтаним широколисним листопадним шибљацима. Ова врста је на свим локацијама пронађена на геолошкој подлози која се углавном састоји од лапораца, пешчара, слојевитог кречњака и доломита. Све јединке су пронађене крајем априла, када су јединке са локалитета Долац и Љубатовица биле у фази пуног цветања, док су јединке са Доњег Риња тек почињале да цветају. У већини публикација ова врста се води као синоним за *O. sphegodes* Mill. subsp. *tammosa* (Desf.) Soó ex E. Nelson, али постоје јасни морфолошки карактери сепала и лабелума на основу којих се ова два таксона могу разликовати. *O. grammica* има лабелум који је маслинасто зелене боје, дуге и густе, сиве до беле длаке на базалном делу лабелума и знатно мањи цвет у односу на *O. sphegodes* subsp. *tammosa*. Такође, за разлику од *O. sphegodes* subsp. *tammosa*, код које су бочни сепали увек јасно двобојни, код *O. grammica* ружичасти пигмент јавља се ретко и тада је локализован дуж ивица латице или око њиховог централног нерва. Дорзални сепал врсте *O. grammica* је краћи од лабелума, те се и на тај начин може разликовати од *O. sphegodes* subsp. *tammosa* код које је дужи. Употребом IUCN критеријума, тренутни статус угрожености *O. grammica* на територији Србије је процењен као Угрожен – ENB2ac(iv)+C2b. Статус је заснован на критеријуму броја репродуктивно зрелих јединки (339), као и чињеници да је ова врста пронађена на само три локалитета, и да је површина коју она насељава процењена на мање од 500 km<sup>2</sup>. Како је таксономија ове врсте и комплекса коме припада (*Ophrys sphegodes*) спорна, добијени резултати представљају основу за даље истраживање морфологије, екологије и распрострањења ове, и сродних врста, на Балканском полуострву.

**Кључне речи:** Балканско полуострво, флора Србије, распрострањење, *Ophrys*, *Ophrys sphegodes* комплекс

**Захвалница:** Ово истраживање финансирао је Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора: 451-03-47/2023-01/200125).

## ***Ophrys grammica* – A NEW SPECIES OF ORCHID FOR THE FLORA OF SERBIA**

**Jovan Peškanov\*, Boris Radak, Aleksa Vuku, Goran Anačkov**

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*jovan.peskanov@dbe.uns.ac.rs

During field research in 2023 in eastern Serbia, a species of orchid new to Serbia, *Ophrys grammica* (B. Willing & E. Willing) Devillers-Tersch & Devillers, was found in the area of the Svrljig Mountains. Since its description (1985) it has been considered endemic to Greece. Although there are reports of its somewhat wider distribution, it has not yet been recorded in the literature for other parts of the Balkan Peninsula. Since this is the first finding of this species outside the known area, the research results on the morphology, flowering time, and ecology of this species are presented, in addition to the horological data. The first site where this taxon was discovered was at an elevation of 865 m a.s.l. in a plant community of dry subcontinental steppe grass formations (*Festucion valesiacaе*) near the village of Donji

Rinj. The other two populations, Dolac and Ljubatovica, are located at lower elevations (ca 300 m a.s.l.) in a plant community of Mediterranean-montane broad-leaved deciduous shrubs. This species was found at all sites on a substrate consisting mainly of marl, sandstone, laminated limestone, and dolomite. All individuals were found at the end of April, when the individuals from Dolac and Ljubatovica were in full bloom, while the individuals from Donji Rinj were just beginning to bloom. In most publications, this species is treated as a synonym of *O. sphegodes* Mill. subsp. *mammosa* (Desf.) Soó ex E. Nelson, but there are clear morphological features of the sepals and labellum by which the two taxa can be distinguished. *O. grammica* has a mostly olive-green lip, long and dense gray-to-white hairs on the shoulders, and smaller flowers than *O. sphegodes* subsp. *mammosa*. Unlike *O. sphegodes* subsp. *mammosa*, in which the lateral sepals are always distinctly bicolored, pink pigment rarely occurs in *O. grammica* and is then localized along the sepal margin or around the central nerve. The dorsal sepal of *O. grammica* is shorter than the labellum and thus it can be distinguished from *O. sphegodes* subsp. *mammosa*, where it is longer. According to the IUCN criteria, the current threatened status of *O. grammica* on Serbian territory is Endangered – ENB2ac(iv)+C2b. The decisive factors are the number of mature individuals (339), the fact that this species has been recorded in only three localities, and the fact that its area of occupancy is estimated to be less than 500 km<sup>2</sup>. Since the taxonomy of this species and the complex it belongs to (*Ophrys sphegodes*), is controversial, the obtained results are the basis for further research on the morphology, ecology, and distribution of this and related species in the Balkan Peninsula.

**Keywords:** Balkan Peninsula, flora of Serbia, distribution, *Ophrys*, *Ophrys sphegodes* complex

**Acknowledgments:** This research was funded by Ministry of Science, Technological Development and Innovation, the Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/200125).

## ПРИЛОГ ПОЗНАВАЊУ ФЛОРЕ ОРХИДЕЈА ИСТОЧНЕ СРБИЈЕ – СТАРА ПЛАНИНА И ОКОЛИНА

Алекса Влку\*, Борис Радак, Јован Пешканов, Горан Аначков

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

\*aleksa.vlku@dbe.uns.ac.rs

За подручје Старе планине 2022. године покренут је поступак ревизије заштите у циљу проглашења овог подручја за национални парк. Након завршетка поступка, ово подручје постаће најмлађи национални парк у Србији, а уједно и највећи, са површином преко 120.000 хектара. Изражена разуђеност терена овог предела, специфични климатски, геоморфолошки, геолошки и едафски фактори доприносе великој разноврсности његове флоре и вегетације. Национални парк „Стара планина” налази се у источном делу Србије, на граници са Републиком Бугарском. Највећи део парка је представљен масивом Старе планине која припада Карпатско-балканском планинском венцу. На западу, границе парка су дефинисане долинама Белог и Трговишког Тимока, односно Зајечарским басеном и Књажевачком котлином. На југозападу граница парка прати долину реке Темштице, низводно од Темске и Нишаве, обухватајући Пиротску котлину. На истоку се граница простире дуж централног планинског гребена, дуж државне границе са Републиком Бугарском. Критичком обрадом података из литературе, утврђено је присуство 18 родова, односно 58 таксона орхидеја у рангу врсте и подврсте за подручје целе источне Србије. Нашим теренским истраживањима, у периоду од маја 2021. до јуна 2023. године на простору националног парка „Стара планина” и у околини, забележено је присуство 39 таксона у рангу врсте и подврсте, у оквиру 15 родова што

представља више од две трећине укупно забележених таксона на овом подручју. На основу спроведене анализе података прикупљених из литературе и теренским истраживањима, издвојени су нови хоролошки подаци за 11 таксона који су представљени на растерским картама (УТМ мрежи) размере 10 × 10 km. Нови подаци о распрострањењу, констатовани су за следеће таксоне: *Anacamptis morio* (L.) R. M. Bateman, Pridgeon & M. W. Chase 1997 subsp. *caucasica* (K. Koch) H. Kretzschmar, Eccarius & H. Dietr. 2007, *Anacamptis palustris* (Jacq.) R. M. Bateman, Pridgeon & M. W. Chase 1997 subsp. *elegans* (Heuff.) R. M. Bateman, Pridgeon & M. W. Chase 1997, *Corallorhiza trifida* Châtel. 1760, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz 1769 subsp. *orbicularis* (K. Richt.) E. Klein 1997, *Epipactis palustris* (L.) Crantz 1769, *Epipactis purpurata* Sm. 1828, *Gymnadenia densiflora* (Wahlenb.) A. Dietr. 1839, *Himantoglossum calcaratum* (Beck) Schltr. 1927 subsp. *rumelicum* (H. Baumann & R. Lorenz) Niketić & Djordjević 2018, *Ophrys apifera* Huds. 1762, *Ophrys grammica* (B. Willing & E. Willing) Devillers-Tersch. & Devillers 1991, *Orchis × hybrida* Boenng. ex Rchb. 1830. Употребом ових података, уз наставак теренских истраживања, употпуниће се и проширити сазнање о диверзитету и дистрибуцији орхидеја на подручју источне Србије.

**Кључне речи:** *Gymnadenia*, *Ophrys*, национални парк, хорологија, орхидеје

**Захвалница:** Ово истраживање финансирало је Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора: 451-03-47/2023-01/200125).

## CONTRIBUTION TO THE ORCHID FLORA OF EASTERN SERBIA – STARA PLANINA MT AND ITS SURROUNDINGS

Aleksa Vuku\*, Jovan Peškanov, Boris Radak, Goran Anačkov

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*aleksa.vlku@dbe.uns.ac.rs

The area of Stara Planina has undergone a process of revising its protection for the purpose of declaring this region a national park. Upon the completion of the procedure, it will become the youngest national park in Serbia, and the largest, covering an area of over 120,000 hectares. The pronounced terrain diversity of this region, along with specific climatic, geomorphological, geological, and edaphic factors, contributes to the significant diversity of its flora and vegetation. The "Stara planina" National Park is in the eastern part of Serbia, bordering the Republic of Bulgaria. The largest portion of the park consists of the Stara planina mountain massif, which belongs to the Carpathian-Balkan Mountain range. To the west, the park's boundaries are defined by the valleys of the Beli and Trgoviški Timok rivers, as well as the Zaječar basin and the Knjaževac depression. To the southwest, the park's border follows the Temštica river valley downstream from Temska and Nišava, encompassing the Pirot basin. To the east, the border stretches along the central mountain ridge, running along the Bulgarian state border. Through critical literature data analysis, the presence of 18 genera, comprising 58 taxa of orchids at the species and subspecies level, has been established for the entire Eastern Serbia region. Our field research, conducted from May 2021 to June 2023 within the territory of the "Stara planina" National Park and its surroundings, recorded the presence of 39 taxa at the species and subspecies level within 15 genera. This accounts for more than two-thirds of the total recorded taxa in this area. Based on the analysis of data collected from literature and field research, new chorological data have been compiled for 11 taxa, which are presented on raster maps (UTM grid) at a scale of 10 × 10 km. New distribution data have been confirmed for the following taxa: *Anacamptis morio* (L.) R. M. Bateman, Pridgeon & M. W. Chase 1997 subsp. *caucasica* (K. Koch) H. Kretzschmar, Eccarius & H. Dietr. 2007, *Anacamptis palustris*



(Jacq.) R. M. Bateman, Pridgeon & M. W. Chase 1997 subsp. *elegans* (Heuff.) R. M. Bateman, Pridgeon & M. W. Chase 1997, *Corallorhiza trifida* Châtel. 1760, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz 1769 subsp. *orbicularis* (K. Richt.) E. Klein 1997, *Epipactis palustris* (L.) Crantz 1769, *Epipactis purpurata* Sm. 1828, *Gymnadenia densiflora* (Wahlenb.) A. Dietr. 1839, *Himantoglossum calcaratum* (Beck) Schltr. 1927 subsp. *rumelicum* (H. Baumann & R. Lorenz) Niketić & Djordjević 2018, *Ophrys apifera* Huds. 1762, *Ophrys grammica* (B. Willing & E. Willing) Devillers-Tersch. & Devillers 1991, *Orchis* × *hybrida* Boenng. ex Rchb. 1830. Utilizing these data, in conjunction with ongoing field research, the understanding of orchid diversity and distribution in Eastern Serbia will be enriched and expanded.

**Keywords:** *Gymnadenia*, *Ophrys*, national park, chorology, orchids

**Acknowledgments:** This research has been funded by the Ministry of Science, Technological Development, and Innovation (grant no. 451-03-47/2023-01/200125).

## ОРХИДЕЈЕ У СРБИЈИ 2: ПРИЛОЗИ КРИТИЧКОЈ ЛИСТИ ВРСТА ВАСКУЛАРНЕ ФЛОРЕ СРБИЈЕ 1

Борис Радак\*, Алекса Влку, Јован Пешканов, Бојана Бокић, Горан Аначков

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

\*boris.radak@dbe.uns.ac.rs

Теренским истраживањима забележени су таксони орхидеја који су на основу података датих у *Критичкој листи врста васкуларне флоре Србије 1* нови за цело подручје Републике Србије, или за њене поједине територијалне јединице. Регистрована су четири нова таксона орхидеја за територију Републике Србије, од тога један у рангу врсте – *Gymnadenia densiflora* (Wahlenb.) A. Dietr., један у рангу подврсте – *Pseudorchis albida* (L.) Á. Löve & D. Löve subsp. *tricuspis* (Beck) E. Klein, као и два природна хибрида – *Anacamptis* × *gennarii* (Rchb. f.) H. Kretzschmar, Eccarius & H. Dietr. и *Dactylorhiza* × *kerneriorum* (Soó) Soó. Прва два таксона забележена су 2023. године на подручју Старе планине – *G. densiflora* на тресетишту Јабучко равниште, а *P. albida* subsp. *tricuspis* на субалпијским ливадама на Бабином зубу и на потезу од Белчиног дола ка Братковој страни. Таксон хибридног порекла *A. × gennarii* је пронађен 2014. године у подножју планине Ртањ, док је *D. × kerneriorum* регистрована 2023. године на Копаонику, на тресетишту Јанкове баре, у заједници са обе родитељске врсте – *D. maculata* (L.) Soó и *D. incarnata* (L.) Soó. Врста *Epipactis distans* Arv.-Touv. је у Критичкој листи врста васкуларне флоре Србије 1 наведена као таксон присутан само на подручју уже Србије, док је нашим теренским истраживањима њено присуство забележено 2020. године и у Војводини, на Фрушкој гори, у мешовитим листопадним шумама на потезу од Парагова до Поповице. Са друге стране, таксон *Orchis* × *hybrida* (Lindl.) Boenn. ex Rchb. наводи се за подручје Војводине, али је истраживањима спроведеним 2021. године регистрован и у ужој Србији, у Сићевачкој клисури, на каменитим ливадама, у мешовитој популацији са једном од родитељских врста – *O. purpurea* Huds.

**Кључне речи:** *Dactylorhiza*, *Epipactis*, *Gymnadenia*, *Orchis*, *Pseudorchis*, нови таксони, Orchidaceae

**Захвалница:** Истраживања је финансирало Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора: 451-03-47/2023-01/200125).

## ORCHIDS IN SERBIA 2: ADDITIONS TO THE AN ANNOTATED CHECKLIST OF VASCULAR FLORA OF SERBIA 1

Boris Radak\*, Aleksa Vuku, Jovan Peškanov, Bojana Bokić, Goran Anačkov

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*boris.radak@dbe.uns.ac.rs

During field research, orchid taxa that are, based on the data given in An Annotated Checklist of Vascular Flora of Serbia 1, new for the entire territory of the Republic of Serbia or its territorial units, were recorded. Four new taxa of orchids were registered for the territory of the Republic of Serbia, one in the rank of species – *Gymnadenia densiflora* (Wahlenb.) A. Dietr., one in the rank of subspecies – *Pseudorchis albida* (L.) Á. Löve & D. Löve subsp. *tricuspis* (Beck) E. Klein, as well as two natural hybrids – *Anacamptis* × *gennarii* (Rchb. f.) H. Kretzschmar, Eccarius & H. Dietr. and *Dactylorhiza* × *kerneriorum* (Soó) Soó. The first two taxa were recorded in 2023 in the Stara Planina Mt – *G. densiflora* on the Jabučko ravnište peatland, and *P. albida* subsp. *tricuspis* in the subalpine meadows on Babin zub and on the stretch from Belčin dol to Bratkova strana. The taxon of hybrid origin *A.* × *gennarii* was found in 2014 at the foot of the Rtanj Mt, while *D.* × *kerneriorum* was registered in 2023 on the Kopaonik Mt, on the Jankova bara peatland, in a community with both parental species – *D. maculata* (L.) Soó and *D. incarnata* (L.) Soó. Species *Epipactis distans* Arv.-Touv. is listed in An Annotated Checklist of Vascular Flora of Serbia 1 as a taxon present only in Central Serbia, while our field research recorded its presence in 2020 in Vojvodina, on Fruška Gora Mt, in mixed deciduous forests on the stretch from Paragovo to Popovica. On the other hand, the taxon *Orchis* × *hybrida* (Lindl.) Boenn. ex Rchb. was reported for the area of Vojvodina, but according to our research conducted in 2021, it was also registered in Central Serbia, in the Sićevo gorge, on rocky meadows, in a mixed population with one of the parent species – *O. purpurea* Huds.

**Keywords:** *Dactylorhiza*, *Epipactis*, *Gymnadenia*, *Orchis*, *Pseudorchis*, new taxa, Orchidaceae

**Acknowledgments:** The authors gratefully acknowledge the financial support of the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/200125).

## НОВИ ТАКСОНИ ОРХИДЕЈА ЗА ЦРНУ ГОРУ

Борис Радак<sup>\*1</sup>, Јован Пешканов<sup>1</sup>, Бојана Бокић<sup>1</sup>, Предраг Миљковић<sup>2</sup>, Јелена Белоица<sup>2</sup>, Горан Аначков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Београду – Шумарски факултет, Одсек за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса, Београд, Србија

\*boris.radak@dbe.uns.ac.rs

Црна Гора представља једно од главних центара диверзитета васкуларне флоре Балканског полуострва, што претпоставља могућа открића нових таксона орхидеја на простору ове државе. Теренским истраживањима у периоду од 2021. до 2023. године регистроване су четири нове врсте орхидеја за територију Црне Горе: *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó, *Gymnadenia densiflora* (Wahlenb.) A. Dietr., *Ophrys archipelagi* Gözl & H. R. Reinhard. и *Ophrys grammica* (B. Willing & E. Willing) Devillers-Tersch. & Devillers. На обронцима планине Сињајевине, у близини села Крња јела, на 1293 m н. в., забележена је *D. fuchsii*. Мала популација ове врсте расла је уз обод локалног пута кроз мешовиту

листопадну шуму којом доминирају планински јавор и буква. Присуство ове евроазијске врсте је у последњих 10-ак година забележено у већини земаља Балканског полуострва. Због велике морфолошке сличности са другим таксонима комплекса *D. maculata* (L.) Soó, за које постоје бројни налази на целом овом подручју, претпоставља се да је ова врста знатно чешћа како у Црној Гори, тако и у суседним земљама. *G. densiflora* је евроазијска врста, али ретка на подручју Балканског полуострва. Њено присуство је потврђено за Северну Македонију 2022. године, а 2023. и за подручје Србије. Ова врста насељава углавном монтане алкалне мочваре и често се јавља синтопички са блиско сродном и морфолошки сличном врстом *G. conopsea* (L.) R. Br., те је претпоставка да је одређен број њених налаза приписан другој врсти. Први налаз *G. densiflora* за Црну Гору је из 2021. године, са планине Дурмитор, у близини Јаблан језера на 1836 m н. в. Забележена је популација од 50-ак јединки на влажним субалпским ливадама, које су расле заједно са још два таксона орхидеја: *D. cordigera* (Fr.) Soó subsp. *bosniaca* (Beck) Soó и *G. rhellicani* (Terpner & E. Klein) Terpner & E. Klein. Присуство *O. archipelagi* на подручју Црне Горе утврђено је 2021. године у кањону реке Мораче. Популација ове врсте бројала је око 100 јединки и развијала се уз рубове пољског пута, у проређеним деловима макије, као и на каменитим ливадама на кречњаку. Ова врста описана је 1986. године, са острва Корчула и илирско-апенински је ендемит, са распрострањењем у југоисточној Италији и јужној Далмацији. *O. grammica* је први пут забележена 2022. године, на 823 m н. в., у деградираним састојинама храста медунца и црног јасена на еродираним кречњачким падинама планине Гарач. Врста је забележена први пут 2022. године. Припада морфолошки врло разноврсном комплексу врсте *O. sphagodes* и описана је као ендемит Грчке. До скоро је била позната само за подручје ове државе, међутим поред налаза за Црну Гору, регистрована је 2023. године на неколико локалитета источне Србије. Оба новозабележена таксона рода *Ophrys* су таксономски проблематичне врсте. Различити аутори их третирају или као врсте, или их пак синонимизирају са другим таксонима, или укључују у њих као таксоне нижег ранга, те би требало предузети опсежна таксономска истраживања ове групе орхидеја на подручју читавог Балканског полуострва, како би се њихов таксономски статус разрешио.

**Кључне речи:** *Dactylorhiza*, *Gymnadenia*, *Ophrys*, Orchidaceae, Балканско полуострво

**Захвалница:** Истраживања је финансирало Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора: 451-03-47/2023-01/200125).

## NEW ORCHID TAXA FOR MONTENEGRO

**Boris Radak<sup>\*1</sup>, Jovan Peškanov<sup>1</sup>, Bojana Bokić<sup>1</sup>, Predrag Miljković<sup>2</sup>, Jelena Beloica<sup>2</sup>, Goran Anačkov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>University of Belgrade – Faculty of Forestry, Department of ecological engineering for soil and water resources protection, Belgrade, Serbia

\*boris.radak@dbe.uns.ac.rs

Montenegro represents one of the centers of the vascular flora diversity in the Balkan Peninsula, which presupposes possible discoveries of new orchid taxa on the territory of this country. Field research from 2021 to 2023 registered four new species of orchids for Montenegro: *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó, *Gymnadenia densiflora* (Wahlenb.) A. Dietr., *Ophrys archipelagi* Gözl & H. R. Reinhard. and *Ophrys grammica* (B. Willing & E. Willing) Devillers-Tersch. & Devillers. On the slopes of the Sinjajevina Mt, near the village of Krnja jela at 1293 m a.s.l., *D. fuchsii* was recorded. A small population of this species grew along the

edge of the local road through a mixed deciduous forest dominated by mountain maple and beech. This Eurasian species has been recorded in most countries of the Balkan Peninsula in the last ten years. Due to the great morphological similarity with other taxa of the *D. maculata* (L.) Soó complex, for which there are numerous findings throughout this area, it is assumed that this species is much more common in Montenegro and neighboring countries. *G. densiflora* is a Eurasian species, but rare in the Balkan Peninsula. Its presence has been confirmed for North Macedonia in 2022, and in 2023 for Serbia. This species inhabits mainly montane alkaline swamps and often occurs syntopically with the closely related and morphologically similar species *G. conopsea* (L.) R. Br., and it is assumed that a certain number of its findings have been attributed to another species. The first finding of *G. densiflora* for Montenegro is from 2021, from the Durmitor Mt, near Jablan Lake at 1836 m a.s.l. A population of about 50 individuals was recorded in humid subalpine meadows, which grew together with two other orchid taxa: *D. cordigera* (Fr.) Soó subsp. *bosniaca* (Beck) Soó and *G. rhellicani* (Teppner & E. Klein) Teppner & E. Klein. The presence of *O. archipelagi* in the territory of Montenegro was confirmed in 2021 in the Morača River canyon. The population of this species numbered around 100 individuals and developed along the edges of field roads, in thinned areas of maquis, and on rocky meadows on limestone. This species was described in 1986 from the island of Korčula and is an Illyrian-Apennine endemic, with distribution in southeastern Italy and southern Dalmatia. *O. grammica* was recorded for the first time in 2022, at 823 m a.s.l., in degraded stands of Italian oak and black ash on the eroded limestone slopes of the Garač Mt. The species was recorded for the first time in 2022. It belongs to the morphologically very diverse complex of the species *O. sphegodes* and was described as an endemic of Greece. Until recently, it was known only for the area of this country, however, in addition to the findings for Montenegro, it was registered in 2023 on several localities in Eastern Serbia. Both newly recorded taxa of the genus *Ophrys* are taxonomically problematic species. Different authors treat them either as species or synonymize them with other taxa or include them as taxa of a lower rank, so extensive taxonomic research of this group of orchids should be undertaken in the entire Balkan Peninsula to resolve their taxonomic status.

**Keywords:** *Dactylorhiza*, *Gymnadenia*, *Ophrys*, Orchidaceae, Balkan Peninsula

**Acknowledgments:** The authors gratefully acknowledge the financial support of the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/200125).

## НЕОЧЕКИВАНИ НАЈАЗ ВРСТЕ *Petteria ramentacea* (SIEBER.) C. PRESSL. 1845 (Fabaceae) У ИСТОЧНОЈ СРБИЈИ

Бојана Бокић\*, Борис Радак, Милица Рат

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

\*bojana.bokic@dbe.uns.ac.rs

Упркос бројним флористичким истраживањима на подручју данашње Србије, за неке таксоне и даље не постоје детаљни подаци о биологији, екологији и распрострањењу, те се они наводе као ретки, недовољно познати или са недовољно података. Последишно, порекло и статус тих таксона није јасан. Једна од таквих врста у Србији је *Petteria ramentacea* (Sieber.) C. Pressl. У *Флори Србије 4*, наводи се само као „ретка” без података о прецизном локалитету, а у додатним издањима (*Флора Србије 9* и *Флора Србије 10*) не постоје други подаци, иако је у литератури забележена на југозападу Србије, у кањону реке Милешевке, на око 50 km удаљености од најближих

популација у Црној Гори. С обзиром на овакав статус, изненађујуће је да ова врста није обрађена у *Црвеној књизи флоре Србије 1* која је објављена 1999. године. Врста припада монотипском роду, представља листопадни усправан жбун, и традиционално се сматра реликтом и илирским ендемитом Балканског полуострва, који насељава планинске шибљаке, шикаре, осунчане падине и стене, од 0 до 1.200 m надморске висине. Као аутохтони или природни ареал обично се наводи западни део Балканског полуострва, односно Хрватска, Босна и Херцеговина, Црна Гора, Албанија и Грчка. *P. ramentacea* се на основу генералног распрострањења може сврстати у медитеранско-субмедитеранску ареал групу. Потенцијално, врста живи и на крајњем западу Северне Македоније, уз ток реке Дрим, а у Бугарској се гаји по парковима и баштама. Према Црвеној листи IUCN-а спада у категорију „најмања брига” чије су популације стабилне. Током теренских истраживања 2022. године, откривена је популација врсте *P. ramentacea*, у фази плодношења, на планини Белави код Пирота, у источној Србији. На терену су евидентирани следећи параметри о локалитету и популацији: координате, назив, величина, бројност, статус, подлога, експозиција, тип станишта и угрожавајући фактори, као и њихов интензитет. Како не постоји прегршт података о овој врсти у Србији и како је махуна ове врсте веома слична махуни *Laburnum anagyroides* Medik, било је неопходно сакупити узорак и у фази цветања. Стога је, у априлу 2023. године теренским радом, на основу изгледа и положаја цветова, налаз потврђен. Том приликом, поново је процењена величина популације и урађени су фитоценолошки снимци станишта у којима се врста јавља. Ваучери су депоновани у Хербаријуму Универзитета у Новом Саду (BUNS). Проналаском врсте *P. ramentacea* у источној Србији потврђен је значај редовних теренских истраживања, а отворена су питања о њеном конзервационом статусу у Србији и пореклу популација.

**Кључне речи:** тиловина, зановет, Белави, Медитеран

**Захвалница:** Истраживања је финансирало Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора: 451-03-47/2023-01/200125).

## UNEXPECTED FINDING OF *Petteria ramentacea* (SIEBER.) C. PRESSL. 1845 (Fabaceae) IN EASTERN SERBIA

Bojana Bokić\*, Boris Radak, Milica Rat

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*bojana.bokic@dbe.uns.ac.rs

Despite to the numerous floristic studies performed in the area of today's Serbia, detail data on biology, ecology and distribution for some taxa are still missing, hence those taxa are cited as rare, insufficiently known or data deficient. Consequently, the origin and status of these taxa are not clear. One of those species in Serbia is *Petteria ramentacea* (Sieber.) C. Pressl. In *Flora of Serbia 4*, it is cited just as "rare" without data on precise locality, and in additional volumes (*Flora of Serbia 9* and *Flora of Serbia 10*) there are no additional data, even though the species was cited in literature for southwestern Serbia, in canyon of the river Mileševka, at about 50 km from the closest populations in Montenegro. Considering this, it is surprising that *P. ramentacea* was not the part of *The Redbook of Flora of Serbia 1*, which was published 1999. The species belongs to the monotypic genus, and it is deciduous erect shrub, traditionally considered as relic and Illyrian endemic of the Balkan peninsula, which inhabits mountain scrub, thickets, sunny slopes and rocks, from 0 to 1,200 m. Western part of the Balkan peninsula (i.e. Croatia, Bosnia and Herzegovina, Montenegro, Albania and Greece) is usually mentioned as an autochthonous or natural distribution area of *P. ramentacea*. Therefore, according to the

general distribution, the species can be placed in Mediterranean-Sub Mediterranean Areal group. Potentially, *P. ramentacea* is spread in the far west of North Macedonia, along the river Drin, while in Bulgaria it is listed as ornamental cultivated in parks and gardens. Based on the IUCN Red list, the species is classified as "Least-concern", which populations are stable. During field research in 2022 the population in fruiting phenophase of the species *P. ramentacea* was discovered at Belava Mountain near Pirot in the eastern Serbia. The following parameters about population and habitat: coordinates, name, size, abundance, status, substrate, exposure, habitat type and threatening factor, as well as their intensity, were registered in the field. Since there is not a wealth of data on *P. ramentacea* in Serbia and due to its great similarity with *Laburnum anagyroides* in view of pods, it was essential to collect samples in flowering phase. Therefore, field research was carried out in April 2023, when the previous finding of *P. ramentacea* was confirmed according to the flowers' appearance and position. During that field research population size was assessed again, and several phytocoenological relevés were made on the species habitat. Vouchers were deposited in the Herbarium of the University of Novi Sad (BUNS). Finding of *P. ramentacea* in eastern Serbia has confirmed the importance of the regular field research, and opened new questions about its conservation status and origin in Serbia.

**Keywords:** Dalmatian laburnum, Belava Mountain, Mediterranean

**Acknowledgements:** Research was funded by Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/200125).

## НОВИ ПОДАЦИ О РАСПРОСТРАЊЕЊУ ПЕТ РЕТКИХ И ЗАШТИЋЕНИХ БИЉНИХ ВРСТА У СРБИЈИ ПРОНАЂЕНИХ НА ПЛАНИНИ ДУКАТ

Милана Ранимировић<sup>\*1</sup>, Лазар Миливојевић<sup>1</sup>, Сања З. Ђуровић<sup>2</sup>, Урош  
Бузуровић<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Београду – Биолошки факултет, Београд, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Нишу, Пољопривредни факултет, Крушевац, Србија

<sup>3</sup>Природњачки музеј, Београд, Србија

\*milana.ranimirovic@bio.bg.ac.rs

Да би се нека биљна врста прогласила строго заштићеном или заштићеном у Републици Србији, узима се у обзир њено распрострањење, поред величине популација и фактора угрожавања. У августу 2023. године, током теренских истраживања планине Дукат у југоисточној Србији, забележени су нови подаци о распрострањењу пет биљних врста: *Athyrium distentifolium* Tausch ex Opiz, *Dactylorhiza cordigera* (Fr.) Soó, *Drosera rotundifolia* L., *Epipactis palustris* (L.) Crantz и *Gymnadenia frivaldii* Hampe ex Griseb. Три забележене врсте налазе се на Додатку 2 Конвенције о међународној трговини угрожених врста фауне и флоре (*D. cordigera*, *E. palustris* и *G. frivaldii*). *Dactylorhiza cordigera* је ендемит Балканског полуострва, док је *D. rotundifolia* бореални реликт. Претходно поменуте четири врсте су строго заштићене на подручју Србије и сматрају се ретким (*D. cordigera*, *D. rotundifolia*, *E. palustris* и *G. frivaldii*). Први подаци о присуству *A. distentifolium* у Србији су недавно објављени. На основу мале величине популација на само неколико познатих локалитета у Србији, предложена је строга заштита ове врсте. Ово истраживање наглашава важност теренског рада у откривању нових података о распрострањењу ретких и угрожених биљних врста, као и у проширивању знања о еколошким факторима присутним на њиховим стаништима. Прикупљање ових података би требало да олакша заштиту истраживаних врста.

**Кључне речи:** *Athyrium distentifolium*, *Dactylorhiza cordigera*, *Drosera rotundifolia*, *Epipactis palustris*, *Gymnadenia frivaldii*

## NEW RECORDS FOR FIVE RARE AND PROTECTED PLANT SPECIES IN SERBIA FOUND ON MOUNT DUKAT

Milana Ranimirović<sup>\*1</sup>, Lazar Milivojević<sup>1</sup>, Sanja Z. Đurović<sup>2</sup>, Uroš Buzurović<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade – Faculty of Biology, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>University of Niš, Faculty of Agriculture, Kruševac, Serbia

<sup>3</sup>Natural History Museum, Belgrade, Serbia

\*milana.ranimirovic@bio.bg.ac.rs

The conservation status of protected plant species in the Republic Serbia is based on their known distribution, besides population size, and their sensitivity to environmental disturbances. In August 2023, new records for five plant species in Serbia were found during fieldwork on Mount Dukat in southeastern Serbia: *Athyrium distentifolium* Tausch ex Opiz., *Dactylorhiza cordigera* (Fr.) Soó, *Drosera rotundifolia* L., *Epipactis palustris* (L.) Crantz and *Gymnadenia frivaldii* Hampe ex Griseb. Three species are protected and listed in Annex II of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) (*D. cordigera*, *E. palustris* and *G. frivaldii*). *Dactylorhiza cordigera* is endemic to the Balkan Peninsula and *D. rotundifolia* is a boreal relict. Four aforementioned species are considered rare in Serbia and are strictly protected (*D. cordigera*, *D. rotundifolia*, *E. palustris*, and *G. frivaldii*). The first records of *A. distentifolium* in Serbia were published recently. Due to the small population size in only a few known localities, this species should be considered strictly protected in Serbia. This study highlights the importance of field research for discovering new chorological data on rare and threatened plant species as well, as broadening the knowledge about their ecological preferences. The collection of this information should facilitate conservation for the studied species.

**Keywords:** *Athyrium distentifolium*, *Dactylorhiza cordigera*, *Drosera rotundifolia*, *Epipactis palustris*, *Gymnadenia frivaldii*

## ИНТЕРЕСАНТНА МЕДИТЕРАНСКА ОАЗА У ОКВИРУ СЕКУНДАРНЕ СТЕПСКЕ ВЕГЕТАЦИЈЕ КОД НОВЕ ГАЈДОБРЕ (ВОЈВОДИНА, СРБИЈА)

Ранко Перић<sup>\*1</sup>, Драган Обрадов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Покрајински завод за заштиту природе, Нови Сад, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

\*ranko.peric@pzzp.rs

У чланку су представљени резултати наших истраживања флоре интересантне медитеранске оазе откривене у околини Нове Гајдобре (Војводина, Србија). Наведена оаза налази се у окружењу секундарне степске вегетације и протеже се дуж приближно 0,8 km дугог земљаног насипа који прати канал Дунав-Тиса-Дунав. Најинтересантније врсте које су присутне укључују *Verbascum sinuatum* L. (нова врста за Војводину), *Trifolium angustifolium* L. (вероватно једино станиште у Војводини) и *Dasypyrum villosum* (L.) Borbás (веома ретка у Војводини, последње две врсте су већ публиковане за овај локалитет), са популацијама које се, у зависности од врсте, састоје од више стотина до више хиљада јединки. Многе медитеранске и термофилне врсте су мигрирале у

Панонску низију из јужне Европе током последњег топлог палео-климатског периода (Атлантикум, пре 6.000–8.000 година) и њихово садашње распрострањење у Војводини је углавном ограничено на панонска слатинско-степска станишта (нпр. *Prospero autumnale* (L.) Speta). Неке друге, претежно епизоохорне врсте су мигрирале у ове крајеве још од неолита дуж праваца прегонског сточарења и трговачких рута које су ишле од Медитерана ка средњој Европи. Секундарна степска вегетација на земљаном насипу поред Нове Гајдобре је настала након изградње насипа (1970-тих година), а могући начин на који су овде биле унете поменуте медитеранске врсте је вероватно повезан са епизоохорним преносом семена на стоци, коју су у ове крајеве довели досељеници из Херцеговине током колонизације у другој половини XX века. Са друге стране, богатство и виталност популација анализираних врста могу бити објашњени са микро-рефугијалним карактером панонских степских станишта.

**Кључне речи:** предеона екологија, секундарна станишта, степе, сточарство фитогеографија

**Захвалница:** Истраживање је финансирано Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора: 451-03-47/2023-01/200125).

## INTERESTING MEDITERRANEAN OASIS WITHIN SECONDARY STEPPIC VEGETATION NEAR NOVA GAJDOBRA (VOJVODINA, SERBIA)

Ranko Perić<sup>\*1</sup>, Dragan Obradov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute for Nature Conservation of Vojvodina Province, Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*ranko.peric@pzzp.rs

In the article are presented results of our investigation of flora of interesting Mediterranean oasis discovered in the vicinity of Nova Gajdobra (Vojvodina, Serbia). This oasis is embedded within secondary steppic vegetation and encompasses about 0.8 km of earth embankment going along the section of the Danube-Tisa-Danube channel. Most interesting species include: *Verbascum sinuatum* L. (new to Vojvodina), *Trifolium angustifolium* L. (possibly the only habitat in Vojvodina) and *Dasyphyrum villosum* (L.) Borbás (very rare in Vojvodina, last two species have been already published for this locality), with respective populations consisting of hundreds to thousands of individuals. Many Mediterranean and thermophilous plant species migrated to the Pannonian Plain from the southern Europe during the last warm paleo-climatic period (Atlantic, ca. 6,000–8,000 years ago) and their recent distribution in Vojvodina is mostly confined to Pannonic saline-steppic habitats (e.g. *Prospero autumnale* (L.) Speta). Some other, predominantly epizoochoric species have been migrating since the Neolithic along the transhumance pastoralist and trade routes going from Mediterranean to C Europe. Secondary steppic vegetation on channel embankment near Nova Gajdobra was developed after its construction (1970s), while possible pathway for introduction of Mediterranean species is likely to be connected with epizoochoric seed dispersal on cattle introduced with the population settled to this area from Herzegovina during the second half of 20<sup>th</sup> century. On the other hand, abundance and vitality of populations of analysed species can rather be explained with micro-refugial character of Pannonic steppic habitats.

**Keywords:** landscape ecology, pastoralism, phytogeography, secondary habitats, steppes

**Acknowledgement:** This research was supported financially by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/200125).



## НАЛАЗИ ПОСТГЛАЦИЈАЛНЕ ВРСТЕ ЛЕСНИХ СТЕПА *Sternbergia colchiciflora* WALDST. & KIT. И ОРХИДЕЈЕ *Epipactis helleborine* CR. У ГРАДУ СРЕМСКА МИТРОВИЦА

Михајло Станковић

Покрет горана Сремска Митровица, СРП „Засавица”, Сремска Митровица, Србија

troglexen@gmail.com

Сремска Митровица, римски царски град, лежи на левој обали реке Саве, на јужном ободу Сремске лесне терасе на алувијалној равни ове реке. Град има изразито равничарски карактер, благо нагнут ка реци Сави, на 78–82 m н.в. Према географском положају и геоморфологији терена, Сремска Митровица има велики број природних, полуприродних и антропогених станишта, јер на територији града има још сачуваних бара, ливада, фрагмената шума и шикара, канала, позајмишта земље са водом, али и дрвореда, старих зидина, и сличних антропогених станишта. Род *Sternbergia* Waldst. & Kit., у Европи, заступљен је са две врсте: *S. lutea* (L.) Ker. Gavl. ex Spring и *S. colchiciflora* Valdst. & Kit., које су присутне и у флори Србије. Врста *S. colchiciflora* насељава лесне степе и реликтна је врста постгласијалног периода. На Балканском полуострву јавља се у два раздвојена подручја, од којих Сремска Митровица припада западном понтско (панонском) региону. Врста *S. colchiciflora* нађена је у Сремској Митровици, насеље Стари Мост, Ул. Булевар Константина Великог, на површини око 200 m<sup>2</sup>, између тротоара и паркинга, ГПС координате су 44°58'25.85" N, 19°35'50.98" E. На терену, врста је праћена у периоду 2015–2022. Највећи број цветајућих јединки био је 2022. (156), а најмањи у 2018. години, (29). Најраније цветајући примерци забележени су крајем септембра, а најкасније почетком децембра. У наведеном периоду врста се није појавила 2017. и 2019. године, а у периоду 2020–2022, било је забележено и њено плодношеће, током јануара и фебруара. Врста *Epipactis helleborine* (L.) Crantz распрострањена је на простору Србије. Присутна је у шумама, на рубовима живих ограда и честа је у близини људских насеља. То је једна од европских орхидеја која се може наћи у градовима (нпр. Глазгов, Лондон и Москва), а понекад се примећује и поред паркинга. Иначе је позната по успешној колонизацији људских и антропогених станишта (паркови, баште, уз путеве). Код опрашивања велику улогу имају инсекти из фам. Syrphidae, Culicidae, Apidae, који у антропогеним стаништима чешће посећују ове цветове. Познато је да *E. helleborine* захтева микоризну симбиозу са гљивама, с тим да није посебно селективна према врстама гљива које су повезане са њеним кореном и укључују родове *Tuber*, *Helotiales*, *Peziza*, *Leptodontidium*, *Hidnotria* и др. Врста *E. helleborine* нађена је у Сремској Митровици, у насељу Стари Мост, меморијални парк спомен гробље локалитет „Шумица”. ГПС координате су: 44°58'38.24" N, 19°35'58.53" E. Јединке су нађене дифузно распоређене на површини око 20 × 10 m између стазе и дела површине ка хумкама. Тај део парка има сачуван фрагмент шуме која припада ass. *Rusco aculeati-Tilio-Quercetum roboris* Erdeši 1955, која је на највишим котатама старог алувијума и наводи се као климатогена заједница за западни Срем. Старост шуме је око 40–50 година са непотпуним склопом, доста проређена последњих година. На терену је врста праћена у периоду 2016–2023. Највећи број јединки био је 2019. (140), а најмањи 2020. године (23). Најраније, примерци су забележени крајем јуна, а најкасније почетком октобра. У наведеном периоду врста се није појавила 2017, 2018. и 2019. године, просечна висина биљака је била 50–60 cm, док су највише биљке имале висину око 135 cm.

Кључне речи: *Sternbergia colchiciflora*, *Epipactis helleborine*, Сремска Митровица

**FINDINGS OF THE POSTGLACIAL LACE STEPPE SPECIES  
*Sternbergia colchiciflora* WALDST. & KIT. AND ORCHID *Epipactis  
helleborine* CR. IN THE TOWN OF SREMSKA MITROVICA**

**Mihajlo Stanković**

Pokret gorana Sremska Mitrovica – SRP ”Zasavica”, Sremska Mitrovica, Serbia

troglexen@gmail.com

Sremska Mitrovica, the Roman imperial city, lies on the left bank of the Sava River, located on the southern edge of the Sremska loess terrace on the alluvial plain of the Sava River. The town has a distinctly lowland character, slightly inclined towards the Sava River, at 78–82 m a.s.l. According to the geographical position and geomorphology of the terrain, Sremska Mitrovica has a large number of natural, semi-natural and anthropogenic habitats, because on the territory of the city there are still preserved ponds, meadows, fragments of forests and thickets, canals, borrowed land with water, but also rows of trees, old walls, and similar anthropogenic habitats. The genus *Sternbergia* Waldst. & Kit. in Europe is represented by two species: *S. lutea* (L.) Ker. Gavl. ex Spring and *S. colchiciflora* Waldst. & Kit., which are also present in the flora of Serbia. The species *S. colchiciflora* Waldst. & Kit., inhabits loess steppes and is a relict species of the postglacial period. On the Balkan Peninsula, it occurs in two separate areas, of which Sremska Mitrovica belongs to the western Pontic (Pannonian) region. The species *S. colchiciflora* was found in Sremska Mitrovica, Stari Most neighborhood. Constantine the Great Boulevard, on an area of about 200 m<sup>2</sup>, between the sidewalk and the parking lot, GPS coordinates are 44°58'25.85” N, 19°35'50.98” E. The species was monitored in the field in the period 2015–2022. The highest number of flowering individuals was in 2022 (156), and the lowest in 2018 (29). The earliest flowering specimens were recorded at the end of September and at the latest at the beginning of December. In the mentioned period, the species did not appear in 2017 and 2019, and in the period 2020–2022, its fruiting was recorded in January and February. The species *Epipactis helleborine* (L.) Crantz is widespread in Serbia, in forests, on the edges of hedges and is common near human activities. It is one of the European orchids that can be found in cities (e.g. Glasgow, London and Moscow) and is sometimes seen next to parking lots, otherwise it is known for its successful colonization of human and anthropogenic habitats (parks, gardens and roadsides). Insects from families Syrphidae, Culicidae, Apidae, play a major role in its pollination which in anthropogenic habitats visit these flowers more. It is known that *E. helleborine* requires a mycorrhizal symbiosis with fungi, with the fact that it is not particularly selective towards species of fungi that are associated with living roots and include genera *Tuber*, *Helotiales*, *Peziza*, *Leptodontidium*, *Hydnotria* and others. The species *E. helleborine* was found in Sremska Mitrovica, in the neighborhood of Stari Most, Memorial Park Spomen Groblje, location ”Šumica”. The GPS coordinates are: 44°58'38.24"N, 19°35'58.53"E. The individuals were found diffusely distributed on an area of about 20 × 10 m between the path and the part of the area towards the mounds. That part of the park has a preserved fragment of forest ass. *Rusco aculeate-Tilio-Quercetum roboris* Erdeši 1955, which is at the highest elevations of the old alluvium and listed as a climatogenic community for western Srem. The age of the forest is about 40–50 years with an incomplete assembly, much thinned out in recent years. The species was monitored in the field in the period 2016–2023. The largest number of individuals was in 2019 (140), and the smallest was in 2020 (23). The earliest specimens were recorded at the end of June and at the latest at the beginning of October. In the mentioned period, the species did not appear in 2017, 2018 and 2019, the average height of the plants was 50–60 cm, while the tallest plants had a height of about 135 cm.

**Keywords:** *Sternbergia colchiciflora*, *Epipactis helleborine*, Sremska Mitrovica

## РЕЗУЛТАТИ ПРАЋЕЊА БРОЈНОСТИ КРИТИЧНО УГРОЖЕНЕ ВРСТЕ *Asparagus pseudoscaber* GRECESCU НА ЛОКАЛИТЕТУ ТУРСКЕ ЛИВАДЕ У ЗАСАВИЦИ II (МАЧВА, СЕВЕРОЗАПАДНА СРБИЈА)

Михајло Станковић

Покрет горана Сремска Митровица, СРП „Засавица”, Сремска Митровица, Србија  
trolexen@gmail.com

Према подацима датим у *Црвеној књизи флоре Србије I*, врста *Asparagus pseudoscaber* Grecescu забележена је на четири локалитета, од којих је са два потпуно ишчезла. Врста је ишчезла са локалитета Земун и Алексинац, док је 1998. године на левој обали Саве на Новом Београду и код Макиша бележе Бартула и Јовановић-Лакушић. Према *Црвеној књизи флоре Србије I* врста има статус CR B2c (критично угрожена врста) и припада категорији таксона, чији су се ареали нагло смањили за протеклих 50 година, а популације су сведене на једну или неколико субпопулација, али још увек са већим бројем јединки. Током теренског обиласка 2017. год, врста је нађена у северној Мачви, у атару места Засавица II, на локалитету Турске ливаде. Локалитет Турске ливаде представљен је шумским забранима и луговима окруженим обрадивим површинама. До 2011. године на овој локацији био је фрагмент девастиране мешовите шуме пањаче средње старосне доби, са склопом 0,6–0,7 заједница *Genisto elate-Quercetum* Horv. 1938 subass. *Leucoio-fraxinetosum* Glav. 1959 површине од неколико ари. Данас се на овој локацији налази густа шикараста заједница од јаких изданака из пањева настала тоталном сечом шуме. Врста је нађена у рубном делу шикаре у чијој непосредној близини су евидентиране следеће биљне врсте: *Acer tataricum*, *Ulmus campestris*, *Fraxinus angustifolia*, *Clematis vitalba*, *Ballota nigra*, *Prunus spinosa*, *Daucus carota*, *Torilis arvensis*, *Lolium perene*, *Viola* sp., *Tammus communis*, *Acer campestre*, *Ligustrum vulgare* и *Crategus monogyna*. Тачне координате, где је забележена врста, су 44°57'557" N, 19°31'575" E, на 80 m н.в. На терену, врста је праћена у периоду 2017–2023. Током седам година бележен је укупан број јединки, број процветалих јединки и максимална висина биљака. Највећи број јединки био је 2018. (46), ако изузмемо годину кад је нађена (2017), а најмањи 2022. године (5). Комплетан преглед укупног броја јединки и броја процветалих јединки изгледа овако: 2017 – укупан број биљака 58, од тога 49 цветајућих, 2018 – укупан број биљака 46, од тога 36 цветајућих, 2019 – укупан број биљака 40, од тога 37 цветајућих, 2021 – укупан број биљака 17, од тога четири у цвету и 2022 – укупно пет биљака које су цветале. У наведеном периоду врста се није појавила 2020. и 2023. године. Максимална висина биљака се кретала од 188 cm (2018) до 89 cm (2021), а просечна висина биљака се кретала између 60 и 80 cm.

**Кључне речи:** *Asparagus pseudoscaber*, Засавица, Мачва, Северозападна Србија, критично угрожена врста

## RESULTS OF MONITORING THE NUMBERS OF THE CRITICALLY ENDANGERED SPECIES *Asparagus pseudoscaber* GRECESCU AT THE LOCATION OF TURSKE LIVADE IN ZASAVICA II (MAČVA, NORTHWESTERN SERBIA)

Mihajlo Stanković

Pokret gorana Sremska Mitrovica – SNR „Zasavica”, Sremska Mitrovica, Serbia  
trolexen@gmail.com

According to the data given in the *Red Book of the Flora of Serbia I*, the species *Asparagus pseudoscaber* Grecescu was recorded in four localities, two of which have

completely disappeared. The species disappeared from the localities of Zemun and Aleksinac, while in 1998 Bartula and Jovanović-Lakušić recorded it on the left bank of the Sava in New Belgrade and near Makiš. According to the *Red Book of the Flora of Serbia I*, the species has the status of CR B2c (critically endangered species) in the category of taxa whose areas have decreased sharply in the past 50 years and whose populations have been reduced to one or several subpopulations, but still with a larger number of individuals. During a field trip in 2017, the species was found in North Mačva, in the atar of the town of Zasavica II in the Turske Meadow site. The locality of the Turske Meadow is represented by forest bans and meadows surrounded by arable land. Until 2011, this location had a fragment of a devastated mixed forest of medium-aged stumps, with an assemblage of 0.6–0.7 communities of *Genisto elate-Quercetum* Horv. 1938 subass. *Leucoio-fraxinetosum* Glav. 1959 area of several ares. Today in this location there is a dense thicket community of strong outgrowths from tree stumps created by the total felling of the forest. The species was found in the marginal part of the thicket, in the immediate vicinity of which the following plant species were recorded: *Acer tataricum*, *Ulmus campestris*, *Fraxinus angustifolia*, *Clematis vitalba*, *Ballota nigra*, *Prunus spinosa*, *Daucus carota*, *Torilis arvensis*, *Lolium perene*, *Viola* sp., *Tammus communis*, *Acer campestris*, *Ligustrum vulgare* and *Crategus monogyna*. GPS coordinates are 44°57'557" N, 19°31'575" E, at 80 m a.s.l. The species was monitored in the field in the period 2017–2023. During seven years the total number of individuals, the number of flowering individuals and the maximum height of the plants were recorded. The largest number of individuals was in 2018 (46), if we exclude the year when it was found (2017), and the smallest was in 2022 (5). A complete overview of the total number of individuals and the number of blooming individuals is given: 2017 – the total number of plants was 58, of which 49 were blooming, 2018 – the total number of plants was 46, of which 36 were blooming, 2019 – the total number of plants was 40, of which 37 were blooming, 2021 – the total number of plants was 17, of which 4 were blooming, and in 2022 the total number was 5 flowering plants. In the mentioned period, the species did not appear in 2020 and 2023. The maximum height of the plant ranged from 188 cm (2018) to 89 cm (2021), and the average height ranged between 60 and 80 cm.

**Keywords:** *Asparagus pseudoscaberr*, Zasavica, Mačva, Northwest Serbia, critically endangered species

## КАКО ФЛОРА БРИОФИТА УКАЗИЈЕ НА РАЗЛИКЕ ИЗМЕЂУ ШУМСКИХ ЗАЈЕДНИЦА? – АНАЛИЗА БИОГЕОГРАФИЈЕ И ЕКОЛОГИЈЕ БРИОФИТА НА ПЛАНИНИ ПАПУК (ИСТОЧНА ХРВАТСКА)

Антун Алегро\*, Ведран Шегога, Ања Римац

Универзитет у Загребу, Природно-математички факултет, Одсек за биологију, Загреб, Хрватска

\*antun.alegro@biol.pmf.hr

Папук је највећа и највиша планина у североисточној Хрватској. За разлику од већине хрватских планина, које су грађене од мезозојског кречњака, Папук се одликује високом геолошком разноврсношћу, што за последицу има висок диверзитет шумских заједница, које покривају 95% површине овог подручја. На основу доминантних врста (храстови у односу на букве), геолошке подлоге (кречњак у односу на силикату), и реакције подлоге (базна у односу на киселу), постављен је 21 плот у оквиру четири различита типа шума. У овом истраживању укупно су забележене 184 врсте бриофита (35 јетрењача и 149 маховина). На основу добијених резултата, најзначајнији фактори који утичу на варијабилност шумских бриофита су геолошка подлога, праћена реакцијом земљишта. Базофилне шуме, како храстове тако и букове, имају више термофилних и

нитрофилних врста које претежно припадају јужно-умереним и медитеранско-атланским биоеографским елементима. Насупрот томе, ацидофилне шуме на силикатној подлози се карактеришу бореалним (у *ширем смислу*) и бореално-арктичко-планинским елементима, и у еколошком смислу у овим шумама доминирају врсте индикатори хладнијих станишта и подлога сиромашних азотом. Главна латитудинална биоеографска разлика између јужних и северних биоеографских елемената углавном је узрокована геолошком подлогом и најзаступљенијим врстама дрвећа у шумским заједницама, будући да се лонгитудинални градијент повезује с главним врстама дрвећа. Ово истраживање показује да су бриофите добри индикатори станишта, као и да је њихов диверзитет у вези са различитим типовима шума, што може наћи примену у разумевању сложености, екологије микростаништа и биоеографских карактеристика шумских заједница.

**Кључне речи:** биодиверзитет, биогеографија, Еленбергове индикаторске вредности, станишта, јетрењаче, маховине, југоисточна Европа

## HOW BRYOPHYTE FLORA REFLECTS DIFFERENCES BETWEEN FOREST COMMUNITIES? – AN ANALYSIS OF BRYOPHYTE BIOGEOGRAPHY AND ECOLOGY ON THE PAPUK MT (EASTERN CROATIA)

Antun Alegro\*, Vedran Šegota, Anja Rimac

University of Zagreb, Faculty of Science, Division of Botany, Zagreb, Croatia

\*antun.alegro@biol.pmf.hr

The Papuk Mt is the largest and the highest mountain in Northeastern Croatia. Unlike the majority of Croatian mountains built of Mesozoic limestone, this mountain has a high geological diversity causing diverse forest communities, which cover 95% of the area. Based on predominant tree species (oaks vs. beech), geological bedrock (calcareous vs. siliceous) and soil reaction (alkaline vs. acidic), 21 study plots were classified into four distinct forest types. A total of 184 bryophyte species (35 liverworts and 149 mosses) were recorded in these forest communities. According to our results, one of the main ecological factors determining the variability of the forest bryophyte composition was geological bedrock and associated soil reaction. Basiphilous forests, both beech and oak ones, have more termophilous and nitrophilous species and feature southern-temperate and Mediterranean-Atlantic biogeographic elements. On the contrary, acidophilous forests growing on silicate bedrock are characterised by wide-boreal and boreo-arctic-montane elements and, in ecological terms, by species indicating a cooler habitats and nitrogen-deficient soils. The main latitudinal biogeographic distinction between southern and northern biogeographic elements is driven largely by geological substrate the by the main tree species in forest communities, since the longitudinal gradient is connected with main tree species. This study shows that bryophytes are good habitat indicators and show association with different forest types, which can help to understand the complexity, ecological microconditions and biogeographic characteristics of the forest communities.

**Keywords:** biodiversity, biogeography, Ellenberg's indicator values, habitats, liverworts, mosses, SE Europe

## ИСТОРИЈСКИ ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА БРИОФИТА У УРБАНИМ ПОДРУЧЈИМА СРБИЈЕ

Анкица Миловановић\*, Тијана Шикунљак, Драгана Вуков, Мирјана Ђук, Ружица  
Игић, Милош Илић

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови  
Сад, Србија

\*ankica.milovanovic@dbe.uns.ac.rs

Бриолошка истраживања урбаних подручја у Србији могу се поделити у два временска периода: од 1890. до 1955. и од касних 1990-их година до данас. Почети бриолошких истраживања у Србији, у урбаној средини, датирају од 1890. године, када је Wettstein први забележио врсту *Seligeria carniolica* у Лесковцу. Matouschek (1901) је забележио девет врста бриофита за Стројковац, док је Симић (1892, 1897) дао податке о бриофитима у Београду, Врању, Ваљево и Сурдулици. Симић (1900) и Јуришић (1900), независно један од другог, прикупили су све доступне информације о бриофитима и дали нове податке из Београда, Аранђеловца, Ваљева, Ниша и Пирота. Након тога, Катић (1900, 1903, 1906, 1907а, 1907б, 1909), Podpera (1922) и Pichler (1940) наставили су прикупљати и објављивати податке о бриофитима. Сошка (1949) даје значајан допринос истраживању бриофита истражујући Београд и његову околину. Неколико година касније, Павлетић (1955) је објавио *Продромус флоре бриофита Југославије* где обједињује дотадашња истраживања о бриофитима у Србији и објављује податке о 374 врсте бриофита, њиховим стаништима и распрострањености. Након дугог периода стагнације, истраживања се настављају током 1990-их година. Сабовљевић и Sergio (2002) допринели су бриофлори Србије прикупљајући податке из различитих градова, укључујући Нови Сад, Београд, Косовску Митровицу и Ниш. Сабовљевић истражује јужни Банат (2003а) и објављује 158 врста бриофита, укључујући нове врсте за Србију. У раду *The data on the presence and chorology of taxa from the genus Schistidium (Grimmiaceae) in the Federal Republic of Yugoslavia (Serbia and Montenegro)* Сабовљевић (2003б) је забележио неколико врста бриофита у Крагујевцу, Мајданпеку, Београду, околини Ниша, Косовској Митровици, Лесковцу и Горњем Милановцу. Грдовић и Ставретовић (2004) у раду *Маховине као коров у травнатим подручјима* за територију Београда наводе девет врста бриофита које се често налазе на земљишту. Сабовљевић и Стевановић (2006) дају податке о бриофитима јужне Бачке, наводећи 44 врсте. Грдовић и Стевановић (2006) су забележили 58 врста бриофита у Београду, док су Сабовљевић и Грдовић (2009) допунили податке и објавили укупно 210 врста бриофита за Београд. Једну врсту јетрењаче – *Lunularia cruciata*, Павлетић (1955) је пронашао у Ботаничкој башти „Јевремовац”, док су је Сабовљевић и Marka (2009) забележили у околини Ваљева. Након овог периода, следе радови са новим врстама бриофита за Србију (Ellis и сар., 2011; Рарр и сар., 2012; Пантовић и сар., 2014; Ellis и сар., 2015). Пантовић (2018) у склопу своје дисертације објављује податке о бриофитима из неколико градова Србије (Нови Сад, Косовска Митровица, Београд, Панчево, Крагујевац, Лесковац, Љубовија, Врање, Ваљево, Мајданпек, Краљево, Крушевац, Ниш). У раду *An annotated list of moss species of Serbia* (Пантовић и сар., 2021), наводе три врсте у близини Београда, од којих су две одбачене због специфичних услова станишта, а једна је сматрана сумњивом. Најновији подаци за Нови Сад (Миловановић и сар., 2021) потврђују присуство 49 врста бриофита на старим гробљима у том граду.

**Кључне речи:** бриофите, маховине, градови, Србија

**Захвалница:** Ово истраживање финансира Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора: 451-03-47/2023-01/200125).

## HISTORICAL REVIEW OF BRYOPHYTE RESEARCH IN URBAN AREAS IN SERBIA

Ankica Milovanović\*, Tijana Šikuljak, Dragana Vukov, Mirjana Ćuk, Ružica Igić, Miloš Ilić

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*ankica.milovanovic@dbe.uns.ac.rs

Bryological research of urban areas in Serbia can be divided into two time periods: from 1890 to 1955 and from the late 1990s to the present day. The beginnings of bryological research in urban environments in the country can be traced back to Wettstein (1890), who first reported the species *Seligeria carniolica* in Leskovac. Matouschek (1901) recorded nine bryophyte species for Strojkovac, while Simić (1892, 1897) provided data on bryophytes in Belgrade, Vranje, Valjevo, and Surdulica. Simić (1900) and Jurišić (1900), independently of each other, collected all available information on bryophytes, added new contributions, and published data from Belgrade, Arandelovac, Valjevo, Niš, and Pirot. Thereafter, researchers like Katić (1900, 1903, 1906, 1907a, 1907b, 1909), Podpera (1922), and Pichler (1940) continued to collect and publish data on bryophytes. Soška (1949) made significant contributions to bryophyte research, exploring Belgrade and its surroundings. A few years later, Pavletić (1955) published *Prodromus flore briofita Jugoslavije* consolidating previous research on bryophytes in Serbia and providing data on a total of 374 bryophyte species, their habitats, and their distribution up to that time. After a period of relative inactivity, research resumed in the 1990s. Sabovljević and Sergio (2002) contributed to the bryoflora of Serbia, collecting data from various cities, including Novi Sad, Belgrade, Kosovska Mitrovica, Niš. Sabovljević's research in southern Banat (2003a) covered numerous localities, identifying 158 bryophyte species, including new records for Serbia. In the study *The data on the presence and chorology of taxa from the genus Schistidium (Grimmiaceae) in the Federal Republic of Yugoslavia (Serbia and Montenegro)* Sabovljević (2003b) recorded several bryophyte species in Kragujevac, Majdanpek, Belgrade, the surroundings of Niš, Kosovska Mitrovica, Leskovac, and Gornji Milanovac, along with new records for Yugoslavia. Grdović and Stavretović (2004) in their study *Mosses as weeds in grassy areas* in the territory of Belgrade list nine bryophyte species that are commonly found in the soil. Sabovljević and Stevanović (2006) provided data on bryophytes from southern Bačka, listing 44 species. Grdović and Stevanović (2006) recorded 58 bryophyte species in the capital city, while Sabovljević and Grdović (2009) supplemented the data, identifying a total of 210 bryophyte species. The liverwort *Lunularia cruciata* was found by Pavletić (1955) in Botanical Garden "Jevremovac", while Sabovljević and Marka recorded it in the vicinity of Valjevo. Following this period, several studies have reported new bryophyte species for Serbia (Ellis *et al.* 2011; Papp *et al.* 2012; Pantović *et al.* 2014; Ellis *et al.* 2015). Pantović (2018) included data on bryophytes from various cities across Serbia in her doctoral dissertation (Novi Sad, Kosovska Mitrovica, Belgrade, Pančevo, Kragujevac, Leskovac, Ljubovija, Vranje, Valjevo, Majdanpek, Kraljevo, Kruševac, Niš). In the paper *An annotated list of moss species of Serbia* (Pantović *et al.*, 2021) in the vicinity of Belgrade, of which two were rejected as findings due to specific habitat conditions, and one was considered dubious. The latest data for Novi Sad (Milovanović *et al.*, 2021) confirms 49 bryophyte species in old cemeteries in that city.

**Keywords:** bryophytes, mosses, urban, Serbia

**Acknowledgments:** This research is funded by Ministry of Science, Technological Development and Innovations of the Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/200125).

## ИСТОРИЈСКИ ПРЕГЛЕД ПРОУЧАВАЊА ПЛАВНИХ ШУМА ВОЈВОДИНЕ (СРБИЈА)

Тијана Шикуљак<sup>\*1</sup>, Владимир Ступар<sup>2</sup>, Драган Кољанин<sup>2</sup>, Анкица Миловановић<sup>1</sup>,  
Милош Илић<sup>1</sup>, Драгана Вуков<sup>1</sup>, Руџица Игић<sup>1</sup>, Мирјана Ћук<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Бањој Луци, Шумарски факултет, Бања Лука, Република Српска, Босна и Херцеговина

\*tijana.sikuljak@dbe.uns.ac.rs

Истраживања вегетације плавних шума на подручју Панонске низије започета су крајем XIX века. Почетком 30-их година XX века расте интерес за истраживање ове вегетације. Тих година, са Браун-Бланкеом, започиње ера фитоценолошке номенклатуре, тј. именовања заједница плавних шума и њихово интегрисање у синтаксономски оквир. У овом раду су анализирана истраживања укупно 24 аутора који су се бавили проучавањем плавних шума на подручју Војводине. Највише научних радова сведочи о истраживању посавских шума у Срему, које се и данас могу наћи очуване на већем пространству. Највећи интерес преовладавао је у истраживању састојина лужњакових шума, које су у економском смислу најзначајније. Проучавањем објављених литературних извора, као и истраживањима која су резултат савременог рада аутора, намеће се закључак да су плавне шуме глобално веома угрожена станишта, фрагментисана и прекомерно експлоатисана. Ове заједнице су зависне од присуства воде и осетљиве на промене у уобичајеном хидричном режиму подручја на ком се јављају. Самим тим су изузетно осетљиве на климатске промене. Плавне шуме су на удару инвазивних врста које се расејавају водом и које формирају густе и бројне популације. Међу плавним шумама, природне шуме топола и врба су се у прошлости сматрале економски мање значајним, па су бивале маргинализоване, често сечене и замењене плантажама клонских топола или обрадивим површинама. Проучавање плавних шума, нарочито динамике диверзитета њихове флоре и вегетације је од кључног значаја за разумевање ових станишта и примену адекватних мера заштите. С тим у вези, познавање историје проучавања ових фрагилних станишта, уз систематизацију свих сазнања и уређивање, понекад хаотичних, података је од суштинског значаја.

**Кључне речи:** фитоценолошка номенклатура, Панонска низија, рипаријална вегетација

## HISTORICAL OVERVIEW OF THE STUDY OF RIPARIAN FORESTS OF VOJVODINA (SERBIA)

Tijana Šikuljak<sup>\*1</sup>, Vladimir Stupar<sup>2</sup>, Dragan Koljanin<sup>2</sup>, Ankica Milovanović<sup>1</sup>, Miloš  
Ilić<sup>1</sup>, Dragana Vukov<sup>1</sup>, Ružica Igić<sup>1</sup>, Mirjana Ćuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>University of Banja Luka, Faculty of Forestry, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

\*tijana.sikuljak@dbe.uns.ac.rs

Investigations of the vegetation of riparian forests in the Pannonian Plain began at the end of the 19<sup>th</sup> century. At the beginning of the 30s of the 20<sup>th</sup> century, interest in researching this vegetation grew. In those years, with Braun-Blanquet, the era of phytosociological nomenclature began, i.e. names of riparian forest communities and their integration into the syntaxonomic framework. In this paper, the research of a total of 24 authors who were engaged in the study of riparian forests in the area of Vojvodina was analyzed. The majority of scientific works testify to the research of the forests in Posavina region, in Srem, which can still be found



preserved in a larger area. The greatest interest prevailed in the research of pedunculate oak forest stands, which are the most important from an economic point of view. Studying the published literary sources, as well as the research generated by the author's contemporary work, a conclusion is imposed that riparian forests are globally highly endangered habitats, fragmented and overexploited. These communities are dependent on the presence of water and also sensitive to changes in the usual hydric regime of the area where they occur. Therefore, they are extremely sensitive to climate change. These forests are being affected by water-dispersed invasive species that form dense and numerous populations. Among riparian forests, natural poplar, and willow forests were considered economically less important in the past, so they were often cut down and replaced by clonal poplar plantations or arable land. The study of riparian forests, especially the dynamics of the diversity of their flora and vegetation, is of key importance for the understanding of these habitats and the application of adequate protection measures. In this regard, knowledge of the history of the study of these fragile habitats, as well as the systematization of all knowledge and editing, sometimes chaotic, data is essential.

**Keywords:** phytosociological nomenclature, Pannonian plain, riparian vegetation

## ИСТОРИЈА ИСТРАЖИВАЊА ОРХИДЕЈА У ИСТОЧНОЈ СРБИЈИ – ЛИТЕРАТУРНИ ПОДАЦИ

Алекса Влку\*, Борис Радак, Јован Пешканов, Горан Аначков

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

\*aleksa.vlku@dbe.uns.ac.rs

Зачетник флористичких истраживања у Србији је Јосиф Панчић, који свој рад на овом подручју започиње у другој половини XIX века. Орхидеје у источној Србији први и помиње Панчић 1856. године у делу *Verzeichniss der in Serbien wildwachsenden Phanerogamen, nebst den Diagnosen einiger neuer Arten* где даје податке о распрострањењу свега десет таксона за околину Мајданпека и Књажевца. Касније, у оквиру својих познатих дела *Флора Кнежевине Србије* 1874. и *Додатак флори Кнежевине Србије* 1884. објављен је и детаљан дневник истраживања по годинама где су описани и таксони орхидеја из других делова североисточне и источне Србије. Поред Панчића, у XIX веку значајне податке о распрострањењу таксона орхидеја у источној Србији, односно у околини Ниша, објављује Сава Петровић 1882. *Флора околине Ниша* и 1885. године *Додатак флори околине Ниша* где наводи 37 таксона за ово подручје. Допринос познавању дистрибуције орхидеја у источној Србији 1908. године даје и Лујо Адамовић делом *Флора југоисточне Србије* у коме наводи присуство 39 таксона. Прва флористичка студија која се бави искључиво распрострањењем орхидеја на подручју источне Србије, *Orchids in southern parts of Serbia: some recent findings* Дејвида Хила из 1985. године, броји 28 таксона. Током XX и почетком XXI века, појединачни налази орхидеја углавном се могу пронаћи у флористичким радовима Златковића, Н. Ранђеловића, В. Ранђеловића, Гајића, Диклића, Николића, Јовановић-Дуњић, Б. Јовановића, Стаменковића и других аутора, који су истраживали поједине регионе источне Србије. Готово сва досадашња истраживања која садрже податке о диверзитету или дистрибуцији орхидеја у источној Србији, а она су малобројна у односу на флористичко богатство овог дела Србије, приказана су у виду флористичких спискова таксона појединих локалитета. Иако је подручје изузетно богато флором орхидеја, за сада не постоји јединствена студија која обједињује целокупан диверзитет и дистрибуцију

орхидеја, нити су довољно проучена екологија и угроженост таксона у овом делу Србије. Такође, уочава се недостатак у временском континуитету објављивања података и отуда се указује потреба за даљим истраживањима орхидеја овог подручја.

**Кључне речи:** Orchidaceae, флористичка истраживања, диверзитет, дистрибуција

**Захвалница:** Ово истраживање финансирао је Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора: 451-03-47/2023-01/200125).

## HISTORY OF ORCHID RESEARCH IN EASTERN SERBIA – LITERARY DATA

**Aleksa Vuku\*, Boris Radak, Jovan Peškanov, Goran Anačkov**

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*aleksa.vlku@dbe.uns.ac.rs

The pioneer of floristic investigations in Serbia was Josif Pančić, who commenced his work in this domain during the latter half of the 19<sup>th</sup> century. Orchids in Eastern Serbia were first mentioned by Pančić in 1856 in his work *Verzeichniss der in Serbien wildwachsenden Phanerogamen, nebst den Diagnosen einige neuer Arten* where he provided information about the distribution of 10 taxa in the vicinity of Majdanpek and Knjaževac. Later, in his well-known works *Flora Kneževine Srbije* in 1874 and *Dodatak flori Kneževine Srbije* in 1884, detailed diaries of yearly explorations were published, describing orchid taxa from other parts of Northeastern and Eastern Serbia. Besides Pančić, in the 19<sup>th</sup> century, significant data regarding the distribution of orchid taxa in Eastern Serbia, specifically in the vicinity of Niš, were published by Sava Petrović in *Flora okoline Niša* in 1882 and *Dodatak flori okoline Niša* in 1885, listing 37 taxa for this region. A contribution to understanding the distribution of orchids in Eastern Serbia was made by Lujo Adamović in 1908 through his work *Flora jugoistočne Srbije* where he listed the presence of 39 taxa. The first floristic study solely focusing on the distribution of orchids in the region of Eastern Serbia, *Orchids in southern parts of Serbia: some recent findings* was published by David Hill in 1985, listing 28 taxa. Throughout the 20<sup>th</sup> and early 21<sup>st</sup> centuries, individual orchid findings can mainly be found in the floristic works of Zlatković, N. Ranđelović, V. Ranđelović, Gajić, Diklić, Nikolić, Jovanović-Dunjić, B. Jovanović, Stamenković, and other authors who explored various regions of Eastern Serbia. Almost all existing research that contains data about orchid diversity or distribution in Eastern Serbia, which are relatively few compared to the floristic richness of this part of Serbia, are presented in the form of floristic lists of taxa from specific localities. Despite the region's exceptional orchid diversity, there is currently no comprehensive study that unifies the entire diversity and distribution of orchids, nor has the ecology and endangerment of taxa in this part of Serbia been sufficiently studied. Furthermore, a lack of temporal continuity in data publication is evident, highlighting the need for further research on orchids in this area.

**Keywords:** Orchidaceae, floristic research, diversity, distribution

**Acknowledgments:** This research has been funded by the Ministry of Science, Technological Development, and Innovation (grant no. 451-03-47/2023-01/200125).

## РОД *Euphorbia* L. (Euphorbiaceae JUSS.) У СРБИЈИ НА ОСНОВУ ХЕРБАРИЈУМСКИХ ПОДАТАКА ИЗ ЗБИРКЕ BUNS

Сања З. Ђуровић<sup>\*1</sup>, Драган Обрадов<sup>2</sup>, Милица Рат<sup>2</sup>, Марјан Никетић<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Нишу, Пољопривредни факултет, Крушевац, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

<sup>3</sup>Природњачки музеј, Београд, Србија

<sup>4</sup>Српска академија наука и уметности, Београд, Србија

\*djurovic.sanja@ni.ac.rs

Род *Euphorbia* (Euphorbiaceae) је један од најбројнијих родова међу скривеносеменицама, са преко 2000 врста, од којих је у *Флори СР Србије* наведено 35. Циљ овог истраживања је да допринесе сазнањима о броју таксона рода *Euphorbia* распрострањених у Републици Србији, на основу података о примерцима депонованим у Хербаријуму Универзитета у Новом Саду (BUNS). Идентификација и ревизија хербарског материјала извршена је према националним и регионалним флорама. Номенклатура прати *Флору Европе*, као и неке нове изворе података као што је POWO. Пронађено је укупно 830 хербарских табака са примерцима сакупљеним на територији Републике Србије. Нисмо могли да идентификујемо примерке у 33 табака. Истраживањем је потврђено присуство 27 таксона у Србији, од којих три припадају подроду *Chamaesyce*, а 24 подроду *Esula*. Забележени су представници девет секција: *Anisophyllum*, *Aphyllis*, *Coniocarpae*, *Esula*, *Helioscopia*, *Lathyris*, *Myrsinitae*, *Patellares* и *Peplus*.

**Кључне речи:** *Euphorbia*, хербарске збирке, BUNS, Србија

## GENUS *Euphorbia* L. (Euphorbiaceae JUSS.) IN SERBIA BASED ON HERBARIUM DATA FROM THE COLLECTION BUNS

Sanja Z. Đurović<sup>\*1</sup>, Dragan Obradov<sup>2</sup>, Milica Rat<sup>2</sup>, Marjan Niketić<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>University of Niš, Faculty of Agriculture, Kruševac, Serbia

<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

<sup>3</sup>Natural History Museum, Belgrade, Serbia

<sup>4</sup>Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade, Serbia

\*djurovic.sanja@ni.ac.rs

The genus *Euphorbia* (Euphorbiaceae) is one of the most numerous genera among the angiosperms, with over 2000 species. In the *Flora of FR Serbia*, 35 *Euphorbia* species are listed. The aim of this study is to contribute to the knowledge on the number of taxa of the genus *Euphorbia* distributed in the Republic of Serbia, based on data from the Herbarium of the University of Novi Sad (BUNS). The identification and revision of the herbarium material were made according to the national and regional floras. The nomenclature follows *Flora Europaea* as well as some new data sources such as POWO. A total of 830 herbarium sheets with specimens collected on the territory of the Republic of Serbia were found. We could not identify specimens in 33 sheets. The study confirmed the presence of 27 taxa, three of which belong to the subgenus *Chamaesyce* and 24 to the subgenus *Esula*. Representatives of nine sections were recorded: *Anisophyllum*, *Aphyllis*, *Coniocarpae*, *Esula*, *Helioscopia*, *Lathyris*, *Myrsinitae*, *Patellares*, and *Peplus*.

**Keywords:** *Euphorbia*, herbarium collections, BUNS, Serbia

## ДИВЕРЗИТЕТ И РАСПРОСТРАЊЕЊЕ ЧЕТИРИ РОДА ПОРОДИЦЕ **Rubiaceae** НА ПОДРУЧЈУ ВОЈВОДИНЕ

Драган Обрадов\*, Милица Рат, Горан Аначков

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

\*dragan.obradov@dbe.uns.ac.rs

Породица Rubiaceae (броћеви) представља једну од највећих биљних породица са скоро космополитским распрострањењем. У флори Европе ова породица је заступљена са девет родова, претежно зељастих биљака, од којих је шест присутно и у флори Србије. До сада нису постојала свеобухватна истраживања у оквиру ове породице на територији Србије, а самим тим ни на подручју Војводине. Циљ овог истраживања, заснованог искључиво на проверљивим хербаријумским подацима, је да се прикаже диверзитет и распрострањење представника четири рода породице Rubiaceae (*Asperula* L., *Cruciata* Mill., *Rubia* L. и *Sherardia* L.) на подручју Војводине. Тим поводом извршен је преглед и ревизија материјала из четири колекције – хербаријум Универзитета у Новом Саду (BUNS), хербаријум Универзитета у Београду (БЕОУ), хербаријум Природњачког музеја у Београду (БЕО) и хербаријум Покрајинског завода за заштиту природе у Новом Саду (PZZP). Утврђено је присуство укупно 405 хербаријумских дволисница са материјалом који припада одабраним родовима, а који је сакупљен на подручју Војводине. Од тога у хербаријуму BUNS депоновано је 238 примерака, у БЕОУ 21, у БЕО 24, а у збирци PZZP 122 примерка. Даљом анализом утврђено је присуство укупно седам таксона, од чега три из рода *Asperula* (*A. cynanchica* L. subsp. *cynanchica*, *A. taurina* subsp. *leucanthera* (Beck) Hayek и *A. tinctoria* L.), два из рода *Cruciata* (*C. laevipes* Opiz. и *C. pedemontana* (Bellardi) Ehrend.) и по један из родова *Rubia* (*R. tinctorum* L.) и *Sherardia* (*S. arvensis* L.). Више од половине забележених примерака припада таксону *A. cynanchica* L. subsp. *cynanchica* (213), док по бројности затим следи *C. laevipes* (79). Најмањи број примерака је забележен за врсту *A. tinctoria* (један), односно за врсту *R. tinctorum* (седам). Распрострањење за све таксоне приказано је пунктирајућом методом на 10 × 10 km MGRS UTM мапи Војводине у оквиру зоне 34Т. Иако је већина материјала правилно детерминисана, ревизија се показала као корисна пре свега у случају таксономски комплексног рода *Asperula*. Ово се нарочито односи на статус таксона *A. aristata* subsp. *scabra* Nyman (syn. *A. longiflora* Waldst. & Kit.), *A. arvensis* L., *A. purpurea* (L.) Ehrend и *A. tenella* Neuff. ex Degen. Ревизијом доступног хербаријумског материјала није потврђена првобитна детерминација биљног материјала који припада наведеним таксонима рода *Asperula*, а самим тим није ни доказано њихово присуство на територији Војводине. Овим истраживањем је закључено да је диверзитет одабраних родова мањи од претходно забележеног, али и да је на одређеним подручјима неопходно додатно сакупљање материјала како би се добила целовита слика о диверзитету и распрострањености испитиваних родова на датом подручју.

**Кључне речи:** *Asperula*, *Cruciata*, хербаријумске колекције, *Rubia*, *Sherardia*, ревизија

**Захвалница:** Истраживања је финансирало Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора: 451-03-47/2023-01/200125).

## DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF FOUR Rubiaceae GENERA IN THE VOJVODINA PROVINCE

Dragan Obradov\*, Milica Rat, Goran Anačkov

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*dragan.obradov@dbe.uns.ac.rs

The Rubiaceae (coffee family) is one of the largest plant families with an almost cosmopolitan distribution. In the European flora, this family is represented by 9 genera of mainly herbaceous plants, 6 of which are also found in the flora of Serbia. Until now, there have been no comprehensive studies on this family in the Vojvodina province or in Serbia. The aim of this study, based exclusively on verifiable herbarium data, was to illustrate the diversity and distribution of taxa belonging to four genera of the family Rubiaceae (*Asperula* L., *Cruciata* Mill., *Rubia* L., and *Sherardia* L.) in the Vojvodina province. To achieve this goal, specimens from four herbarium collections were examined – the Herbarium of the University of Novi Sad (BUNS), the Herbarium of the University of Belgrade (BEOU), the Herbarium of the Natural History Museum in Belgrade (BEO), and the Herbarium of the Institute for Nature Conservation of Vojvodina Province (PZZP). A total of 405 herbarium sheets with the specimens from the above-mentioned genera collected in Vojvodina were examined. Of these, 238 sheets are kept in the herbarium BUNS, 21 in BEOU, 24 in BEO, and 122 sheets in the PZZP collection. Further analysis revealed the presence of 7 taxa, three of which belong to *Asperula* (*A. cynanchica* L. subsp. *cynanchica*, *A. taurina* subsp. *leucanthera* (Beck) Hayek and *A. tinctoria* L.), two from the genus *Cruciata* (*C. laevipes* Opiz. and *C. pedemontana* (Bellardi) Ehrend.) and one taxon belonging to *Rubia* (*R. tinctorum* L.) and *Sherardia* (*S. arvensis* L.). *A. cynanchica* accounted for more than half of the observed specimens (213 sheets), followed by *C. laevipes* (79 sheets). The lowest number of sheets was observed for *A. tinctoria* (one sheet only), and *R. tinctorum* (7 sheets). The distribution of taxa is mapped on 10 × 10 km MGRS UTM maps within UTM grid zone 34T. Although the vast majority of the material was correctly identified, revision of plant material proved useful, especially for the taxonomically complex genus *Asperula*. This applies in particular to the status of the taxa *A. aristata* subsp. *scabra* Nyman (syn. *A. longiflora* Waldst. & Kit.), *A. arvensis* L., *A. purpurea* (L.) Ehrend and *A. tenella* Heuff. ex Degen., as the original identification was not confirmed and therefore their occurrence on the territory of Vojvodina was not proved. This study concluded that the diversity of the selected genera is lower than previously recorded, but also that it is necessary to collect additional material in certain areas in order to obtain a complete picture of the diversity and distribution of the investigated genera in the given area.

**Keywords:** *Asperula*, *Cruciata*, herbarium collections, *Rubia*, *Sherardia*, revision

**Acknowledgement:** This research was supported financially by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/200125).

## НОВИ ТАКСОНИ ВАСКУЛАРНЕ ФЛОРЕ ЗА ПОДРУЧЈЕ СРП „ЦАРСКА БАРА” (ВОЈВОДИНА, СРБИЈА)

Кристина Ђорђевић\*, Борис Радак, Јован Пешканов, Драган Обрадов, Алекса Влку, Горан Аначков

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

\*kristina.djordjevic@dbe.uns.ac.rs

Подаци представљени у овом раду резултат су сопствених флористичких истраживања на подручју Специјалног резервата природе „Царска бара”. Царска бара се

налази на територији општине Зрењанин. Резерват представља ИБА, ИПА и Рамсарско подручје, а инкорпорирано је и у ЕМЕРАЛД мрежу подручја од значаја за конзервацију. Због очуваних природних вредности овај простор је стављен под заштиту 1994. године, као Специјални резерват природе од изузетног значаја за Републику Србију – I категорија. Ово подручје је значајно за ботаничка истраживања, јер представља влажно подручје некадашњег тока реке Бегеј. Теренским истраживањима обухваћено је 14 локалитета, са свим аспектима флоре на којима је забележено присуство 287 таксона, од чега је 138 таксона нових за подручје резервата који нису наведени у размотреним литературним наводима. Од значаја за очување подручја представља присуство ретких и заштићених таксона. Од новозабележених таксона као строго заштићена и ендемична халофитна врста за подручје Војводине (Баната и Бачке), распрострањена и у Мађарској, Румунији и западној Русији, а припада панонском флорном елементу забележена је врста *Plantago schwarzenbergiana* Schur која је панонски ендемит. Као терцијарни реликт на истраживаном подручју јавља се врста *Humulus lupulus* L., док су из категорије заштићених таксона забележене *Centaurea jacea* L. subsp. *banatica* (Roch) Hayek и *Hypericum perforatum* L. Међу свим новозабележеним таксонима најзаступљеније су биљке евроазијског, субсредњеевропског и субевроазијског флорног елемента, док се са мањом заступљеношћу јављају биљке космополитског, адвентивног, субмедитеранског и циркумполарног флорног елемента. Овакви резултати говоре у прилог томе да је потребно наставити детаљнија истраживања и праћење стања флористичког диверзитета, а у сврху потребе за бољим очувањем самих врста и њихових станишта.

**Кључне речи:** ендемити, терцијарни реликт, заштићене и строго заштићене биљне врсте, Србија

**Захвалница:** Истраживања је финансирало Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора: 451-03-47/2023-01/200125).

## **NEW TAXA OF THE VASCULAR FLORA IN THE SPECIAL NATURE RESERVE "CARSKA BARA" (VOJVODINA, SERBIA)**

**Kristina Đorđević\*, Boris Radak, Jovan Peškanov, Dragan Obradov, Aleksa Vuku, Goran Anačkov**

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*kristina.djordjevic@dbe.uns.ac.rs

The data presented in this paper are the result of own floristic research in the area of the special nature reserve "Carska bara". The SNR "Carska bara" is located on the territory of Zrenjanin municipality. The reserve is a IBA, IPA and Ramsar site, and it is included in the EMERALD network of sites of conservation importance. Due to the preserved natural values, this area was protected in 1994 as a Special Nature Reserve of Exceptional Importance for the Republic of Serbia – Category I. This area is significant for botanical research as it represents the wetlands of the former course of the Begej River. The field research covered 14 sites where all aspects of the flora were recorded. The occurrence of 287 taxa was noted, of which 138 taxa are new to the protected area and were not mentioned in the literature reviewed. Of importance for the conservation of the area is the occurrence of rare and protected taxa. Among the newly recorded taxa, the species *Plantago schwarzenbergiana* Schur, which is a Pannonian endemic, was recorded as a strictly protected and endemic halophytic species for the area of Vojvodina (Banat and Bačka), widespread in Hungary, Romania and western Russia and belonging to the Pannonian flora element. The species *Humulus lupulus* L. appears as a Tertiary relict in the studied area, while from the category of protected taxa *Centaurea jacea* L. subsp. *banatica* (Roch) Hayek and *Hypericum perforatum* L. Among all newly recorded taxa, the plants of the

Eurasian, subCentral European and subEurasian flora elements are the most abundant, while the plants of the cosmopolitan, adventitious, subMediterranean and circumpolar flora elements are less frequent. These results show the need to continue research and monitoring of the state of floristic diversity and to better protect the species themselves and their habitats.

**Keywords:** endemics, tertiary relict, protected and strictly protected plant species, Serbia

**Acknowledgments:** The authors gratefully acknowledge the financial support of the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/200125).

## ФЛОРА СПЕЦИЈАЛНОГ РЕЗЕРВАТА ПРИРОДЕ „ОБЕДСКА БАРА” (СРБИЈА)

Милица Рат\*, Катарина Живковић, Николина Савић, Дубравка Милић

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

\*milica.rat@dbe.uns.ac.rs

Специјални резерват природе „Обедска бара” (Срем, Србија) је заштићено подручје од 1874. године, када је у Аустроугарској стекло посебан статус као ловно подручје и тиме постало друго најстарије заштићено подручје у свету, одмах после Националног парка „Јелоустоун” у Сједињеним Америчким Државама, који је за заштићено подручје проглашен 1872. године. Због очуваних природних вредности, Обедска бара се налази на листи влажних подручја Рамсарске конвенције од 1977. године и прва је добила овај статус у СФРЈ. Након тога је 1989. године проглашена за међународно подручје од значаја за птице (ИВА), а 2005. године је такође проглашена за подручје од нарочитог значаја за биљке Европе (ИРА). Као специјални резерват природе, Обедска бара заштићена је од 1993. године. Тада је на подручју успостављен тростепени режим заштите: режим I степена заштите обухвата 315 ha (3,2%), режим II степена заштите 2565 ha (26,1%), и режим III степена заштите чини 6940 ha (70,7%), укупне зоне заштите 19.611 ha. И поред изузетног значаја, подручје није довољно флористички истражено. Како би се успоставио редован мониторинг, 2022. године је започето истраживање флоре на подручју Дебеле горе (I степен заштите), Купинских греда (II степен заштите) и Ливадама мајке Ангелине (III степен заштите). Циљ је био објединити до тада објављене флористичке податке, али и реализовати теренска истраживања ради одређивања тренутне флористичке структуре на одабраним подручјима. Сакупљен биљни материјал је испресован стандардним методама, а затим депонован у хербаријум Универзитета у Новом Саду (BUNS). Детерминација биљног материјала урађена је помоћу различитих дијагностичких кључева. Сви подаци истраживања су обједињени у оквиру хербаријумске базе података. Резултати су указали да је претходним истраживањима забележен незнатан број врста за одабране локације, свега 186, што указује да нису вршена интензивна флористичка истраживања. Реализацијом овог истраживања број забележених биљних врста износи 292, а оне су класификоване у 174 рода, односно 68 породица, из раздела Equisetophyta, Polypodiophyta и Magnoliophyta. Од укупног броја, 19 врста (7%) припада категорији строго заштићених и заштићених врста на националном нивоу, док је од тога седам врста (2%) заштићено на међународном нивоу, било у оквиру Директиве о стаништима, или Бернском конвенцијом. Анализом флоре СРП „Обедска бара” установљено је да 76 врста припада групи медоносних биљака, а 26 врста су лековите биљке и тиме се истичу као значајне у процесу развоја екосистемских

услуга. Осим тога, на подручју су забележене 42 врсте страног порекла, од којих се истичу *Amorpha fruticosa* и *Asclepias syriaca* по распрострањењу и негативном утицају на биодиверзитет. Ширењу врста страног порекла доприноси негативан притисак човека, услед спровођења интензивних мера пошумљавања, посебно топола страног или хибридног порекла, током претходних 50 година. Узимајући у обзир очуваност диверзитета флоре и природних шумских станишта, специфичних за мочварна и влажна подручја даља истраживања су неопходна како би се дефинисале одговарајуће мере управљања ради очувања и обнове станишта.

**Кључне речи:** влажна станишта, заштићена подручја, мочварна станишта, угрожене врсте, храстове шуме

**Захвалница:** Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора: 451-03-47/2023-01/200125)

## **FLORA OF SPECIAL NATURE RESERVE "OBEDSKA BARA" (SERBIA)**

**Milica Rat\*, Katarina Živković, Nikolina Savić, Dubravka Milić**

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*milica.rat@dbe.uns.ac.rs

The special nature reserve "Obedska bara" (Srem, Serbia) has been a protected area since 1874, when it received special status as a hunting area in in Austria-Hungary. This makes it the second oldest protected area in the world, right after the "Yellowstone" National Park in the United States of America, which was proclaimed in 1872. Due to its preserved natural values, Obedska bara has been on the list of wetlands of the Ramsar Convention since 1977 and was the first area in the SFRY to receive this status. Later, in 1989, it was declared a Site of European Importance for Birds (IBA) and in 2005 also a Site of Special Importance for European Plants (IPA). in 1993 it was protected as a special nature reserve in Serbia. At that time, a three-tier protection system was introduced for the area: The first level of protection covers 315 ha (3.2%), the second level 2565 ha (26.1%) and the third level 6940 ha (70.7%). The total protected area covers 19,611 ha. Despite its exceptional importance, the area has not yet been studied floristically. In order to establish regular monitoring, a floristic survey was started in 2022 in the areas of Debela Gora (protection level I), Kupinski greda (II protection level) and Meadows of Mother Angelina (III protection level). The aim was to consolidate the floristic data published until then, but also to conduct field research to determine the current floristic structure in selected areas. The collected plant material was pressed using standard methods and then deposited in the herbarium of the University of Novi Sad (BUNS). The determination of the plant material was carried out using various diagnostic keys. All research data are consolidated in the database of the herbarium. The results showed that only an insignificant number of species were recorded for the selected sites during the previous surveys, namely only 186, indicating that no intensive floristic surveys were carried out. In this survey, 292 plant species were recorded, distributed among 174 genera, i.e. 68 families, from the Equisetophyta, Polypodiophyta and Magnoliophyta. Of the total number, 19 species (7%) belong to the category of strictly protected and protected species at national level, while seven species (2%) are protected at international level, either by the Habitats Directive or the Bern Convention. The analysis of the flora of the SNR "Obedska bara" revealed that 76 species belong to the group of honey plants and 26 species to medicinal plants and are thus considered important for the development of ecosystem services. In addition, 42 species of alien origin were found in the area, of which *Amorpha fruticosa* and *Asclepias syriaca* stand out due to



their spread and negative impact on biodiversity. Negative human pressure contributes to the spread of alien species, as intensive afforestation activities have been carried out in the last 50 years, especially poplars of hybrid origin. Considering the conservation of plant diversity and natural forest habitats, especially in wetlands, further research is needed to define appropriate management measures for habitat conservation and restoration.

**Key words:** endangered species, oak forest, protected areas, wetlands.

**Acknowledgment:** The research was financed by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/200125).

## НОВИ ТАКСОНИ ВАСКУЛАРНЕ ФЛОРЕ ЗА ПОДРУЧЈЕ СПЕЦИЈАЛНОГ РЕЗЕРВАТА ПРИРОДЕ „ТИТЕЛСКИ БРЕГ” (ВОЈВОДИНА, СРБИЈА)

Бојана Бокић\*, Драган Обрадов, Јован Пешканов, Алекса Влку, Кристина Ђорђевић, Борис Радак, Милица Рат, Горан Аначков

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Република Србија

\*bojana.bokic@dbe.uns.ac.rs

Тителски брег је усамљено елипсоидно лесно узвишење у јужној Бачкој. Са источне стране ограничен је реком Тисом, а са јужне, западне и северне наслања се на насеља Тител, Лок, Вилово, Шајкаш и Мошорин. Као специјални резерват природе спада у прву категорију заштићених подручја у Србији од изузетног националног значаја, а према категоризацији IUCN-а сврстан је у четврту категорију као заштићено подручје на којем се заштита спроводи интервентним мерама. У резервату се последњих деценија примењују активне мере заштите, укључујући кошење, испашу и уклањање инвазивних биљака. Највећи део подручја заузимају ливаде и пашњаци, затим шуме, путеви, док су мрежа канала, тршћаци и мочваре сведени на готово занемарљив проценат. Са својим отвореним травнатим стаништима Тителски брег представља значајно подручје за птице и биљке. Ова станишта су данас у највећој мери фрагментисана и измењена, услед негативног деловања климатских промена, ширења инвазивних биљака, високог процента азота у подлози, те сведена на само 8% површине у односу на светску површину терестричних екосистема. Флора и вегетација Тителског брега су у прошлости темељно истраживане, почевши од 1896. године, а највећи број података објављен је у периоду 1980–1990. Током 2022. и 2023. године вршена су детаљна флористичка теренска истраживања на 11 локалитета који су претходно одређени као приоритетни из следећих разлога: а) претходно није забележено много подака о биљним врстама, б) претходно је забележен велики број заштићених, ретких, ендемичних и/или реликтних биљака, в) на локалитету нема мера управљања и/или г) на локалитету се примењују мере управљања. Теренска истраживања обухватила су евидентирање, снимање и сакупљање биљака које су потом испресоване стандардом методом, а ваучери су депоновани у хербаријум Универзитета у Новом Саду (BUNS). Детерминација биљног материјала урађена је помоћу дијагностичких кључева. Сакупљени подаци упоређени су са базом података која је конструисана на основу доступних и релевантних флористичких и фитоценолошких података за истраживано подручје публикованих у периоду 1896–2019. године, укључујући *Студију заштите*. Новозабележено је 18 таксона у рангу врсте (*Achillea crithmifolia* Waldst. & Kit., *Adonis flammea* Jacq., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., *Cerastium brachypetalum* Pers., *C. glomeratum* Thuill., *Crepis pulchra* L., *Festuca pratensis* Huds., *Galinsoga quadriradiata*

Ruiz & Pav., *Galium spurium* L., *Ipomoea purpurea* (L.) Roth, *Lappula heteracantha* K. F. Schimp. & Spenn., *Onopordum acanthium* L., *Symphotrichum lanceolatum* (Willd.) G. L. Nesom, *Valeriana carinata* (Loisel.) Christenh. & Byng, *V. pumila* (L.) Willd., *Veronica triloba* (Opiz) Opiz и *Vulpia myuros* (L.) C. C. Gmel.), пет таксона у рангу подврсте (*Ballota nigra* (Lam.) Hayek subsp. *foetida* (Vis.) Hayek, *Consolida regalis* Gray subsp. *paniculata* (Host) Soó, *Elymus hispidus* (Opiz) Melderis subsp. *barbulatus* (Schur) Melderis, *Silene otites* (L.) Wibel subsp. *hungarica* Wrigley и *Vicia sativa* L. subsp. *cordata* (Hoppe) Balt.) и један таксон у рангу варијетета (*Cerastium pumilum* Curtis var. *glutinosum* (Fries) E. Rico). Иако се може сматрати да за нека подручја постоји довољно података, овакви резултати указују на константну потребу за теренским истраживањима, посебно у ери промена изазваних директним и/или индиректним дејством човека.

**Кључне речи:** биодиверзитет, инвазивне биљке, степе, лес, подаци, менаџмент

**Захвалница:** Истраживање је финансирано Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора: 451-03-47/2023-01/200125) и СРП „Тителски брег”.

## NEW TAXA OF VASCULAR FLORA IN THE SPECIAL NATURE RESERVE "TITELSKI BREG" (VOJVODINA, SERBIA)

**Bojana Bokić\*, Dragan Obradov, Jovan Peškanov, Aleksa Vuku, Kristina Đorđević, Boris Radak, Milica Rat, Goran Anačkov**

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*bojana.bokic@dbe.uns.ac.rs

Titelski breg is an isolated ellipsoid loess hill in southern Bačka. From the eastern side Titelski breg is bordered by the river Tisa, and from the southern, western and northern side it leans against the settlement Titel, Lok, Vilovo, Šajkaš and Mošorin. As Special Nature Reserve, "Titelski breg" belongs to the first category of protected areas in Serbia, which are of exceptional national importance, and according to the IUCN categorization it is in the fourth category as an area where protection is implemented through intervention measures. In recent decades, active protective management measures, including mowing, grazing and removal of invasive plant species have been implemented in the Reserve. The largest part of this area is occupied by open grasslands such as meadows and pastures, followed by forests and roads, while the channel network, reed beds and marshes are reduced to an almost negligible percent. With its open grasslands, the SNR "Titelski breg" represents an important area for birds and plants. Today, due to the negative effects of climate change, the spread of invasive plants and high nitrogen content in the substrate, these habitats are largely fragmented and altered, making up only 8% of the global area of terrestrial ecosystems. Flora and vegetation of the hill have been thoroughly studied in the past since 1896, and most of the data were published in the period 1980–1990. Throughout 2022 and 2023 detailed floristic analyses were conducted in the Reserve, on 11 localities, which were previously determined as priorities due to several reasons: a) there are few previous records of plant species, b) there are large number of records of protected, rare, endemic and/or relic plant species, c) there are no management measures at locality and/or d) there are management measures at locality. Field research included inventory, recording, and sampling of plants which were herbarized by the standard method, and the vouchers were deposited in the Herbarium of the University of Novi Sad (BUNS). Identification of plant samples was done with diagnostic keys. Collected data were compared with a database constructed according available and relevant floristic and phytocoenological literature published between 1896 and 2019, including *Study of protection*. There are 18 new taxa at the species rank (*Achillea crithmifolia* Waldst. & Kit., *Adonis flammea* Jacq., *Ailanthus*

*altissima* (Mill.) Swingle, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., *Cerastium brachypetalum* Pers., *C. glomeratum* Thuill., *Crepis pulchra* L., *Festuca pratensis* Huds., *Galinsoga quadriradiata* Ruiz & Pav., *Galium spurium* L., *Ipomoea purpurea* (L.) Roth, *Lappula heteracantha* K. F. Schimp. & Spenn., *Onopordum acanthium* L., *Symphotrichum lanceolatum* (Willd.) G. L. Nesom, *Valeriana carinata* (Loisel.) Christenh. & Byng, *V. pumila* (L.) Willd., *Veronica triloba* (Opiz) Opiz and *Vulpia myuros* (L.) C. C. Gmel.), 5 new taxa at the subspecies rank (*Ballota nigra* (Lam.) Hayek subsp. *foetida* (Vis.) Hayek, *Consolida regalis* Gray subsp. *paniculata* (Host) Soó, *Elymus hispidus* (Opiz) Melderis subsp. *barbulatus* (Schur) Melderis, *Silene otites* (L.) Wibel subsp. *hungarica* Wrigley and *Vicia sativa* L. subsp. *cordata* (Hoppe) Balt.) and one new variety (*Cerastium pumilum* Curtis var. *glutinosum* (Fries) E. Rico). Although it can be considered that there are sufficient data for some areas, results such as these indicate need for constant field research, especially in the era of changes caused by direct and/or indirect human actions.

**Keywords:** biodiversity, invasive plants, steppes, loes, data, management

**Acknowledgement:** Research was funded by Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (grant no. 451-03-47/2023-01/200125) and SNR "Titelski breg".

## КОРОВСКА ФЛОРА У КУЛТУРИ КУКУРУЗА НА ПОДРУЧЈУ НОВОГ ГРАДА (РЕПУБЛИКА СРПСКА, БиХ)

Синиша Шкондрић\*, Ивана Пуцар, Миланка Васић

Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Бања Лука, Република Српска, Босна и  
Херцеговина

\*sinisa.skondric@pmf.unibl.org

Нови Град је смештен у северозападном делу Републике Српске, на десној обали реке Уне и у доњем току реке Сане. Једна од најчешћих култура на подручју општине Нови Град је кукуруз. Истраживање коровске флоре у култури кукуруза на подручју општине Нови Град спроведено је на два локалитета у селу Доњи Ракани 2016. године. Током теренских истраживања сакупљено је 38 врста кормофита које су сврстане у 35 родова и 16 фамилија. Најзаступљеније фамилије биле су Compositae (32%) и Poaceae (18%), а најзаступљенији родови били су *Erigeron*, *Ranunculus* и *Setaria*. Анализом биолошког спектра утврђена је доминација хемикриптофита (37%) и терофита (31%). Фитогеографском анализом утврђено је присуство девет флорних елемената. Најзаступљенији флорни елемент је евроазијски (26%). Забележено је присуство следећих адвентивних врста: *Abutilon theophrasti*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Erigeron annuus*, *Erigeron canadensis*, *Galinsoga parviflora*, *Oxalis stricta* и *Panicum capillare*. Анализом еколошких индекса за влажност и киселост утврђено је постојање умерено влажног земљишта, неутралне реакције, те доминација субмезофита и неутрофилних биљака. У односу на количину азота у земљишту, мезотрофне биљке су биле најзаступљеније. У односу на светлост, већина биљака на подручју истраживања припадају прелазној групи између полускиофита и хелиофита. Анализом еколошког индекса за температуру утврђена је највећа заступљеност мезотермних биљака. Наши резултати доприносе бољем познавању биолошких карактеристика коровских биљака, као и разумевању односа између гајене биљке кукуруза и коровских биљака. Познавање биологије и екологије коровских врста у истраживаној култури кукуруза представља добру полазну основу за њихово адекватно сузбијање.

**Кључне речи:** корови, адвентивне биљке, Балкан

## WEED FLORA IN MAIZE FIELDS OF NOVI GRAD (REPUBLIC OF SRPSKA, B&H)

Siniša Škondrić\*, Ivana Pucar, Milanka Vasić

University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

\*sinisa.skondric@pmf.unibl.org

Novi Grad is located in the northwestern part of the Republic of Srpska, on the right bank of the Una River and in the lower course of the Sana River. One of the most common crops in the territory of the municipality of Novi Grad is maize. Research on the weed flora in maize fields in the territory of the municipality of Novi Grad was conducted at two localities in the village of Donji Rakani in 2016. During field research, 38 plant species were collected, which were classified into 35 genera and 16 families. The most represented families were Compositae (32%) and Poaceae (18%), and the most represented genera were *Erigeron*, *Ranunculus* and *Setaria*. Analysis of the biological spectrum revealed the dominance of hemicryptophytes (37%) and therophytes (31%). Phytogeographical analysis revealed the presence of nine floral elements. The most represented floral element is Eurasian (26%). The presence of the following adventive species was recorded: *Abutilon theophrasti*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Erigeron annuus*, *Erigeron canadensis*, *Galinsoga parviflora*, *Oxalis stricta* and *Panicum capillare*. The analysis of soil indicators (moisture and reaction) revealed moderately moist soil with a neutral reaction and the dominance of submesophytes and neutrophilic plants. In relation to the amount of nitrogen in the soil, mesotrophic plants were the most represented. In relation to light value, most of the plants in the research area belong to the transitional group between heliophytes and semisciophytes. The analysis of temperature indicators revealed the highest prevalence of mesothermal plants. Our results contribute to a better knowledge of the biological characteristics of weed plants, as well as to the understanding of the relationship between cultivated maize plants and weed plants. Knowledge of the biology and ecology of weed species in the researched maize fields is a good starting point for their adequate suppression.

**Keywords:** weeds, adventive plants, Balkans

## ФЛОРА ПЕТРОВАРАДИНА

Милица Рат\*, Борис Радак, Горан Тмушић, Бојана Бокић, Драган Обрадов, Јован Пешканов, Алекса Влку, Кристина Ђорђевић, Горан Аначков

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

\*milica.rat@dbe.uns.ac.rs

Истраживање биљног света Србије започето је у 18. веку. У Срему, који је тада припадао Хабзбуршкој монархији, Петроварадин и Петроварадинска тврђава су имали посебан значај, као војно утврђење и развијено насеље, и многи учени људи тог периода су га посећивали. Захваљујући томе остали су забележени бројни подаци о биљном свету Петроварадина, који су објављивани или сачувани у хербаријумима од тада, па до краја 20. века. Како је урбана флора и очување природних станишта у оквиру насељених предела у центру научних интересовања дужи временски период, а Петроварадинска тврђава је постала симбол културе у Србији, 2020. године је започет пројекат истраживања флоре Петроварадина. Циљ истраживања је био да се обједине објављени подаци, подаци из хербаријумских колекција, као и да се организују теренска истраживања. Истраживањем је обухваћен простор Петроварадинске тврђаве,

Петроварадинског рита и насеља Петроварадин. Као резултат настала је база са преко 2000 флористичких података од близу 300 биљних врста. Врсте су подељене у две категорије: аутохтоне и врсте страног порекла (укључујући инвазивне врсте). Међу аутохтоним врстама, издвојена је група врста које су заштићене, и њих је укупно 24, од тога су три врсте строго заштићене: *Crambe tataria*, *Iris sibirica* и *Lathyrus palustris*, и забележене на подручју Петроварадинског рита, док је 21 врста из категорије заштићених биљака. Из групе инвазивних врста најзаступљеније су врсте *Broussonetia papyrifera* и *Ailanthus altissima*, које су забележене на ширем подручју насеља. Међутим, њихов инвазиван карактер долази до изражаја на простору Петроварадинске тврђаве, где обе врсте граде густе склопове и имају негативан утицај не само на живи свет, већ и на бедеме тврђаве, чиме нарушавају њену очуваност, стабилност и изглед. Интересантно је да зидине имитирају природно станиште неким врстама, па се *Asplenium ceterach*, бележи и на бедемима и на гранитној стени у подножју тврђаве. Просторно посматрано, за подручје Петроварадина можемо закључити да се током времена биљни свет изменио, да је богатство врстама и данас на високом нивоу, али да је учешће врста страног порекла веће у односу на 18. век. Промене у флористичкој структури су процес који се и данас дешава, као последица урбанистичких промена. Међутим, на преосталим природним стаништима је очувана нативна флора и неопходно је обезбедити услове за очување природних вредности Петроварадина и у будућности.

**Кључне речи:** биљке, гајене биљке, биодиверзитет, инвазивне, ретке врсте

**Захвалница:** Истраживање је финансирао Град Нови Сад, Градска управа за заштиту животне средине (Ев. бр. 501-2/2020-11d-II) и Министарство науке, технолошког развоја и иновација (Ев. бр. 451-03-47/2023-01/200125).

## FLORA OF PETROVARADIN

**Milica Rat\*, Boris Radak, Goran Tmušić, Bojana Bokić, Dragan Obradov, Jovan Peškanov, Aleksa Vuku, Kristina Đorđević, Goran Anačkov**

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*milica.rat@dbe.uns.ac.rs

The exploration of the flora of Serbia began in the 18th century in Srem, which was then part of the Habsburg Monarchy. Petrovaradin and the Petrovaradin fortress had an importance as a military fortress and developed settlement and were visited by many scholars of the time. Numerous data on the flora of Petrovaradin were recorded, published or preserved in herbaria from that time until the end of the 20th century. Since urban flora and the preservation of natural habitats in urban areas have long been the focus of scientific interest, and the Petrovaradin fortress has become a symbol of culture in Serbia, a project to research the flora of Petrovaradin was launched in 2020. The aim of the research was to consolidate published data and data from herbarium collections, as well as to organise field research. The research covered the area of Petrovaradin Fortress, Petrovaradin marsh, and the rest of the settlement area. As a result, a database of nearly 300 plant species was created, containing over 2000 floristic records. The species are divided into two categories: native species and alien species (including invasive species). Among the autochthonous species, a group of species protected by the regulations for strictly protected and protected wild species have been singled out. These are 24 species in total, of which three species are strictly protected: *Crambe tataria*, *Iris sibirica* and *Lathyrus palustris*, which have been recorded in the Petrovaradin marsh, while 21 species belong to the category of protected wild plants. The presence of the species *C. tataria* was not confirmed in 2020 and 2021, and it is assumed that it has disappeared locally

due to negative human pressure on natural habitats. From the group of invasive species, the species *Broussonetia papyrifera* and *Ailanthus altissima* stand out, which were detected in the wider surroundings of the settlement. However, their invasive character comes to the fore in the area of Petrovaradin Fortress, where both species form dense complexes and have a negative impact not only on the habitat but also on the fortress walls, undermining the stability and maintenance of the fortifications. As Petrovaradin Fortress is protected as a cultural monument of great importance, data on the species threatening the walls is desirable to improve the protection process. During the fieldwork, it was found that not only alien species occur on the walls, but also native species, among which the presence of woody species stands out, were recorded in the form of single individuals or groups growing on the walls. It is interesting to note that the walls mimic the natural habitat of some species. For example, *Asplenium ceterach* was recorded both on the walls and on the granite rock at the foot of the fortress. From a spatial point of view, we can conclude for the Petrovaradin area that the flora has changed over time, that the species richness is still at a high level today, but that the proportion of species of alien origin is higher than in the 18th century. The floristic changes are a process that is still taking place today, as a result of urban changes. However, in the remaining natural habitats, the flora has been preserved and it is necessary to create the conditions for its conservation in the future.

**Key words:** plants, cultivated plants, biodiversity, invasive species, rare and treated species

**Acknowledgment:** The research was financed by the City of Novi Sad, the City Administration for Environmental Protection (Id. No. 501-2/2020-11d-II), and the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (Grant No. 451-03-47/2023-01/200125).

## ФЛОРА ЈЕЗЕРА ПРОВАЛА: ПРОМЕНЕ НАКОН ДВАДЕСЕТ ГОДИНА

Љилјана Николић\*, Дејана Цигурски, Бранка Љевнаић-Машић

Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад, Србија

\*ljiljana.nikolic@polj.uns.ac.rs

Језеро Провала је специфичан хидроекосистем полигенетског порекла, на чији постанак је, поред флувијалног процеса, утицао и човек, градећи насипе. Језеро Провала је ушло у стоту годину постојања, намењено је туристичко-рекреативним садржајима, а будући да се налази и у близини обрадивих пољопривредних површина, под снажним је антропогеним утицајем. Поред тога, временска дистанца од две деценије, као и разлике у климатским параметрима (порастан температура и мања количина падавина) у два истраживана периода, одразиле су се на флористичке карактеристике овог хидроекосистема. У овом раду флористичка анализа обухвата два периода, 1999/2000. годину (флора I) и 2019. годину (флора II). У оба истраживана периода, укупну флору језера Провала са ужим приобалним појасом, чиниле су 83 врсте из три класе (Equisetopsida, Magnoliopsida и Liliopsida). Од тог броја, прве истраживане године било је присутно 65, а након двадесет година, 61 врста. Након две деценије, чак 22 врсте нису констатоване, док је забележено присуство 18 нових врста. Поред тога, смањена флористичка разноврсност за 6%, резултирала је још већом редукацијом броја фамилија и то за 20%. Представници чак 11 фамилија изостају након двадесет година, а појављују се нови из пет фамилија, које на истраживаном локалитету раније нису биле забележене. Посебно се истиче фамилија Asteraceae, чије се учешће, након 20 година, двоструко повећало (са 9% на 18%). Категоризација врста према типу и времену имиграције и инвазивности (AE) указује на доминацију аутохтоних врста на истраживаном локалитету, с тим што је присутан тренд опадања учешћа ових врста (88% – флора I;

75% – флора II), док је учешће неофита (алохтоних врста), у порасту (11% – флора I; 18% – флора II). Тако је у ранијем периоду, учешће инвазивних врста у флори језера износило 6% (*Amorpha fruticosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Solidago gigantea* и *Xanthium italicum*). Након две деценије, њихово учешће се повећало на 15%, од којих су, поред наведених, присутне и *Ambrosia artemisiifolia*, *Asclepias syriaca*, *Erigeron annuus* и *Conyza canadensis*, категорисане као јако инвазивне и *Sorghum halepense* као спорадично инвазивна врста код нас, а инвазивни статус имају и у земљама окружења. У биолошком спектру флоре језера Провала доминирају хемикриптофите (35% – флора I; 36% – флора II) и геофите (32% – флора I; 33% – флора II), које су најзаступљеније у приобалном појасу, где је њихово учешће готово непромењено. Након само две деценије, ипак су забележене извесне промене у биолошком спектру флоре које се односе на ниже учешће хидрофита (11% – флора I; 7% – флора II), док се учешће хамефита (флора I – 3%; флора II – 5%) и терофита (флора I – 8%; флора II – 10%), незнатно повећало. У прилог наведеног иде и заступљеност еколошких група биљака, где се учешће водених и мочварних биљака смањило за 14% (флора I – 55%; флора II – 41%), док се учешће корова и рудералних биљака повећало за 13% (флора I – 20%; флора II – 33%). Са малим учешћем су заступљене и врсте из еколошких група шумских и ливадских биљака. Овакав однос анализираних параметара указује на присутан постепени ток сукцесија, који би у дужем временском периоду могао да доведе до зарастања овог специфичног језерског екосистема.

**Кључне речи:** флора, језеро, животне форме, инвазивне врсте

## FLORA OF LAKE PROVALA: CHANGES AFTER TWENTY YEARS

Ljiljana Nikolić\*, Dejana Džigurski, Branka Ljevnaić-Mašić

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia

\*ljiljana.nikolic@polj.uns.ac.rs

Lake Provala is a hydro-ecosystem of polygenetic origin, the creation of which was influenced by the fluvial process and man-made embankments. Since the beginning of its existence, hundred years ago, lake Provala has been used for tourist and recreational facilities. Further, it is located near agricultural land and has always been under strong anthropogenic influence. In addition, the time distance of two decades, as well as the differences in climatic parameters (increased temperature and lower amount of precipitation) in the two investigated periods, reflect on the floristic characteristics of this hydro-ecosystem. In this paper, the floristic analysis covers two periods, namely, 1999/2000 year (flora I) and 2019 (flora II). In both researched periods, the total flora of Lake Provala with a narrower coastal strip consisted of 83 species from three classes (Equisetopsida, Magnoliopsida and Liliopsida). Of that number, 65 species were present in the first researched year, and 61 species appeared after twenty years. After two decades, as many as 22 species have not yet been identified, while the presence of 18 new species has been recorded. In addition, the reduced floristic diversity by 6% resulted in an even greater reduction in the number of families by 20%. Representatives of as many as 11 families are absent after twenty years, and new ones appear from 5 families, which were not previously recorded in the researched locality. The Asteraceae family stands out, whose share, after 20 years, has doubled (9%; 18%). The categorization of species according to the type and time of immigration and invasiveness (AE) indicates the dominance of autochthonous species in the investigated locality, with the fact that there is a trend of decreasing participation of these species (88% – flora I; 75% – flora II), while the participation of neophytes (non-native species), increasing (11% – flora I; 18% – flora II). Thus, in the earlier period, the share of invasive species in the flora of the lake was 6% (*Amorpha*

*fruticosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Solidago gigantea* and *Xanthium italicum*). After two decades, their participation increased to 15%, of which, in addition to the above, there are also *Ambrosia artemisiifolia*, *Asclepias syriaca*, *Erigeron annuus*, *Conyza canadensis*, categorized as highly invasive and *Sorghum halepense* as a sporadically invasive species here, and the invasive status they also have in neighbouring countries. The biological spectrum (LF) of the flora of Lake Provala is dominated by hemicryptophytes (35% – flora I; 36% – flora II) and geophytes (32% – flora I; 33% – flora II), which are mostly present in the coastal zone, where their participation is almost unchanged. After only two decades, certain changes were recorded in the biological spectrum of the flora, which refers to the lower participation of hydrophytes (11% – flora I; 7% – flora II), while the participation of hamephytes (flora I – 3%: flora II – 5%) and therophytes (flora I – 8%: flora II – 10%), slightly increased. In support of the above is also the representation of ecological groups of plants (EG), where the participation of aquatic and wetland plants decreased by 14% (flora I – 55%: flora II – 41%), while the participation of weeds and ruderal plants increased by 13% (flora I – 20%: flora II – 33%). Species from ecological groups of forest and meadow plants are also represented with small participation. This ratio of the analyzed parameters indicates the present gradual flow of successions, which, in a longer period, could lead to the healing of this specific lake ecosystem.

**Keywords:** flora, lake, life forms, invasive species

## ПРИСУТСТВО ИНДИКАТОРА ТОЛЕРАНТНИХ НА ТЕШКЕ МЕТАЛЕ У ФЛОРИ КАНАЛСКЕ МРЕЖЕ БАНАТА

Бранка Љевнаић-Машић\*, Дејана Цигурски, Љиљана Николић

Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад, Србија

\*branka.ljevnaic@polj.uns.ac.rs

Циљ рада је да се прикаже присуство и распрострањеност акватичних и семиакватичних биљака толерантних на тешке метале, у каналској мрежи Баната, како би се указало на канале и делове канала потенцијално оптерећене овим материјама. Од укупно 178 констатованих таксона, око четвртина (25,84%; 46 биљака) су фитоиндикатори који толеришу присуство тешких метала у подлози/води. Највећи број забележених врста толерантно је на повећан садржај олова (Pb) – 20 врста, бакра (Cu) – 16 врста, цинка (Zn) – 16 врста и кадмијума (Cd) – 14 врста. На каналима Банатска Паланка-Нови Бечеј и реци Тамиш било је присутно највише индикатора који толеришу присуство тешких метала, што говори о потенцијалној оптерећености воде и приобалних делова ових канала тешким металима. *Salix fragilis* L., *Juncus effusus* L. и *Phragmites communis* Trin. су врсте толерантне на највећи број тешких метала. Поред тога, *Phragmites communis* Trin. и *Calystegia sepium* (L.) R. Вр. су биле најзаступљенији таксони толерантни на тешке метале, присутни на свих десет анализираних канала. Резултате ових истраживања је потребно узети као полазну основу и показатељ који би захтевао додатне анализе воде и приобалне зоне анализираних канала, ради доношења прецизније оцене о присуству тешких метала.

**Кључне речи:** фитоиндикатори, тешки метали, каналска мрежа, Банат



## THE PRESENCE OF HEAVY METAL-TOLERANT INDICATORS IN THE FLORA OF THE CANAL NETWORK OF BANAT

Branka Ljevnaić-Mašić\*, Dejana Džigurski, Ljiljana Nikolić

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia

\*branka.ljevnaic@polj.uns.ac.rs

The study aims to demonstrate the presence and distribution of heavy metal-tolerant aquatic and semi-aquatic plants in the canal network of Banat in order to indicate canals and canal parts potentially loaded with these substances. Out of a total of 178 identified taxa, about a quarter (25.84%; 46 plants) are phytoindicators that tolerate the presence of heavy metals in the substrate/water. The largest number of recorded species is tolerant to increased content of lead (Pb) – 20 species, copper (Cu) – 16 species, zinc (Zn) – 16 species and cadmium (Cd) – 14 species. The majority of heavy metal-tolerant indicators were present on the Banatska Palanka-Noví Bečej and Tamiš canals, indicating the potential heavy metal contamination of the water and coastal areas of these canals. *Salix fragilis* L., *Juncus effusus* L. and *Phragmites communis* Trin. are species tolerant to the largest number of heavy metals. In addition, *Phragmites communis* Trin. and *Calystegia sepium* (L.) R. Br. were the most abundant taxa tolerant to heavy metals, present in all ten analyzed canals. For a more precise assessment of the heavy metals presence, the findings of these studies should be regarded as a starting point and an indication that additional water and coastal zone analyses of the analyzed canals are required.

**Keywords:** phytoindicators, heavy metals, canal network, Banat

## ВОДЕНА ВЕГЕТАЦИЈА БАРА КРАЈ ЈУЖНЕ МОРАВЕ

Даница Вукотић<sup>\*1</sup>, Невена Кузмановић<sup>2</sup>, Гордана Андрејић<sup>3</sup>, Драгана Јеначковић  
Гоцић<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Ниш, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Београду – Биолошки факултет, Институт за ботанику и ботаничка башта „Јевремовац”, Београд, Србија

<sup>3</sup>Универзитет у Београду – Институт за примену нуклеарне енергије, Одељење за радиоекологију и агрохемију, Београд, Србија

\*danica.vukotic@pmf.edu.rs

Многобројне баре смештене у долини Јужне Мораве, настале махом антропогеним активностима, представљају флористички и фитоценолошки интересантне екосистеме, како због присуства разноврсних типова станишта на малом простору, тако и због присуства угрожених и инвазивних биљних врста. Водена вегетација барских екосистема, на делу тока Јужне Мораве од Мазараћа до Ћићине, истраживана је у складу са Braun-Blanquet-овим приступом, у периоду од јула до октобра 2022. године. Фитоценолошко истраживање спроведено је на укупно 16 локалитета. Сваки истраживани локалитет обухвата већи број бара различите величине и различитог флористичког састава. Над сетом фитоценолошких снимака (208) спроведена је класификациона (UPGMA) анализа у програму JUICE 7.0 уз одређивање оптималног броја кластера за тај сет података. Степен флористичке сличности између фитоценолошких снимака квантификован је помоћу Bray-Curtis-овог индекса. Дијагностичке врсте су за сваки кластер (групу фитоценолошких снимака) одређене на основу индекса верности (phi индекса), при чему су се дијагностичким врстама сматрале оне чија је вредност phi индекса > 0,25. На основу резултата класификационе анализе и састава дијагностичких врста у кластерима, установљено је да водену вегетацију бара у

долини Јужне Мораве чини 15 асоцијација које припадају вегетацијским класама *Lemnetea* R. Tx. 1955 (*Lemnetum minoris* von Soó 1927, *Lemnetum gibbae* Miyawaki et J. Tüxen 1960, *Lemno-Spirodeletum polyrhizae* Koch 1954, *Ceratophylletum demersi* Corillion 1957 и *Lemno-Utricularietum vulgaris* Soó 1947) и *Potamogetonetea* Klika in Klika et Novák 1941 (*Trapetum natantis* Kárpáti 1963, *Potametum natantis* Hild 1959, *Potametum crispum* von Soó 1927, *Potametum pectinatum* Carstensen ex Hilbig 1971, *Potametum pusillum* von Soó 1927, *Potametum denso-nodosum* de Bolós 1957, *Myriophylletum spicatum* Soó 1927, *Najadetum marinae* Fukarek 1961, *Elodeetum canadensis* Nedelcu 1967 и *Elodeetum nuttallii* Ciocârlan et al. 1997). Највећу фреквентност јављања у састојинама имају врсте *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum* и *Potamogeton nodosus*, док су врсте *Potamogeton lucens*, *Najas marina*, *Trapa natans* и *Lemna gibba* забележене на свега један до два локалитета. С обзиром да је вегетација у долини Јужне Мораве недовољно проучена, ово истраживање представља значајан корак у детаљнијем сагледавању диверзитета водене, а у скорој будућности и вегетације влажних станишта овог подручја.

**Кључне речи:** водена вегетација, баре, Јужна Морава, макрофите

## AQUATIC VEGETATION OF PONDS NEAR THE SOUTH MORAVA RIVER

**Danica Vukotić<sup>\*1</sup>, Nevena Kuzmanović<sup>2</sup>, Gordana Andrejić<sup>3</sup>, Dragana Jenačković Gocić<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University of Niš, Faculty of Science and Mathematics, Department of Biology and Ecology, Niš, Serbia

<sup>2</sup>University of Belgrade – Faculty of Biology, Institute of Botany and Botanical Garden "Jevremovac", Belgrade, Serbia

<sup>3</sup>University of Belgrade – Institute for the Application of Nuclear Energy, Department for radioecology and agrochemistry, Belgrade, Serbia

\*danica.vukotic@pmf.edu.rs

Numerous ponds located in the South Morava River valley, created mainly as a result of anthropogenic activities, represent floristically and phytocenologically interesting ecosystems, both due to the diversity of habitat types in a small area, and due to the presence of endangered and invasive plant species. Aquatic vegetation of pond ecosystems, on the part of the South Morava River stream from Mazarać to Ćićina villages, was investigated in accordance with the Braun-Blanquet approach from July to October 2022. Phytocenological research was conducted at a total of 16 localities. Each investigated locality includes a large number of ponds of different sizes and different floristic composition. A classification analysis (UPGMA) has been performed on the set of phytocenological relevés (208) in the JUICE 7.0 program where the optimal number of clusters for that data set has been determined. The degree of floristic similarity between phytocenological relevés has been quantified using the Bray-Curtis index. Diagnostic species were determined for each cluster (group of physiocenological relevés) based on the value of the fidelity index (phi index), whereby species with a value of phi index >0.25 were considered diagnostic. Based on the results of the classification analysis and the composition of diagnostic species within the clusters, it has been established that the aquatic vegetation of ponds in the South Morava River valley consists of 15 associations belonging to vegetation classes *Lemnetea* R. Tx. 1955 (*Lemnetum minoris* von Soó 1927, *Lemnetum gibbae* Miyawaki et J. Tüxen 1960, *Lemno-Spirodeletum polyrhizae* Koch 1954, *Ceratophylletum demersi* Corillion 1957 and *Lemno-Utricularietum vulgaris* Soó 1947) and *Potamogetonetea* Klika in Klika et Novák 1941 (*Trapetum natantis* Kárpáti 1963, *Potametum natantis* Hild 1959, *Potametum crispum* von Soó 1927, *Potametum pectinatum* Carstensen ex Hilbig

1971, *Potamogeton pusilli* von Soó 1927, *Potamogeton denso-nodosi* de Bolós 1957, *Myriophyllum spicati* Soó 1927, *Najas marinae* Fukarek 1961, *Elodea canadensis* Nedelcu 1967 and *Elodea nuttallii* Ciocârlan et al. 1997). The species *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum* and *Potamogeton nodosus* have the highest frequency of occurrence in stands, while the species *Potamogeton lucens*, *Najas marina*, *Trapa natans* and *Lemna gibba* were recorded in only one or two localities. Given that the vegetation in the South Morava River valley is insufficiently studied, this research represents a significant step in a more detailed overview of the diversity of aquatic, and in the near future, the vegetation of wet habitats in this area.

**Keywords:** aquatic vegetation, ponds, South Morava River, macrophytes

## МАПИРАЊЕ СТАНИШТА НА ПЛАНИНИ БЕСНА КОБИЛА У ЈУГОИСТОЧНОЈ СРБИЈИ

Сања З. Ђуровић<sup>\*1</sup>, Урош Бузуровић<sup>2</sup>, Милана Ранимировић<sup>3</sup>, Невена  
Кузмановић<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Нишу, Пољопривредни факултет, Крушевац, Србија

<sup>2</sup>Природњачки музеј, Београд, Србија

<sup>3</sup>Универзитет у Београду – Биолошки факултет, Београд, Србија

\*djurovic.sanja@ni.ac.rs

У августу 2022. године, извршили смо теренско мапирање нешумских типова станишта на планини Бесна Кобила, у југоисточној Србији. Класификација забележених типова станишта је усаглашена са националном класификацијом станишта и типовима станишта са Анекса I Директиве о стаништима (Натура 2000 типови станишта). Ради лакшег мапирања, у границама истраживаног подручја су исцртани полигони, унутар којих су прикупљени подаци о присутним типовима станишта. Полигони су обележени као јединствени или мозаични, у зависности од броја забележених типова станишта у њима. Резултат нашег истраживања је база података са листом свих забележених типова станишта и информацијама о њиховом облику (полигон, линија или тачка), процентуалној заступљености у полигону, репрезентативности и очуваности, списком доминантних врста и присутним заштићеним врстама, као и факторима угрожавања. База података садржи информације прикупљене на 1282 тачке, из 162 полигона, који покривају 13,4 km<sup>2</sup>. Забележена су 23 различита типа станишта на четвртм нивоу националне класификације, од којих 16 представља за заштиту приоритетне типове станишта: Б2.1Б Шибљаци ружа (*Rosa* spp.), Б4.21 Вриштине боровница (*Vaccinium* spp.) и мечјег грожђа (*Arctostaphylos* spp.), Б4.22 Вриштине вресова (*Ericaceae*), Б4.23 Вриштине махунарки (*Fabaceae*), Ц1.52 Суве силикатне ливаде и камењари, Ц2.31 Умерено влажне планинске ливаде, Ц3.21 Влажне планинске ливаде и сродне травне заједнице, Ц4.41 Субалпијски силикатни пашњаци, Ц4.42 Алпијско-субалпијске силикатне отворене жбунасто-травне формације, Ц4.43 Силикатне рудине, Ц5.31 Високопланинске нитрификоване високе зелени, Д2.22 Субалпијско-алпијски силикатни сипари, Д3.22 Субалпијско-алпијске силикатне суве стене и клифови, Е2.22 Тресаве белих маховина (*Sphagnum* spp.), Е3.11 Богате тресаве и Е4.21 Копнени високи шашеви (*Carex* spp.). Међу забележеним стаништима, 13 припада Натура 2000 типовима станишта: 4060 Алпијске и бореалне вриштине, 40А0 Субконтинентални перипанонски шибљаци, 6150 Силикатне алпијске и бореалне травне заједнице, 6210 Полу-природне суве карбонатне травне заједнице и пашњаци са фацијесима жбуњака (*Festuco-Brometalia*), 6230 Врстама богате травне заједнице тврдаче (*Nardus stricta*) на силикатним

супстратима планинских подручја (и субмонтаних подручја континенталне Европе), 62Д0 Оро-мезијске ацидофилне травне формације, 6410 Ливаде бесколенке на карбонатним, затресеним или глиновито-песковитим земљиштима (*Molinion caeruleae*), 6430 Хидрофилне високе зелени низијских области и од монтаног до алпијског појаса, 6520 Планинске ливаде кошанице, 7140 Прелазне и плутајуће тресаве, 7230 Алкалне тресаве, 8220 Силикатне стене са хазмофитском вегетацијом, 8230 Силикатне крхотине са пионирском вегетацијом свеза *Sedo-Scleranthion* или *Sedo albi-Veronicion dillenii*. Информације о дистрибуцији Натура 2000 типова станишта требало би да унапреде припрему и успостављање Натура 2000 мреже у Србији.

**Кључне речи:** станишта, Натура 2000, заштита природе, Бесна Кобила

## MAPPING HABITATS ON BESNA KOBILA MOUNTAIN IN SOUTHEASTERN SERBIA

Sanja Z. Đurović<sup>\*1</sup>, Uroš Buzurović<sup>2</sup>, Milana Ranimirović<sup>3</sup>, Nevena Kuzmanović<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Niš, Faculty of Agriculture, Kruševac, Serbia

<sup>2</sup>Natural History Museum, Belgrade, Serbia

<sup>3</sup>University of Belgrade – Faculty of Biology, Belgrade, Serbia

\*djurovic.sanja@ni.ac.rs

In August 2022, we conducted field mapping of non-forested habitat types on Besna Kobilica Mountain in southeastern Serbia. The classification of the surveyed habitat types is harmonized with the national habitat classification and habitat types from Annex I of the Habitats Directive (Natura 2000 habitat types). To facilitate mapping, polygons were drawn within the boundaries of the study area, within which we collected data on habitat types present. Depending on the number of habitat types surveyed within each polygon, they were labelled as uniform or mosaic. The result of our research is a database with a list of all habitat types surveyed and information about their shape (polygon, line or point), percentage in the polygon, representativeness and preservation, a list of dominant species and occurrence of protected plant species, and endangerment factors. The database contains information collected at 1282 points from 162 polygons covering an area of 13.4 km<sup>2</sup>. Twenty three different habitat types were recorded at the fourth level of national classification, of which 16 are priority habitat types for protection: B2.1B Rose bushes (*Rosa* spp.), B4.21 Blueberry (*Vaccinium* spp.) and gooseberry (*Arctostaphylos* spp.) heaths, B4.22 Heath heaths (Ericaceae), B4.23 Legume heaths (Fabaceae), C1.52 Dry siliceous meadows and rock meadows, C2.31 Moderately moist montane meadows, C3.21 Wet montane meadows and related grass communities, C4.41 Subalpine silicate pastures, C4.42 Alpine-subalpine silicate open shrub-grass formations, C4.43 Silicate grasslands, C5.31 High mountain non-nitrified high greens, D2.22 Subalpine-alpine silicate dykes, D3.22 Subalpine-alpine silicate dry rocks and cliffs, E2.22 Sphagnum sedges (*Sphagnum* spp.), E3.11 Rich sedges, and E4.21 Terrestrial tall sedges (*Carex* spp.). Among the habitats surveyed, 13 are Natura 2000 habitat types: 4060 Alpine and boreal heaths, 40A0 Subcontinental peri-Pannonic scrub, 6150 Siliceous alpine and boreal grasslands, 6210 Semi-natural dry grasslands and scrubland facies on calcareous substrates (*Festuco-Brometalia*), 6230 Species-rich *Nardus* grasslands, on siliceous substrates in mountain areas and submountain areas in Continental Europe, 62D0 Oro-Moesian acidophilous grasslands, 6410 *Molinia* meadows on calcareous, peaty or clayey-silt-laden soils (*Molinion caeruleae*), 6430 Hydrophilous tall herb fringe communities of plains and of the montane to alpine levels, 6520 Mountain hay meadows, 7140 Transition mires and quaking bogs, 7230 Alkaline fens, 8220 Siliceous rocky slopes with chasmophytic vegetation, 8230 Siliceous rock with pioneer

vegetation of the *Sedo-Scleranthion* or of the *Sedo albi-Veronicion dillenii*. Information on the distribution of Natura 2000 habitat types should improve the preparation and establishment of the Natura 2000 network in Serbia.

**Keywords:** habitats, Natura 2000, nature conservation, Besna Kobila

## ПРОМЕНЕ ВЕГЕТАЦИЈЕ НА СТЕПСКИМ ЛИВАДАМА НА ЛЕСУ У БАЧКОЈ (СРБИЈА) ТОКОМ ТРИ И ПО ДЕЦЕНИЈЕ

Драгица Пургер<sup>\*1</sup>, Јене Ј. Пургер<sup>2</sup>, Јудит Хази<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Печују, Фармацеутски факултет, Институт за фармакогнозију, Печуј, Мађарска

<sup>2</sup>Универзитет у Печују, Природно-математички факултет, Институт за биологију, Катедра за екологију, Печуј, Мађарска

<sup>3</sup>Универзитет ветеринарске медицине, Катедра за ботанику, Будимпешта, Мађарска

\*dragica@gamma.ttk.pte.hu

Степске ливаде на лесу флористички су богате и спадају међу највредније типове вегетације, међутим, недостају студије које их прате у дужем временском периоду. Основна фитоценолошка истраживања ливада на лесу у којима доминирају *Chrysopogon gryllus* и *Festuca rupicola* проведена су у западној Бачкој (Србија), у периоду 1985–1993, са циљем да се издвоје биљне заједнице и одреди њихово распрострањење. На истом подручју, али не на сталним квадратима, иста особа, по истој класичној Braun-Blanquet методи поново је бележила фитоценолошке снимке 2001, 2010. и 2023. године, ради откривања и квантификовања потенцијалне промене вегетације на овим травњацима. Упоредна је учесталост биљних врста, богатство врста, флористички састав и удео инвазивних врста у снимцима. У истраживаном подручју ливаде на лесу су на равном терену окружене мезофилном вегетацијом на солоњцу и редовно се косе ради сена. Овакав начин одржавања је очигледно фаворизовао доминантну врсту *Chrysopogon gryllus*, чија се покривност повећала у периоду нашег истраживања. У поређењу са временом основног узорковања, учесталост специјалиста (нпр. *Ranunculus illyricus*, *Trifolium ochroleucum*) је благо смањена. Генерално, нису уочене значајне промене у флористичком саставу и степену инвазије у лесним степским травњацима, па се редовна кошња, једном годишње, може сматрати одговарајућим начином одржавања у циљу очувања ботаничких вредности ливада на лесу. На „Римском шанцу” који се простире на истраживаном подручју уочили смо значајно задирање дрвенастих биљака у фрагменте степе, чиме је површина ове вегетације смањена, а њен опстанак угрожен као последица престанка испаше оваца.

**Кључне речи:** *Chrysopogon gryllus*, покривност, диверзитет, одржавање травњака, фитоценологија, поновно узорковање

## VEGETATION CHANGES IN LOESS STEPPE GRASSLANDS IN BAČKA (SERBIA) OVER THREE AND HALF DECADES

Dragica Purger<sup>\*1</sup>, Jenő J. Purger<sup>2</sup>, Judit Házi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Pécs, Faculty of Pharmacy, Institute of Pharmacognosy, Pécs, Hungary

<sup>2</sup>University of Pécs, Faculty of Sciences, Institute of Biology, Chair of Ecology, Pécs, Hungary

<sup>3</sup>University of Veterinary Medicine, Department of Botany, Budapest, Hungary

\*dragica@gamma.ttk.pte.hu

The loess steppe grasslands are species-rich and therefore among the most valuable vegetation types, nevertheless, there is a lack of studies that monitor them in a longer time.

Baseline research of loess grasslands dominated by *Chrysopogon gryllus* and *Festuca rupicola* with the aim of describing the vegetation units and their distribution was carried out by recording the phytocoenological releves in western Bačka (Serbia) in the period of 1985–1993. In the same area, we re-sampled quasi-permanent vegetation plots in 2001, 2010, and 2023, in order to detect and quantify potential vegetation changes in these grasslands. The study was performed by the same person in the same classical Braun-Blanquet method. The frequency of plant species, species diversity, floristic composition, and proportion of invasive species of phytocoenological releves were compared. The major part of the loess-grassland patches is on flat area, surrounded by slightly saline mesic vegetation which is regularly mown for hay production. This management obviously favored the dominant species *Chrysopogon gryllus*, whose cover increased over the time scale of our study. Compared to the time of baseline sampling, the frequency of specialists (e.g. *Ranunculus illyricus*, *Trifolium ochroleucum*) slightly decreased. Generally, no significant changes were observed in loess steppe grasslands in floristic composition and the level of invasion, therefore regular mowing, once a year, can be appropriate management for the conservation of the botanical value of loess steppe. We observed considerable encroachment of woody plants to the fragments of the steppe on "Rimski šanac" stretching in the study area. The area of steppe grasslands decreased and its survival is endangered as a consequence of the cessation of grazing by sheep.

**Keywords:** *Chrysopogon gryllus*, cover, diversity, grassland management, phytocoenology, re-sampling

## УТИЦАЈ ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈНИХ ВРСТА НА ОДРЖИВО КОРИШЋЕЊЕ ЛИВАДСКЕ ВЕГЕТАЦИЈЕ КЛАСЕ *Molinio- Arrhenatheretea* ТХ.1937 У ВОЈВОДИНИ

Сара Павков<sup>\*1</sup>, Мирјана Ђук<sup>1</sup>, Ружица Игић<sup>1</sup>, Милош Илић<sup>1</sup>, Драгана Вуков<sup>1</sup>,  
Аница Бусарац<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

<sup>2</sup>Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет, Београд, Србија

\*sarapavkov92ns@gmail.com

У Србији, као и у Европи, ливаде се користе на традиционални начин кошењем или испашом. У АП Војводини ливаде се јављају на 38.000 ha, односно на ¼ површина на којима је успостављена заштита. Како у Србији само класа *Molinio-Arrhenatheretea* Тх. 1937 обухвата 72 ендемита, специјски диверзитет је окарактерисан као богат. Услед напуштања екстензивног сточарства, као и претераног ђубрења може доћи до промена у саставу и структури класе, као и значајног угрожавања биолошке разноврсности. У овом раду анализиран је утицај нове категорије економски значајних биљних врста – „комерцијалне”, које имају статус заштићене врсте, на одрживо коришћење ливадске вегетације. На основу анализе флористичког састава ливадских фитоценоза класе *Molinio-Arrhenatheretea* у НП „Фрушка Гора”, СРП „Горње Подунавље”, СРП „Ковилско-петроварадински рит”, СРП „Делиблатска пешчара” и СРП „Ритови доњег Потисја”, издвојено је укупно 20 заштићених биљних врста које су препознате као „комерцијалне”. Заштићене биљне врсте могу да се сакупљају из природе на основу утврђених годишњих континената у складу са законском регулативом, пре свега *Уредбом о стављању под контролу коришћења и промета дивље флоре и фауне*. Узимајући у обзир чињеницу да за испитивани период, од 2018–2023. године, нема тренда раста годишње дефинисане цене испитиваних биљних врста, нити смањења њихових континената, отвара се питање да ли се примењује адекватна заштита ливадске вегетације. Да ли изостанак контроле

експлоатације биљних врста доприноси угрожавању диверзитета ливадске вегетације АП Војводине? Стога је потребно јачање мониторинга заштићених биљних врста, пре свега категорије „комерцијалне”, које се одрживо сакупљају из природе, кроз изразу смерница за измену законске регулативе, како би се у будућности унапредило одрживо коришћење ливадске вегетације.

**Кључне речи:** економски значајне биљне врсте, одрживо коришћење, мониторинг, измена регулативе

## **THE IMPACT OF ECONOMICALLY IMPORTANT SPECIES ON THE SUSTAINABLE USE OF MEADOW VEGETATION OF THE *Molinio-Arrhenatheretea* CLASS TX.1937 IN VOJVODINA**

**Sara Pavkov<sup>\*1</sup>, Mirjana Ćuk<sup>1</sup>, Ružica Igić<sup>1</sup>, Miloš Ilić<sup>1</sup>, Dragana Vukov<sup>1</sup>, Anica Busarac<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>University of Belgrade – Faculty of Agriculture, Belgrade, Serbia

\*sarapavkov92ns@gmail.com

In Serbia, as in Europe, meadows are used in the traditional way by mowing or grazing. In Vojvodina Province, meadows occur on 38000 ha, i.e. on 1/4 of the area on which protection is established. Since in Serbia only the *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937 class includes 72 endemic species, the diversity is characterized as rich. Due to the abandonment of extensive livestock breeding, as well as excessive fertilization, there may be changes in their composition and structure, as well as a significant threat to biological diversity. This paper analyzes the impact of a new category of economically important plant species – ”commercial”, which have the status of a protected species, on the sustainable use of meadow vegetation. Based on the analysis of the floristic composition of meadow phytocenoses of the *Molinio-Arrhenatheretea* class in NP ”Fruška Gora”, SNR ”Gornje Podunavlje”, SNP ”Koviljsko-petrovaradinski rit”, SNR ”Deliblatska peščara” and SNR ”Ritovi donji Potisje”, a total of 20 protected plant species that are recognized as ”commercial” were singled out. Protected plant species can be collected from nature on the basis of established annual contingents in accordance with the legal regulations, primarily the Regulation on placing under control the use and trade of wild flora and fauna. Taking into account the fact that for the period 2018–2023, there is no trend of increasing the year defined price of the analyzed plant species, nor reducing their contingent, the question is whether adequate protection of meadow vegetation is applied. Does the lack of control of the exploitation of plant species contribute to endangering the diversity of meadow vegetation of the Vojvodina Province? Therefore, it is necessary to strengthen the monitoring of protected plant species, especially category ”commercial”, which are sustainably collected from nature, through the development of guidelines for amending legislation, in order to improve the sustainable use of meadow vegetation in the future.

**Keywords:** economically important plant species, sustainable use, monitoring, regulation

## „ГРАЂАНСКА НАУКА” И ФЛОРИСТИЧКА ИСТРАЖИВАЊА: ЗАМКЕ И КОРИСТИ

Нејц Јоган

Универзитет у Љубљани, Биотехнички факултет, Одељење за биологију, Љубљана, Словенија  
nejc.jogan@bf.uni-lj.si

Грађанска наука (*Citizen science*, у даљем тексту ГН) као концепт је постала веома популарна у последње време, те последично постоји читав низ финансијских механизма за финансирање оваквих пројеката. Главна идеја ГН је укључивање јавности у научна истраживања, како би се наука, доносиоци одлука и друштво повезали у целину. Током последње деценије, у Словенији је реализовано више од десет пројеката ГН у оквиру којих су истраживања флоре била једини, или барем њихов важан саставни део. Тако стечено искуство, даје нам могућност да се критички осврнемо на десет добро познатих принципа ГН, развијених и примењиваних од стране Европског удружења за ГН, који су прихваћени и у неким другим деловима света. Све време морамо бити свесни специфичне ситуације на подручју бивше Југославије, где се бележи изузетно висок биодиверзитет, а истовремено постоје релативно мале финансијске и техничке могућности и слаба заинтересованост јавности за проучавање флоре. Због тога је очекивано да се ситуација у нашем региону знатно разликује од стања у западној и северној Европи. *Пројекти ГН доводе до акумулације знања/увида, у оквиру којих грађани могу учествовати као сарадници, учесници или руководиоци пројеката* (1). Ово је свакако дискутабилно због ниског нивоа знања, одсуства самокритичности и недовољног искуства. Од почетка треба да прихватимо да је грађанска популација врло хетерогена и слабо употребљива. *Пројекти ГН би требало да доведу до оригиналног научног исхода* (2). Ово је достижно само са врло усклађеном и добро разрађеном методологијом, прилагођеном за употребу и интерпретацију грађанских података. Оваква методологија не може бити развијена од стране грађана услед недостатка адекватног образовања. *Научници и грађани би требало да имају користи од учешћа* (3), али треба да разматрамо удео одговорности и знања појединих учесника, и да будемо свесни различитих очекивања, односно користи. *Грађани могу, уколико желе, да учествују у више фаза научног процеса* (4). Крајње проблематична идеја која може довести до грешака и нејасноћа у комуникацији, а последично и до немогућности формирања јасних резултата. *Грађани такође добијају повратне информације о пројекту* (5), звучи прихватљиво. *Пројекти ГН се заснивају на исраживачком приступу, са ограничењима и пристрасностима који треба да буду узети у обзир и контролисани* (6). Главни проблем је како компензовати пристрасност и како извући поуздане информације услед постојећих ограничења. *Подаци сакупљени у оквиру пројекта ГН су јавно доступни и објављују се* (7), али опет суочавамо се са проблемом квалитета података, питањем одговорности за њихову контролу, као и са способношћу за сакупљање објављивих резултата. *ГН је призната у резултатима пројеката и публикацијама* (8), звучи прихватљиво. *Програми ГН се процењују на основу научног доприноса, квалитета података, искуства учесника, итд.* (9), овде би могли да се суочимо са проблемом негативне процене. *Руководиоци пројеката ГН би требало да узму у обзир правна и етичка питања* (10). Опет, ко је тај, који све то може да зна или узме у обзир. Да закључим: сви смо свесни чињенице да је ГН, као и многе друге (нпр. родна равноправност, инклузија), модерна синтаagma, због чега смо принуђени да овај термин употребљавамо у пријавама пројеката, али требало би да будемо веома опрезни у процесу одлучивања, тј. какву улогу ћемо дати грађанима и какву обуку треба да им обезбедимо да би они ипак постигли све што је могуће, у оквиру свих ограничења.

**Кључне речи:** грађанска наука, флористика, западни Балкан



## ”CITIZEN SCIENCE” AND FLORISTIC FIELD WORK: PITFALLS AND BENEFITS

Nejc Jogan

University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology, Ljubljana, Slovenia

nejc.jogan@bf.uni-lj.si

Citizen science (=CS) concept have been very popular recently and as a consequence several financial mechanisms are available for CS projects. Main idea of CS is involvement of general public in scientific research and thus has the potential to bring together science, policy makers, and society as a whole. In the last decade in Slovenia at least 10 CS projects were focused in floristic research or at least floristics has been their important integral part. Based on experience, we can critically analyze the well-known 10 principles of CS developed and applied by ECSA (European Citizen Science Association) and accepted also in some other parts of the World. We have to bear in mind specific situation in the ex-Yu region with extremely high plant diversity, comparably low financial and technical resources and also quite low general public interest in floristics. Our situation may differ radically from that in W and N Europe. *Involvement of CS research produce new knowledge/understanding, where citizens may be contributors, collaborators, or project leaders* (1). That is problematic due to low level of knowledge, lack of self-criticism and lack of experience. From the start we have to accept potential collaborating population as highly diverse and scarcely useful. *CS projects should have a genuine science outcome* (2) what is achievable only with highly adapted and elaborated methodology, that would be able to use and interpret the input of participating public. Such methodology can not be developed by participating public brainstorming. *Professional scientists and the citizens should benefit from participating* (3), but here we have to discuss the responsibility share and knowledge input. And being aware of different expectations of benefits. *CS participants may, if they wish, participate in multiple stages of the scientific process* (4). Highly problematic idea resulting in communication noise and inability to produce sound results. *Feedback from the project should address also CS participants* (5), sounds fair. *CS is considered a research approach like any other, with limitations and biases that should be considered and controlled for* (6). The problem is, how to compensate the biases and extract the reliable information from noise caused by limitations. *CS project data are made publicly available and results published* (7), but again here we face the problem of data quality and responsibility for quality control. And ability to produce publishable results. *CS is acknowledged in project results and publications* (8), sounds fair. *CS programmes are evaluated for their scientific output, data quality, participant experience etc.* (9), here we can face a problem of low quality recognition. *The leaders of CS projects should take into consideration legal and ethical issues* (10). Again, who is the one to know all that. To conclude: we are all aware that CS is the buzzword as several other fancy ones (e.g. gender equality, inclusivity) and so we are forced to use it in project applications, but we have to be highly careful what role we will give to general public and how the participating public will be trained to achieve what is achievable within their limitations.

**Keywords:** citizen science, floristics, W Balkan countries

## КОЛИКО МЛАДИ ЗНАЈУ О ИНВАЗИВНИМ БИЉКАМА? РЕЗУЛТАТИ АНКЕТЕ

Горан Тмушић\*, Борис Радак, Горан Аначков

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Нови Сад, Србија

\*goran.tmusic@dbe.uns.ac.rs

Појава и ширење страних инвазивних биљака је у највећој мери у вези са људском активношћу, стога је подизање еколошке свести о овом проблему један од основних корака у превенцији уноса и њиховог даљег ширења. У циљу бољег разумевања и процене тренутног нивоа знања о проблематици инвазивних биљака, спроведено је насумично анкетирање посетилаца традиционалног догађаја „Ноћ Биологије 2019”. Будући да је овај догађај превасходно намењен ученицима основних и средњих школа, резултати су у великој мери допринели разумевању у којој мери, међу младима постоји развијена свест о постојању и штетном утицају инвазивних биљака. Укупно 290 испитаника је подељено у четири старосне групе: *Baby Boomers* (1946–1964.), *Генерација Икс* (1965–1980), *Миленијалци* (1981–1996) и *Генерација 3* (1996–2016). Највећи број испитаника припада *Генерацији 3* (212), следе *Миленијалци* (34) и *Генерација Икс* (30), док су четири испитаника рођена пре 1964. године. На питање „Да ли имају информације о инвазивним биљкама и одакле?”, више од половине (125) припадника најмлађе старосне групе одговорило је да не зна ништа о инвазивним биљкама. Они који имају одређено сазнање навели су школу (54) и интернет (29) као изворе информација. Школа и факултет су били први контакт са инвазивним биљкама и старијим групама – *Миленијалци* (14) и *Генерација Икс* (13), с тим што код *Миленијалаца* већи број (14) није чуо за ове биљке у односу на *Генерацију Икс* (6). Међу испитаницима не постоји јасна дистинкција између концепата страних и инвазивних биљка. Наиме, за 70% *Генерације 3* и 85% *Миленијалаца* и припадника *Генерације Икс* инвазивне биљке су исто што и стране биљке. Посебну пажњу код најмлађе групе изазива сврставање аутохтоне врсте, као што је буква, у групу инвазивних (33), док је код старијих генерација овај број незнатан (0–3). Анализирајући одговоре свих старосних група, амброзија (233), кисело дрво (130) и багрем (77) представљају најчешће препознате инвазивне врсте. Интересантно је да старије генерације не препознају багрем као инвазивну биљку у толикој мери као Миленијалци и Генерација 3. Када разматрамо штету коју инвазивне биљке причињавају, животна средина (76) и здравље људи (54) представљају за *Генерацију 3* најугроженије аспекте, док су 62 испитаника из ове групе, уврстили и економску штету. Иако постоји неравномеран број представника различитих старосних група, индикативно је да млади немају јасну представу о томе шта су инвазивне биљке, које врсте нас окружују и у којој мери негативно утичу на квалитет људског живота и саму животну средину. Додатно, сврставање аутохтоне врсте као што је буква у ред инвазивних, сугерише и на недостатак опште еколошке свести и познавања света око себе код младих. Резултати указују на мањкавост информација о инвазивним врстама у програмима основних и средњих школа, као и неопходност укључивања ове изузетно важне теме у школске програме.

**Кључне речи:** еколошка свест, инвазивне биљке, школски програм

**Захвалнице:** Захвалност члановима Научно-истраживачког друштва студената биологије и екологије „Јосиф Панчић” из Новог Сада, на спровођењу истраживања.

## HOW MUCH DO YOUNG PEOPLE KNOW ABOUT INVASIVE PLANTS? SURVEY RESULTS

Goran Tmušić\*, Boris Radak, Goran Anačkov

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Novi Sad, Serbia

\*goran.tmusic@dbe.uns.ac.rs

The emergence and spread of foreign invasive plants are predominantly tied to human activity, thus raising ecological awareness about this issue stands as a fundamental step in preventing their introduction and further propagation. In order to enhance the understanding and assessment of the current level of knowledge regarding the issue of invasive plants, we conducted a random survey of attendees at the traditional event "Night of Biology 2019." As this event is primarily intended for elementary and high school students, the results significantly contributed to understanding the extent of awareness among young people about the existence and detrimental impact of invasive plants. A total of 290 respondents were divided into 4 age groups: Baby Boomers (1946–1964); Generation X (1965–1980); Millennials (1981–1996); and Generation Z (1996–2016). The largest number of respondents belonged to Generation Z (212), followed by Millennials (34) and Generation X (30), while 4 respondents were born before 1964. When asked whether they possessed information about invasive plants and their sources, more than half (125) of the youngest age group responded that they know nothing about invasive plants. Those with some knowledge cited school (54) and the Internet (29) as their sources of information. School and college were the first points of contact with invasive plants for the older groups - Millennials (14) and Generation X (13), although a higher number of Millennials (14) hadn't heard of these plants compared to Generation X (6). Among the respondents, the results indicate that there is no clear distinction between the concepts of invasive plants and exotic plants. For 70% of Generation Z and 85% of Millennials and Generation X respondents, invasive plants are considered the same as exotic plants. Particular attention from the youngest group is drawn to the categorization of indigenous species such as beech into the category of invasive (33), whereas among older generations, this number is negligible (0–3). Analyzing the responses from all age groups, common ragweed (233), tree of heaven (130), and locust tree (77) are the most frequently recognized species as invasive. Interestingly, older generations do not recognize locust tree as an invasive plant to the extent that Millennials and Generation Z do. Regarding the damage caused by invasive plants, the environment (76) and human health (54) represent the most threatened aspects for Generation Z, with 62 respondents also including economic damage. While there is an uneven distribution of representatives from various age groups, it is indicative that young individuals lack a clear understanding of what invasive plants are, which species surround us, and to what extent they negatively impact the quality of human life and the environment itself. Furthermore, the classification of indigenous species, such as beech, as invasive suggests a lack of general ecological awareness and knowledge of the surrounding world among the youth. The results indicate a deficiency in information about invasive species in elementary and high school curricula, as well as the necessity of incorporating this exceptionally vital topic into educational programs.

**Keywords:** ecological awareness, invasive plants, school program

**Acknowledgments:** Thankful to the Scientific and Research Society of Biology and Ecology Students "Josif Pančić" from Novi Sad for conducting the research.

## ИНДЕКС АУТОРА

### А

Алегро Антун – 83, 84  
Алиmpiћ Арадски Ана – 61, 62  
Аначков Горан – 31, 32, 45, 46, 65–75, 88,  
89, 91–93, 96, 97, 99, 100, 113, 114  
Андрејић Гордана – 104, 105  
Анђелковић Татјана – 59, 60  
Арсенијевић Јелена – 15, 16  
Атанацковић Крстоношић Милица – 26,  
27  
Аћимовић Милица – 29, 30

### Б

Беара Ивана – 45, 46  
Беквалац Кристина – 45, 46  
Белоица Јелена – 73, 74  
Бијелић Катарина – 12, 29, 30–32, 34, 35,  
41, 42  
Богавац Мирјана – 31, 32  
Божанић Тања Биљана – 38  
Божин Биљана – 12, 31, 32  
Бокић Бојана – 65, 66, 72–76, 96, 97, 99,  
100  
Боришев Милан – 56  
Бранковић Сузана – 23  
Бузуровић Урош – 77, 78, 106, 107  
Бусарац Аница – 109, 110

### В

Васиљевић Сања – 26, 27

Васић Миланка – 98, 99

Величковић Ивона – 43, 44

Вићентијевић Лазар – 39, 40

Влку Алекса – 66–73, 88, 89, 92, 93, 96,  
97, 99, 100

Вујисић Љубодраг – 17, 19, 20

Вуков Драгана – 85–87, 109, 110

Вукотић Даница – 104, 105

### Г

Гаварић Неда – 29, 30

Гавриловић Милан – 17, 19, 20

Грујић М. Славица – 43, 44

### Д

Драгићевић Анђела – 32, 33

Драгићевић Судимац Катарина – 39, 40

Дробац Милица – 15, 16

Дулетић-Лаушевић Соња – 61, 62

### Ђ

Ђелић Горица – 28, 29

Ђорђевић Кристина – 92, 93, 96, 97, 99,  
100

Ђорђевић Николија – 63, 64

Ђуровић З. Сања – 77, 78, 90, 106, 107,

### Ж

Жарковић Лазар – 36, 37

Живановић Немања – 38

Живановић Славољуб – 23

Живковић Милена – 57, 58

Живковић Катарина – 94, 95

### **З**

Збиљић Милош – 13

Златковић Бојан – 18, 19, 23

Зорић Лана – 56

### **И**

Игић Ружица – 85–87, 109, 110

Илић Ђорђе – 14, 15

Илић Милош – 85–87, 109, 110

### **Ј**

Јанаћковић Пеђа – 17, 19, 20

Јанковић Смиљана – 61, 62

Јевтић Анастасија – 57–60

Јеначковић Гоцић Драгана – 57–60, 63, 104, 105

Јовановић Милош – 23

Јоган Нејц – 111, 112

Јушковић Марина – 57–60, 63, 64

### **К**

Караман Маја – 31, 32

Карановић Дуња – 56

Катански Снежана – 26, 27

Китић Душанка – 23

Китић Немања – 23

Кладар Небојша – 12, 26, 27, 29–32, 34, 35, 41, 42, 48, 49

Ковачевић Зорана – 48, 49

Ковачевић Нада – 14, 15

Кољанин Драган – 87

Константиновић Бојан – 54, 55

Копања Ђурђица – 39, 40

Костић Кокић Ивана – 59, 60

Кузмановић Невена – 104–107

Кукић-Марковић Јелена – 24, 25

Кундаковић-Васовић Татјана – 39, 40

Кусонић Дејан – 12

### **Л**

Лазаревић Јелена – 18, 19

Лесјак Марија – 38

Луковић Јадранка – 56

### **Љ**

Љевнаић-Машић Бранка – 101–104

Љубојевић Мирјана – 38

### **М**

Мајкић Татјана – 45, 46

Маленчић Ђорђе – 46, 47

Марин Д. Петар – 36, 37, 61, 62

Марчетић Мирјана – 13–15

Матејић Јелена – 32, 33, 36, 37

Мачукановић-Јоцић Марина – 52, 53

- Микулић Мира – 26, 27  
Миладиновић Бојана – 23  
Милески Ксенија – 36, 37  
Милетић Милица – 19, 20  
Миливојевић Лазар – 77, 78  
Милић Дубравка – 94, 95  
Миловановић Анкица – 85–87  
Миловановић Драгана – 63, 64  
Миловановић Љиљана – 45, 46  
Милутиновић Виолета – 21, 22, 24, 25, 39, 40  
Милутиновић Милица – 23  
Миљковић Предраг – 73, 74  
Мимица-Дукић Неда – 8, 9
- Н**
- Никетић Марјан – 21, 22, 24, 25, 90  
Николић Данијела – 57–60, 63, 64  
Николић Љиљана – 101–104  
Новаковић Сара – 56
- О**
- Обрадов Драган – 65, 66, 78, 79, 90–93, 96, 97, 99, 100  
Орчић Дејан – 38
- П**
- Павков Сара – 109, 110  
Павловић Драгана – 32, 33  
Павловић Милица – 28, 29  
Павловић Небојша – 34, 35  
Перић Ранко – 78, 79  
Петровић Нада – 43, 44  
Петровић С. Слободан – 43, 44  
Петровић Силвана – 21, 22, 24, 25  
Пећинар Илинка – 52, 53  
Пешканов Јован – 66–74, 88, 89, 92, 93, 96, 97, 99, 100  
Пљевљакушић Дејан – 61, 62  
Попов Милена – 54, 55  
Поповић Филип – 65, 66  
Прпа Благоје – 29, 30, 34, 35, 41, 42  
Пургер Драгица – 108  
Пургер Ј. Јене – 108  
Пуцар Ивана – 98, 99
- Р**
- Radásci Péter – 17  
Радак Борис – 65–76, 88, 89, 92, 93, 96, 97, 99, 100, 113, 114  
Радиновић Миодраг – 48, 49  
Радовановић Катарина – 29, 30, 41, 42  
Радовић Селград Јелена – 39, 40  
Радуловић Маја – 17  
Рајчевић Немања – 19, 20  
Ракић Душан – 26, 27  
Ранђеловић Милица – 23  
Ранимировић Милана – 77, 78, 106, 107  
Ранчић Драгана – 52, 53  
Рат Милица – 31, 32, 46, 47, 65, 66, 75, 76, 90–92, 94–97, 99, 100
-

Раца Ирена – 57–60, 63, 64

Римац Ања – 83, 84

Родић Марта – 34, 35

## С

Савић Николина – 94, 95

Самарцић Наташа – 54, 55

Симин Наташа – 38

Славковска Виолета – 14–16

Срђеновић-Чонић Бранислава – 12, 31, 32

Станковић Јелена – 23

Станковић Михајло – 80–82

Станојевић Јован – 48

Стојановић Гордана – 18, 19

Стојановић Данило – 13

Стојановић Тијана – 54, 55

Ступар Владимир – 87

## Т

Тмушић Горан – 99, 100, 113, 114

Томанић Драгана – 48, 49

Топаловић Александра – 19, 20

Торовић Љиља – 12

## Ћ

Ћук Мирјана – 85–88, 109, 110

## У

Ушјак Љубош – 21, 22

## Ф

Фиц Давид – 56

## Х

Хази Јудит – 108

Хитл Маја – 29, 30, 34, 35, 41, 42

## Ц

Цвејић Јелена – 26, 27

Црнковић Марина – 46, 47

## Ч

Чабаркапа Ивана – 48, 49

## Џ

Џамић Ана – 36, 37

Џигурски Дејана – 101–104

## Ш

Шавикин Катарина – 61, 62

Шегота Ведран – 83, 84

Шикуљак Тијана – 85–88

Шкондрић Синиша – 98, 99

Шућур Елез Јована – 46, 47