



UNIVERZITET U
Kragujevcu
AGRONOMSKI FAKULTET U
ČAČKU



UNIVERSITY OF
Kragujevac
FACULTY OF
AGRONOMY
ČAČAK

XXV SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI

sa međunarodnim učešćem

- ZBORNIK RADOVA 2 -



Čačak, 13 - 14. mart 2020. godine

XXV SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI

sa međunarodnim učešćem

- Zbornik radova 2 -

ORGANIZATOR I IZDAVAČ

**Univerzitet u Kragujevcu,
Agronomski fakultet u Čačku**

Organizacioni odbor

Prof. dr Gordana Šekularac, predsednik;
dr Pavle Mašković, vanr. prof., sekretar;
dr Dalibor Tomić, docent; mast. inž. polj. Radmila Nikolić, asistent;
dipl. inž. Jelena Pantović, asistent; Miloš Petrović, istraživač pripravnik;
dipl. inž. Dušan Marković, asistent

Programski odbor

Dr Vladimir Kurćubić, vanredni profesor, predsednik;
prof. dr Tomo Milošević, dekan; prof. dr Leka Mandić;
prof. dr Vladeta Stevović; prof. dr Snežana Bogosavljević-Bošković;
prof. dr Radojica Đoković; prof. dr Milomirka Madić;
prof. dr Aleksandar Paunović; prof. dr Milena Đurić;
prof. dr Lenka Ribić-Zelenović; prof. dr Mlađan Garić;
dr Goran Marković, vanredni profesor; dr Gorica Paunović, vanredni profesor;
dr Tomislav Trišović, vanredni profesor; dr Milan Lukić, viši naučni saradnik;
dr Snežana Tanasković, vanredni profesor

Tehnički urednici

Dr Pavle Mašković, vanr. prof.; Miloš Petrović, istraživač pripravnik;
dipl. inž. Dušan Marković, asistent

Tiraž: 150 primeraka

Štampa

JP SLUŽBENI GLASNIK, Jovana Ristića 1, Beograd
Godina izdavanja, 2020

PRELIMINARNO ISPITIVANJE ANTIMIKROBNOG I
ANTIGENOTOKSIČNOG POTENCIJALA EKSTRAKATA ČEŠNJAČE
(*Alliaria petiolata*, Brassicaceae)

Jelena S. Katanić Stanković^{1,*}, Sanja Matić¹, Nikola Srećković²,
Snežana Stanić³, Vladimir Mihailović²

Izvod: Češnjača (*Alliaria petiolata*, Brassicaceae) je do sada nedovoljno ispitana, jestiva biljna vrsta koja je u upotrebi kako u kulinarstvu, tako i u tradicionalnoj medicini. U ovom radu, po prvi put, ispitan je antimikrobni potencijal metanolnih ekstrakata nadzemnog dela (APA) i korena (APR) češnjače i *in vitro* protektivni efekti ekstrakata kod oštećenja DNK indukovanih hidroksil i peroksil radikalima. Dobijeni rezultati ukazuju da su APA i APR ekstrakti ispoljili umerenu antimikrobnu aktivnost i značajan DNK-protektivni potencijal kod oksidativnih oštećenja izazvanih slobodnim radikalima, što podstiče dalja istraživanja i njihovu potencijalnu upotrebu u prehrambene i/ili farmakološke svrhe.

Ključne reči: *Alliaria petiolata*, češnjača, antimikrobna aktivnost, DNK-protektivni potencijal

Uvod

Alliaria petiolata (M.Bieb.) Cavara & Grande, poznata u narodu kao češnjača (eng. *Garlic mustard* - beli luk, senf), je biljka iz porodice Brassicaceae. Listovi, cvetovi, kao i plod ove biljke su jestivi i imaju miris koji podseća i na beli luk i na senf, pa se koriste u kulinarstvu. Češnjača se, zahvaljujuću svojim farmakološkim osobinama, koristi i u tradicionalnoj medicini. Čaj od listova je u upotrebi za pročišćavanje krvi, nadzemni deo biljke u cvetu koristi se kao ekspektorant, antiseptik, antiastmatik, za zarastanje rana, kod ulceroznih promena na koži, a sok od biljke pospešuje protok krvi (Blažević i Mastelić, 2008). Jedinstvene organoleptičke osobine češnjače razvijaju se zbog prisustva glukozinolata (β -tioglukozid-N-hidroksisulfata), hemijskih jedinjenja koja predstavljaju sekundarne metabolite karakteristične za porodicu Brassicaceae (Avato i Argentieri, 2015). Glukozinolati se oslobađaju delovanjem enzima mirozinaze nakon oštećenja biljnog tkiva. *A. petiolata* sadrži glukozinolat sinigrin, koji učestvuje u zaštiti biljke od bolesti i štetočina, i aliarinozid, γ -hidroksinitril glukozid koji ima ulogu u odbrani biljke od herbivora (Frisch i sar., 2015). Pored toga, prisutni su i glikozidni

¹Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije, Jovana Cvijića bb, 34000 Kragujevac, Srbija (jkatanic@kg.ac.rs);

²Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno matematički fakultet, Institut za hemiju, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Srbija;

³Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Srbija.

derivati izoorientina i izoviteksina. Zbog specifičnih produkata sekundarnog metabolizma (izotiocijanat, nitril ili tiocijanat), ova biljka pokazuje veliki afinitet ka invazivnosti, pogotovo na teritoriji Severne Amerike (Cipollini i Cipollini, 2016). Predmet ovog rada bio je ispitivanje antimikrobnog i antigenotoksičnog potencijala metanolnih ekstrakata nadzemnog dela (APA) i korena (APR) *A. petiolata*, radi ukazivanja na pozitivne biološke osobine ove biljne vrste u cilju podsticanja njene upotrebe u prehrambene i/ili farmakološke svrhe.

Materijal i metode rada

Biljni materijal je sakupljen u periodu cvetanja u selu Prijedor, u blizini Ovčarsko-Kablarske klisure, u aprilu 2014. godine. Sistematizacija i identifikacija biljke (broj vaučera 122/015) izvršena je u Institutu za biologiju i ekologiju, Prirodno-matematičkog fakulteta, Univerziteta u Kragujevcu. Osušen biljni materijal (nadzemni deo u cvetu i koren) ekstrahovan je metanolom, a dobijeni ekstrakti su upareni do suva sa masenim prinosom 18,22% za APA i 8,60% za APR.

Količina ukupnih fenolnih jedinjenja određena je metodom po Folin-Ciocalteu (Singleton i sar., 1999), a rezultati izraženi u ekvivalentima galne kiseline (mg GA/g ekstrakta).

Za *in vitro* ispitivanje antimikrobne aktivnosti metanolnih ekstrakata nadzemnih delova i korena *A. petiolata* korišćene su serije od 6 sojeva Gram-pozitivnih (G+) i Gram-negativnih (G-) bakterija i 6 fungalnih vrsta, preciznije njihovih standardnih (ATCC) i izolovanih (FSB) kultura, koje su navedene u Tabelama 1 i 2. Za određivanje antibakterijske i antifungalne aktivnosti APA i APR primenjena je mikrodiluciona metoda (Sarker i sar., 2007), koja se zasniva na određivanju minimalne inhibitorne koncentracije (MIC), odnosno minimalne koncentracije antimikrobnog jedinjenja koja inhibira rast i razvoj mikroorganizma. Kao standardni antibiotik i antimikotik korišćeni su hloramfenikol, odnosno ketokonazol. Početna koncentracija ekstrakata bila je 20 mg/mL, a antibiotika i antimikotika 10 µg/mL.

Zaštitna aktivnost ekstrakata biljke *A. petiolata* u različitim koncentracijama (25, 50, 100, 200 i 400 µg/mL) od oštećenja DNK izazvanih hidroksil radikalima utvrđena je prema metodi Lin i sar. (2008). Antigenotoksični efekat ekstrakata biljke *A. petiolata* (25, 50, 100, 200 i 400 µg/mL) na oštećenja DNK indukovana peroksid radikalima poreklom od 2,2'-azobis (2-amidinopropan) dihidrohlorida (AAPH) ispitivan je prema metodi Zhang i sar. (2017). U obe metode kao standard korišćen je flavonoid kvercetin u koncentraciji od 100 mM. Rezultati ispitivanja antigenotoksične aktivnosti su izraženi kao srednja vrednost \pm SD ($n = 3$). Statistička procena podataka je analizirana sa ANOVA testom korišćenjem SPSS statističkog softverskog paketa, verzija 13.0 za Windows. Nivo značajnosti je postavljen na $p < 0,05$, pri čemu * i ** ukazuju na statistički značajnu razliku u poređenju sa negativnim i pozitivnim kontrolnim grupama.

Primena
veću količinu
mg GA/g) ekstr
derivata flavona
i njegove gl
glukopiranozid
ukupnoj količini
potencijalu.

Vrednosti
ispitivanju anti
Dobijeni rezultati
razvoja dve bakteri
vrednošću 5 mg/mL
testirani ekstrakti
dok je kod *K. pneumo*
najvišoj primenjen
ispoljio je antibakter
µg/mL.

Tabela 1. Antibakterijska

Table 1. Antibacterial

Vrste bakterija
Bacterial species

Micrococcus lysodeikticus (ATC
Enterococcus faecalis (ATC
Escherichia coli (ATCC 259
Klebsiella pneumoniae (AT
Pseudomonas aeruginosa (AT
Azobacter chroococum (FSB
*MIC - u mg/mL za APA i

Rezultati antifungalne
Tabeli 2. Generalno, o
osobine na većinu pri
mg/mL, dok je kod 4
koncentraciji (MIC > 2
rast gljivice *F. oxyspor*
(MIC 1,25 mg/mL za A

Rezultati istraživanja i diskusija

Primenom spektrofotometrijskih metoda je potvrđeno da APA sadrži znatno veću količinu ukupnih fenolnih jedinjenja (~330 mg GA/g) u odnosu na APR (~150 mg GA/g) ekstrakt. Pregledom literaturnih podataka ustanovljeno je da, pored derivata flavona izoorientina i izoviteksina, biljka *A. petiolata* sadrži još i kempferol i njegove glikozide, kao i svercijajaponin, svertizin i izoskoparin-2''-β-D-glukopiranozid (Kumarasamy i sar., 2004; Barto i Cipollini, 2009), koji doprinose ukupnoj količini fenolnih jedinjenja u ekstraktima, a time i njihovom biološkom potencijalu.

Vrednosti minimalne inhibitorne koncentracije ekstrakata češnjače pri ispitivanju antibakterijskog delovanja (Tabela 1) bile su u rangu od 5-20 mg/mL. Dobijeni rezultati ukazuju da su APA i APR bili najefikasniji u sprečavanju rasta i razvoja dve bakterijske vrste, i to *M. lysodeikticus* i *A. chroococum*, sa MIC vrednošću 5 mg/mL u slučaju oba ekstrakata. Na preostale bakterijske vrste testirani ekstrakti su imali umerenu antibakterijsku aktivnost (MIC 10-20 mg/mL), dok je kod *K. pneumoniae* i *P. aeruginosa* u potpunosti izostalo delovanje APR u najvišoj primenjenoj koncentraciji (MIC > 20 mg/mL). Antibiotik hloramfenikol ispoljio je antibakterijko delovanje u znatno nižem rangu koncentracija od 2,5-10 µg/mL.

Tabela 1. Antibakterijska aktivnost metanolnih ekstrakata nadzemnog dela (APA) i korena (APR) biljke *A. petiolata*

Table 1. Antibacterial activity of methanolic extracts of *A. petiolata* aerial parts (APA) and roots (APR)

Vrste bakterija <i>Bacterial species</i>	MIC*		
	APA	APR	Antibiotik <i>Antibiotic</i>
<i>Micrococcus lysodeikticus</i> (ATCC 4698) G+	5	5	2.5
<i>Enterococcus faecalis</i> (ATCC 92912) G+	20	20	2.5
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 25922) G-	20	10	10
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (ATCC 70063) G-	10	>20	>10
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ATCC 10145) G-	20	>20	>10
<i>Azobacter chroococum</i> (FSB 14) G-	5	5	5

*MIC – u mg/mL za APA i APR, u µg/mL za antimikotik (hloramfenikol).

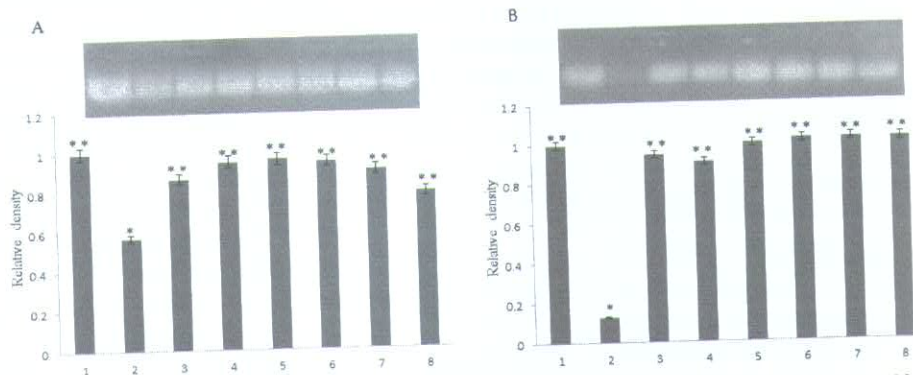
Rezultati antifungalne aktivnosti ekstrakata *A. petiolata* predstavljeni su u Tabeli 2. Generalno, ispitivani ekstrakti nisu pokazali izražene antifungalne osobine na većinu primenjenih vrsta gljiva, obično su to MIC vrednosti 10 ili 20 mg/mL, dok je kod 4 vrste izostalo delovanje APR ekstrakta u najvišoj testiranoj koncentraciji (MIC > 20 mg/mL). Izuzetak čini aktivnost ekstrakata češnjače na rast gljivice *F. oxysporum*, gde su efekti značajno bolji u odnosu na ostale rezultate (MIC 1,25 mg/mL za APA i 2,5 za APR).

Tabela 2. Antifungalna aktivnost metanolnih ekstrakata nadzemnog dela (APA) i korena (APR) biljke *A. petiolata*
 Table 2. Antifungal activity of methanolic extracts of *A. petiolata* aerial parts (APA) and roots (APR)

Vrste gljiva Fungal species	MIC*		
	APA	APR	Antibiotik Antibiotic
<i>Fusarium oxysporum</i> (FSB 91)	1.25	2.5	0.31
<i>Penicillium canescens</i> (FSB 24)	10	>20	1.25
<i>Phialophora fastigiata</i> (FSB 81)	10	20	10
<i>Alternaria alternata</i> (FSB 51)	20	>20	5
<i>Aureobasidium pillulans</i> (FSB 61)	10	>20	10
<i>Aspergillus niger</i> (FSB 31)	20	>20	0.625

*MIC – u mg/mL za APA i APR, u µg/mL za antimikotik (ketokonazol).

Značajan faktor u patofiziologiji mnogih oboljenja predstavlja povećana produkcija slobodnih radikala koji indukuju oštećenja proteina, DNK i lipida. Slobodni radikali predstavljaju značajan problem i u prehrambenj industriji jer mogu da utiču na karakteristike hrane. Sintetički antioksidansi, koji se najčešće primenjuju, ispoljavaju neželjena dejstva dok se antioksidansi izolovani iz biljaka smatraju bezbednim za primenu u prehrambenj industriji, a deluju i preventivno na razvoj mnogobrojnih oboljenja (Xu i Howard, 2012).



Slika 1. *In vitro* DNK-protektivni efekti ekstrakata biljke *A. petiolata* A) APA i B) APR od oštećenja izazvanog hidroksil radikalima. 1: Negativna kontrola; 2: Pozitivna kontrola; 3: Kvercetin (100 mM); 4–8: ekstrakti biljke *A. petiolata* (25, 50, 100, 200 i 400 µg/mL).

Figure 1. *In vitro* DNA-protective effects of *A. petiolata* extracts A) APA and B) APR from hydroxyl radicals-induced damage. 1: Negative control; 2: Positive control; 3: Quercetin (100 mM); 4–8: *A. petiolata* extracts (25, 50, 100, 200 and 400 µg/mL).

U cilju evaluacije antiogenotoksične aktivnosti ekstrakata nadzemnog dela i korena biljke *A. petiolata* primenjena su dva *in vitro* testa. Rezultati određivanja

g dela (APA) i

ial parts (APA)

Antibiotik
Antibiotic

0.31
1.25
10
5
10
0.625

avlja povećana
, DNK i lipida.
nj industriji jer
koji se najčešće
lovani iz biljaka
ju i preventivno



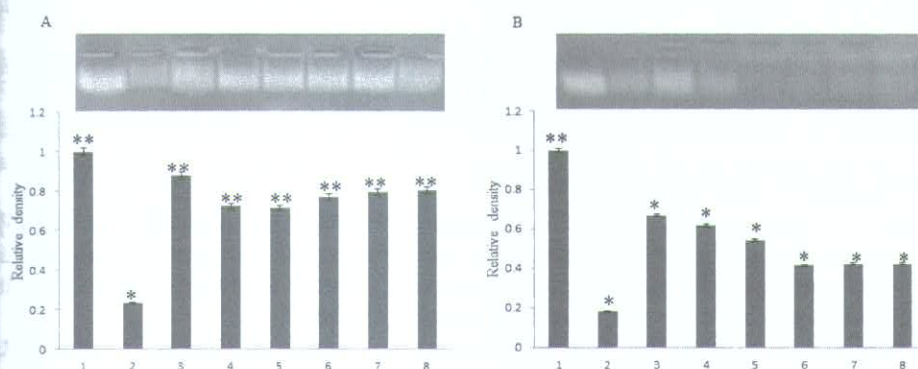
ita A) APA i B)
kontrola; 2:
L. petiolata (25,

APA and B) APR
itive control; 3:
nd 400 µg/mL).

adzemnog dela i
ltati određivanja

sposobnosti ekstrakata biljke *A. petiolata* da zaštite DNK od oštećenja koja su indukovana hidroksil radikalima prikazani su na Slici 1. Ispitivani ekstrakti su pokazali vrlo sličnu, značajnu DNK-protektivnu aktivnost sličnu aktivnosti kvercetina (100 mM). Aktivnost APA se neznatno smanjivala sa porastom koncentracije (Slika 1A), dok je aktivnost APR neznatno rasla proporcionalno porastu koncentracije (Slika 1B).

Na Slici 2 prikazani su rezultati određivanja DNK-protektivne aktivnosti APA i APR ekstrakata kod oštećenja izazvanog peroksil radikalima. APA ekstrakt pokazao je statistički značajnu DNK-protektivnu aktivnost, ali neznatno slabiju u poređenju sa aktivnošću kvercetina (Slika 2A). Ekstrakt korena (APR) ispoljio je najslabiju zaštitu DNK, koja opada sa porastom koncentracije i statistički se značajno razlikuje od negativne kontrole (Slika 2B). U odnosu na kvercetin (100 mM), antigenotoksična aktivnost ekstrakta korena u nižim koncentracijama (25 i 50 µg/mL) je neznatno slabija.



Slika 2. *In vitro* DNK-protektivni efekti ekstrakata biljke *A. petiolata* A) nadzemnog dela i B) korena od oštećenja izazvanog peroksil radikalima. 1: Negativna kontrola; 2: Pozitivna kontrola; 3: Kvercetin (100 mM); 4–8: ekstrakti biljke *A. petiolata* (25, 50, 100, 200 i 400 µg/mL).

Figure 1. *In vitro* DNA-protective effects of *A. petiolata* extracts A) APA and B) APR from peroxy radicals-induced damage. 1: Negative control; 2: Positive control; 3: Quercetin (100 mM); 4–8: *A. petiolata* extracts (25, 50, 100, 200 and 400 µg/mL).

Zaključak

Na osnovu eksperimentalnih rezultata, utvrđeno je da metanolni ekstrakt nadzemnog dela biljke *A. petiolata* poseduje veliku količinu ukupnih fenolnih jedinjenja, znatno veću od ekstrakta korena. Određena je antimikrobna aktivnost ekstrakata, pri čemu su bili najefikasniji na *M. lysodeikticus*, *A. chroococum* i *F. oxysporum*. Pored toga, rezultati istraživanja su pokazali da ekstrakti poseduju značajne *in vitro* DNK-protektivne efekte.

Ispitivani ekstrakti biljke *A. petiolata*, naročito nadzemnog dela, imaju obećavajući potencijal za upotrebu u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji. Ispitivanje antimikrobne i antigenotoksične aktivnosti biljke *A. petiolata* je rađeno po prvi put i deo je istraživanja lekovitih svojstava biljaka sa prostora Srbije koje se koriste u tradicionalnoj medicini. Takođe, dobijeni rezultati mogu dati neka objašnjenja o upotrebi češnjače u tradicionalnoj medicini i biti osnova nizu daljih istraživanja kojima bi se „invazivna reputacija“ ove biljne vrste promenila i usmerila ka novim načinima primene njenih ekstrakata kao biološki aktivnih, prirodnih suplemenata.

Literatura

- Avato P., Argentieri M.P. (2015). Brassicaceae: a rich source of health improving phytochemicals. *Phytochemistry Reviews*. 14: 1019–1033.
- Barto E.K., Cipollini D. (2009). Half-lives and field soil concentrations of *Alliaria petiolata* secondary metabolites. *Chemosphere*. 76: 71-75.
- Blažević I., Mastelić J. (2008). Free and bound volatiles of garlic mustard (*Alliaria petiolata*). *Croatica Chemica Acta*. 81(4): 607-613.
- Cipollini D., Cipollini K. (2016). A review of garlic mustard (*Alliaria petiolata*, Brassicaceae) as an allelopathic plant. *The Journal of the Torrey Botanical Society*. 143(4): 339–348.
- Frisch T., Motawia M.S., Olsen C.E., Agerbirk N., Møller B.L., Bjarnholt N. (2015). Diversified glucosinolate metabolism: biosynthesis of hydrogen cyanide and of the hydroxynitrile glucoside alliarinoside in relation to sinigrin metabolism in *Alliaria petiolata*. *Frontiers in Plant Science*. 6: 926.
- Kumarasamy Y., Byres M., Cox, P.J., Delazar A., Jaspars M., Nahar L., Shoeb M., Sarker S.D. (2004). Isolation, structure elucidation, and biological activity of flavone 6-C-glycosides from *Alliaria petiolata*. *Chemistry of Natural Compounds*. 40(2): 122-128.
- Lin Y.W., Wang Y.T., Chang H.M., Wu J.S.B. (2008). DNA protection and antitumor effect of water extract from residue of jelly fig (*Ficus awkeotsang* Makino) achenes. *Journal of Food and Drug Analysis*. 16: 63-69.
- Sarker S.D., Nahar L., Kumarasamy Y. (2007). Microtitre plate-based antibacterial assay incorporating resazurin as indicator of cell growth, and its application in the *in vitro* antibacterial screening of phytochemicals. *Methods*. 42: 321-324.
- Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent oxidants and antioxidants. *Methods in Enzymology*. 299: 152-178.
- Xu Z., Howard L.R. (2012). *Analysis of antioxidant-rich phytochemicals*. United Kingdom: Wiley-Blackwell.
- Zhang L.L., Zhang L.F., Xu J.G., Hu Q.P. (2017). Comparison study on antioxidant, DNA damage protective and antibacterial activities of eugenol and isoeugenol against several foodborne pathogens. *Food and Nutrition Research*. 61(1): 1353356.

Garlic mustard
culinary herb
paper, the
damage induced
root (APH)
The obtained
antimicrobial
induced oxidative
use for nutritional

Key words:
protective potential

¹University of Kragujevac, Serbia (jkata@kragujevac.rs)
²University of Kragujevac, Serbia (jstokic@kragujevac.rs)
³University of Kragujevac, Serbia (jstokic@kragujevac.rs)
12, 34000 Kragujevac, Serbia

PRELIMINARY ASSESSMENT OF ANTIMICROBIAL AND ANTIGENOTOXIC POTENTIAL OF GARLIC MUSTARD (*Alliaria petiolata*, Brassicaceae) EXTRACTS

Jelena S. Katanić Stanković¹, Sanja Matić¹, Nikola Srećković², Snežana Stanić³, Vladimir Mihailović²

Abstract

Garlic mustard (*Alliaria petiolata*, Brassicaceae) is an edible plant that is used as culinary herb and in traditional medicine and it has not been tested so far. In this paper, the antimicrobial potential and the *in vitro* protective effects on DNA damage induced by hydroxyl and peroxy radicals of above-ground part (APA) and root (APR) methanolic extracts of garlic mustard were examined, for the first time. The obtained results indicate that APA and APR extracts exhibited moderate antimicrobial activity and significant DNA-protective potential on free radical-induced oxidative damage, which encourages further research and their potential use for nutritional and/or pharmacological purposes.

Key words: *Alliaria petiolata*, garlic mustard, antimicrobial activity, DNA-protective potential

¹University of Kragujevac, Institute for Information Technologies, Jovana Cvijića bb, 34000 Kragujevac, Serbia (jkatanic@kg.ac.rs);

²University of Kragujevac, Faculty of Science, Department of Chemistry, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Serbia;

³University of Kragujevac, Faculty of Science, Department of Biology and Ecology, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Serbia.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

63(082)
606:63(082)

**САВЕТОВАЊЕ о биотехнологији са међународним учешћем (25 ;
2020 ; Чачак)**

Zbornik radova. 2 / XXV savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim
učešćem, Čačak, 13-14. mart 2020. godine ; [organizator] Univerzitet u
Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku ; [urednik Tomo Milošević]. -
Čačak : Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, 2020 (Beograd :
Službeni glasnik). - Str. 331-616 : ilustr. ; 25 cm

Na vrhu nasl. str.: University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Cacak. -
Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 150. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-87611-74-0
ISBN 978-86-87611-75-7 (niz)

а) Пољопривреда -- Зборници б) Биотехнологија -- Зборници

COBISS.SR-ID 283507212