

UNIVERZITET U NIŠU / UNIVERSITY OF NIS  
Tehnološki fakultet, Leskovac / Faculty of Technology, Leskovac

**ZBORNİK RADOVA**  
XI SIMPOZIJUM  
«SAVREMENE TEHNOLOGIJE I PRIVREDNI RAZVOJ»

**PROCEEDINGS**  
11<sup>th</sup> SYMPOSIUM  
«NOVEL TECHNOLOGIES AND ECONOMIC  
DEVELOPMENT»

Leskovac, 23. i 24. oktobar 2015.  
Leskovac, October, 23-24, 2015.

Izdavač: Tehnološki fakultet  
Publisher: Faculty of Technology

Za izdavača: prof. dr Ljubiša Nikolić  
For the Publisher: Prof. Ljubiša Nikolić

Urednik: prof. dr Miodrag Lazić  
Editor: Prof. Miodrag Lazić

CIP – Каталогизација у публикацији –  
Народна библиотека Србије, Београд

6(082) (0.034.2)

СИМПОЗИЈУМ „Савремене технологије и привредни развој“ (11 ; 2015 ;  
Лесковац)

Zbornik radova [Elektronski izvor] / XI simpozijum „Savremene tehnologije i privredni razvoj“, Leskovac, 23. i 24. oktobar 2015. ; [organizator] Tehnološki fakultet, Leskovac ; [urednik Miodrag Lazić] = Proceedings / 11th Symposium „Novel Technologies and Economic Development“, Leskovac, October, 23-24, 2015. ; [organized by] Faculty of Technology, Leskovac ; [editor Miodrag Lazić]. – Leskovac : Tehnološki fakultet = Faculty of Technology, 2015 (Leskovac : Tehnološki fakultet = Faculty of Technology). – 1 elektronski optički disk (CD-ROM) ; 12 cm

Sistemska zahteva: Nisu navedeni. – Nasl. sa nasl. strane dokumenta. – Radovi na srp. i engl. jeziku. – Tiraž 150. – Bibliografija uz svaki rad. – Summaries ; Rezimeji.

ISBN 978-86-89429-13-8

1. Технолошки факултет (Лесковац)

a) Технологија – Зборници b) Технолошки прогрес – Привредни развој - Зборници

COBISS.SR-ID 218187020

Lektor: Vesna Simonović  
Proofreader: Vesna Simonović

Tiraž / Printing : 150

ISBN 978-86-89429-13-8

## ANTIMIKROBNA AKTIVNOST BAGREMOVOG MEDA

Maja Vukašinović-Sekulić<sup>1</sup>, Marica Rakin<sup>1</sup>, Maja Bulatović<sup>1</sup>, Tanja Krunic<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

<sup>2</sup>Inovacioni centar Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

Antibakterijsko, antifungicidno i antivirusno dejstvo meda poznato je od davnina i najvećim delom potiče od vodonik peroksida, koji nastaje aktivnošću enzima glukozooksidaza koji pčele izlučuju u med. Pored vodonik peroksida, antimikrobnoj aktivnosti meda doprinose i neperoksidna jedinjenja čija je zastupljenost u medu direktno povezana sa njegovim botaničkim poreklom, načinom obrade i dužinom čuvanja. U ovom radu ispitana je antimikrobna aktivnost bagremovog meda prema različitim vrstama patogenih mikroorganizama. Za one izolate, kod kojih je agar difuzionom metodom utvrđena antimikrobna aktivnost bagremovog meda, određene su minimalne inhibitorne (MIK) i minimalne mikrobicidne (MMK) koncentracije. Najbolju aktivnost bagremov med je pokazao prema soju *Staphylococcus aureus* TL, kod koga je zona inhibicije sa 25%, 50% i 75% rastvorom bagremovog meda (34 mm, 38 mm, 35 mm), bila šira od zone postignute sa 3% rastvorom H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (31 mm). Antimikrobno delovanje bagremov med je ispoljio i prema sojevima *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Shigella sonnei*, *Bacillus cereus* ATCC 11778, dok antimikrobna aktivnost nije uočena prema sojevima *Staphylococcus epidermidis*, *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus* i *Candida albicans* ATCC 10259.

Ključne reči: bagremov med, antimikrobna aktivnost, agar difuzionna metoda, minimalna inhibitorna koncentracija (MIK), minimalna mikrobicidna koncentracija (MMK)

### UVOD

Otkriće antibiotika u XX veku omogućilo je efikasno lečenje brojnih infektivnih bolesti od kojih su mnoge bile smrtonosne za ljude i životinje. Međutim, neodgovorna i pogrešna upotreba antibiotika, dovela je do pojave „supermikroorganizama“ koji su otporni, ne samo na danas poznate antibiotike, već i na mnoga druga antimikrobna sredstva. Da bi se ovaj problem što bolje rešio, sve više pažnje posvećuje se primeni prirodnih preparata koji su se nekada u prošlosti veoma uspešno koristili u narodnoj medicini.

Da med ima lekovita svojstva prvi put se spominje u zapisima na sumerskim tablama od pre 4000. godina, dok su na egipatskim papirusima (1200 godine p.n.e.) zapisani mnogi recepti sa medom, koje je utemeljivač kliničke medicine Hipokrat (460-357 p.n.e.) koristio u lečenju gnojnih i ulceroznih rana [1,2]. Od tog perioda med zauzima

značajno mesto u narodnoj medicini, iako je tek 1892. godine otkrivena njegova antimikrobna aktivnost [3-5]. Sa pojavom antibiotika, klinička upotreba meda se smanjuje i potpuno napušta u modernoj zapadnoj medicini. Razlozi za to su nedovoljno podataka o antimikrobnim jedinjenjima koje med sadrži, kao i nemogućnosti da se obezbedi uvek stalan hemijski sastav preparata od meda, što je otežavalo postizanje željenog terapijskog efekta. Njegova primena najviše je zadržana u nerazvijenim zemljama, gde je med za siromašno stanovništvo jedan od najjeftinijih i lako dostupnih sredstava lečenja. Med ne izaziva iritaciju i nije citotoksičan, pa je njegova sve veća primena u alternativnom ili dopunskom lečenju doprinela razvoju alternativne grane medicine, apiterapije.

Do sada sprovedene analize pokazale su da med sadrži oko 180 različitih hemijski definisanih jedinjenja, čija zastupljenost varira u zavisnosti od botaničkog i geografskog porekla, klimatskih uslova, primenjenog postupka obade tokom ekstrakcije i pakovanja, kao i od dužine i načina čuvanja [3-5]. Sve ovo može uticati na antimikrobnu aktivnost meda koja na prvom mestu zavisi od njegovih fizičko-hemijskih karakteristika (osmotski pritisak, viskoznost, pH vrednost), kao i od zastupljenosti farmakološki aktivnih jedinjenja kao što su: vodonik peroksid, metilglioksal i antimikrobni peptid (pčelinji defensin -1) [3-9].

Zreo med sadrži preko 80% šećera (uglavnom glukozu i fruktozu) i vrlo malo vode (nekih 18%), što usled velikog osmotskog pritiska predstavlja nepovoljnu sredinu za rast većine vrsta bakterija i kvasaca. Pored osmotskog pritiska, kiselost meda koja se kreće u rasponu pH od 3,2-4,5, dodatno doprinosi antimikrobnoj aktivnosti. Najveći deo kiselosti potiče od glukonske kiseline koja se formira dejstvom enzima glukozo-oksidge [3-10]. Pčele ovaj enzim dodaju u nektar tokom prikupljanja, i u periodu sazrevanja meda je neaktivan, ali se razblaživanjem meda aktivira što pri aerobnim uslovima dovodi do oksidacije glukoze do glukonske kiseline i antimikrobnog jedinjenja vodonik peroksida [3-6].

Sadržaj vodonik peroksida u razređenom medu u mnogome zavisi od vrste meda, njegove koncentracije i uslova pri kojima se med čuva [3-6]. Izlaganje meda toploti ili svetlosti dovodi do inaktivacije glukozo-oksidge zbog čega dolazi do razgradnje vodonik peroksida i smanjenja njegovog sadržaja u medu [5]. Iako enzim katalaza nikada nije identifikovan u medu, smatra se da je katalaza poreklom iz polena i nektara odgovorna za razgradnju vodonik peroksida u medu. Dodavanjem enzima katalaza, smanjuje se antimikrobna aktivnost mnogih vrsta meda, što ukazuje na važnu ulogu koju vodonik peroksid ima u postizanju antimikrobne aktivnosti [6,7].

Određeni broj vrsta meda zadržava antimikrobnu aktivnost i nakon razgradnje vodonik peroksida, jer poseduju značajnu neperoksidnu antimikrobnu aktivnost. Takav je manuka med u kome su pronađena mnoga neperoksidna antimikrobna jedinjenja, među kojima je u većoj količini prisutan metilglioksal- MGO (38-1541 mg/kg). Kod ostalih vrsta meda, analize su pokazale da koncentracija MGO nije veća od 24 mg/kg što je znatno manje od sadržaja koji se može naći u manuka meda [3,10,11].

Nedavno je u medicinskom medu Revamil pronađen antimikrobni peptid, pčelinji defensin-1 koji pokazuje veliku aktivnost prema Gram-pozitivnim bakterijama (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* i *Paenibacillus larvae*), dok njegovo prisustvo nije uočeno u manuka medu. Do sada, ne postoje kvantitativni podaci o koncentraciji pčelinjeg defensina-1 u različitim vrstama meda [3,10].

Pored vodonik peroksida, pčelinjeg defensina-1 i metilglioksala, postoje i druga neperoksidna jedinjenja koja pokazuju antimikrobnu aktivnost. Fenolna jedinjenja

poreklom iz biljnog nektara predstavljaju jedan od glavnih faktora koji doprinose neperoksidnoj antimikrobnoj aktivnosti meda. U medu je identifikovano nekoliko antimikrobnih fenolnih jedinjenja, ali njihov doprinos ukupnoj antimikrobnoj aktivnosti, zbog zastupljenosti u veoma malim količinama još uvek nije poznat [9,11]. Bakterije i gljive izolovane iz meda, takođe, mogu biti potencijalni izvor antimikrobnih jedinjenja. U *in vitro* eksperimentima pokazano je da bakterije poreklom iz meda mogu sintetisati aktivna antimikrobna jedinjenja [3], ali za sada nema dovoljno podataka i o prisustvu ovih jedinjenja u medu.

U Srbiji, zahvaljujući povoljnom geografskom položaju i klimatskim uslovima, koji omogućavaju rast veoma raznovrsnih biljnih vrsta, pčelarstvo ima dugu tradiciju. Na žalost, prirodni potencijal Srbije je još uvek nedovoljno iskorišćen pa se godišnje proizvodi samo oko 5000 tona meda, od čega su od monofloralnih vrsta najviše zastupljeni bagremov, lipov i suncokretov med [12]. Do sada, uglavnom su ispitane fizičko-hemijske karakteristike (polifenolni i aminokiselinski profil) [12-14], ali još uvek, veoma malo se zna o njihovoj antimikrobnoj aktivnosti. Zbog toga je cilj ovog rada bio da se ispita antimikrobna aktivnost bagremovog meda, što bi otvorilo mogućnost njegove primene u medicini, prevashodno u prevenciji i lečenju inficiranih rana i opekotina.

## EKSPERIMENTALNI DEO

Antimikrobna aktivnost bagremovog meda, prikupljenog u okolini Divčibara, ispitana je na različite vrste mikroorganizama: *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus cereus* ATCC 11778, *Candida albicans* ATCC 10259 (ATCC- American Type Culture Collection), kao i sojeve *Shigella sonnei*, *Staphylococcus aureus* TL, *Staphylococcus epidermidis*, *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus* (kolekcija laboratorije za mikrobiologiju Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu). Pre ispitivanja antimikrobne aktivnosti, bagremov med je podvrgnut mikrobiološkoj analizi koja je pokazala da med ne sadrži aerobne i anaerobne sporogene bakterije, kao ni osmofilne mikroorganizme poput kvasaca [15].

Bagremov med je u aseptičnim uslovima odmeren u erlenmajere u koje je dodata određena zapremina sterilnog fiziološkog rastvora, odnosno sterilnog hranljivog bujona (Biomedics, Parque tecnologico de Madrid), tako da konačna koncentracija meda bude 5%, 10%, 25%, 50% i 75% (w/v). Nakon pripreme, rastvori su u erlenmajerima mučkani 30 minuta da bi sa stvorili pogodni aerobni uslovi za aktivnost enzima glukoza-oksidge koji oksiduje glukozu do glukonske kiseline i antimikrobnog jedinjenja vodonik peroksida. Uzorci rastvoreni u fiziološkom rastvoru, korišćeni su za izvođene agar difuzione metode [16], dok su uzorci u hranljivom bujonu, pored primene u agar difuzionoj metodi, korišćeni i za određivanje minimalne inhibitorne koncentracije (MIK) i minimalne mikrobicidne koncentracije (MMC) meda [17]. Pre izvođenja agar difuzione metode, MIK i MMC, različitim koncentracijama meda izmerena je pH vrednost. Fiziološki rastvor i hranjivi bujon bez bagremovog meda korišćeni su kao negativne kontrole, dok su kao moguće pozitivne kontrole korišćeni: 3% rastvor H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, veštački med (1,5 g saharoze, 7,5 g maltoze, 40,5 g fruktoze i 33,5 g glukoze je rastvoreno 17ml sterilne destilovane vode) i antibiogram tableta tetraciklina (30µg) (Institut za virusologiju, vakcine i serume „Torlak“, Beograd). Pre testiranja, pripremljeni rastvor

veštačkog meda je blago zagrevan u vodenom kupatilu na temperaturi od 50 °C, a zatim sterilisan 30 minuta u autoklavu na temperaturi od 121 °C i pritisku 1,5 bar.

Prekonoćne kulture svih testiranih sojeva su inkubirane na 37 °C (ne duže od 18h) i zatim, u količini od 2% (v/v), dodati u odgovarajući otopljeni hranljivi odnosno sladni top agara (0,7% agara). Da bi početan broj mikroorganizama bio svuda isti ( $10^6$  CFU/ml) sojevi *E.coli*, *S. enteritidis*, *S. sonnei*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* ATCC 25923 i *C. albicans* su pre testiranja razblaženi deset puta u fiziološkom rastvoru, nakon čega je, radi provere, određen broj vijabilnih ćelija u pripremljenom razblaženju. Na Petri šolje sa odgovarajućom podlogom (hranljivi agar za patogene bakterije, sladni agar za kvasce (Institut za virusologiju, vakcine i serume „Torlak“, Beograd)), stavljeni su sterilni plastični bunari prečnika 7-10 mm (sterilizacija je obavljena u autoklavu 30 minuta na temperaturi od 121 °C i pritisku 1,5 bar), nakon čega je nanet sloj odgovarajućeg top agara prethodno zasejanog sa vrstom mikroorganizma, na koju je ispitivana antimikrobna aktivnost bagremovog, meda.

Nakon očvršćavanja top agara, plastični bunari su izvađeni i u formirane otvore dodato je po 100 µl razblaženog bagremovog meda, 3% rastvora H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, i veštačkog meda, dok je tableta tetraciklina spuštена na površinu razlivenе podloge. Ovako pripremljene Petri šolje, inkubirane su aerobno na 37°C, bez okretanja na poklopac. Nakon 24h, kod testiranih sojeva kod kojih je oko bunara sa određenom koncentracijom meda uočena jasno formirana zona, lenjirom je izmeren prečnik inhibicije.

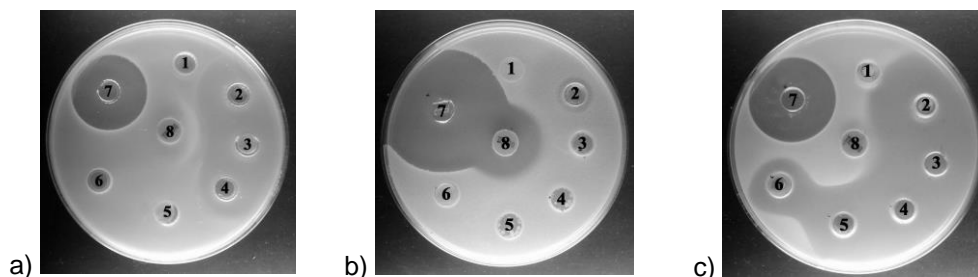
Da bi se odredio MIK i MMK bagremovog meda, sojevi kod koji su agar difuzionom metodom uočene zone inhibicije, zasejani su u hranljivi bujon sa 5%, 10%, 25, 50% i 75% (w/v) bagremovog meda, tako da početni broj testiranih ćelija u bujonu bude  $10^6$  CFU/ml, što je i potvrđeno, pre izvođenja inkubacije, određivanjem početnog broja ćelija u zasejanom bujonu. Kao i u prethodnom testu, sojevi *E.coli*, *S. enteritidis* i *S. aureus* ATCC 25923, su pre zasejavanja u hranljivi bujon razblaženi deset puta u fiziološkom rastvoru, da bi se postigao početni broj ćelija od  $10^6$  CFU/ml, što je i potvrđeno određivanjem ukupnog broja vijabilnih ćelija u pripremljenim razblaženjima. Nakon inkubacije 24 časa na 37 °C, prva epruveta sa najmanjom koncentracijom bagremovog meda u kojoj nije bilo vidljivog rasta testiranog soja mikroorganizma uzimana je za MIK, dok je iz ostalih epruveta u kojima nije uočen rast uzeto po 1ml suspenzije da bi se utvrdio ukupan broj preživelih ćelija. Ona koncentracija bagremovog meda u kojoj je utvrđen procenat redukcije  $\geq 99,99\%$  smatran je za MMK.

## REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 1 prikazani su rezultati antimikrobne aktivnosti različitih koncentracija bagremovog meda u fiziološkom rastvoru i hranljivom bujonu, kao i osetljivost ispitivanih vrsta prema 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, tetraciklinu i veštačkom medu. Na osnovu dobijenih rezultata uočava se da bagremov med, ni pri koncentraciji od 75%, ne pokazuje antimikrobnu aktivnost prema vrstama *S. epidermidis*, *L. innocua*, *L. monocytogenes*, *B. subtilis*, *B. pumilus* i *C. albicans*.

Ove vrste pokazale su različitu osetljivost prema 3% rastvoru H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, dok aktivnost tetraciklina jedino nije uočena kod *Candida albicans* ATCC 10259. Veštački med nije pokazao aktivnost prema vrstama *S. epidermidis*, *L. innocua*, *L. monocytogenes* i *C. albicans* ATCC 10259, dok je kod sporogenih vrsta bakterija, *B. subtilis* i *B. cereus* ATCC 11778 uočen intenzivniji rast u prostoru oko bunara u prečniku 34 mm i 28 mm.

Ostale testirane vrste pokazale su različitu osetljivost prema bagremovom medu. Nešto šire zone inhibicije su uočene u uzorcima rastvorenim u hranljivom bujonu, što ukazuje da niža pH vrednost postignuta u fiziološkom rastvoru dodatno ne doprinosi antimikrobnoj aktivnosti (tabela 1). Izuzetak su jedino vrste *P. aeruginosa* ATCC 9027 i *B. cereus* ATCC 11778, kod kojih je prečnik zone smanjenog rasta bio nešto širi kod uzoraka rastvorenih u fiziološkom rastvoru. Kod ostalih vrsta, prečnik zone inhibicije opada sa smanjenjem procenta bagremovog meda. Na slikama 1a, 1b, 1c prikazana je antimikrobna aktivnost različitih koncentracija bagremovog meda u fiziološkom rastvoru prema *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* 25923 i *S. aureus* TL, od kojih je jedino soj *S. aureus* 25923 osetljiv na tetraciklin (28mm).



Slika 1. Antimikrobna aktivnost bagremovog meda u fiziološkom rastvoru prema  
a) *E. coli* ATCC 25922, b) *S. aureus* ATCC 25923 i c) *S. aureus* TL  
1) 0% meda, 2) 75% meda, 3) 50% meda, 4) 25% meda, 5) 10% meda,  
6) 5% meda, 7) 3% rastvor H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 8) tetraciklin (30 µg)

Najbolju antibakterijsku aktivnost bagremov med je pokazao prema soju *S. aureus* TL, kod koga su postignute zone inhibicije sa 25%, 50% i 75% rastvorom bagremovog meda u fiziološkom rastvoru i hranljivom bujonu šire od zone formirane oko bunara sa 3% rastvorom H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (tabela 1 i slika 1c).

Ovo je od velike važnosti, jer za razliku od soja *S. aureus* ATCC 25923, soj *S. aureus* TL je rezistentan na antibiotik tetraciklin (slika 1b i 1c).

Određivanje minimalne inhibitorne koncentracije (MIK) je pokazalo da hranljivi bujon sa 5% bagremovog meda deluje inhibitorno na rast soja *S. aureus* TL, dok se kod soja *S. aureus* ATCC 25923, inhibicija rasta može postići tek kada se doda 10% meda. Kod oba soja *S. aureus* uočeno je da tek u hranljivom bujonu sa 75% meda, dolazi do smanjenja ukupnog broja ćelija od  $1 \times 10^6$  CFU/ml na  $2 \times 10^1$  CFU/ml, što se može smatrati za MMK. Inhibicija rasta kod većine Gram negativnih bakterija (*S. enteritidis* ATCC 13076, *S. sonnei* i *P. aeruginosa* ATCC 9027) može se postići u hranljivom bujonu sa 25% meda, dok je jedino izuzetak *E. coli* ATCC 25922 koja prestaje da raste u prisustvu 50% meda. U poređenju sa sojevima *S. aureus* ATCC 25923 i TL, baktericidni efekat 75% bagremovog meda nešto je slabiji prema Gram negativnim bakterijama ( $2,3 \times 10^2$ - $2,2 \times 10^3$  CFU/ml), a dalja ispitivanja daće bolji uvid o antimikrobnim jedinjenjima prisutnim u ovoj vrsti meda.

Tabela 1. Rezultati antimikrobne aktivnosti bagremovog meda u fiziološkom rastvoru i hranljivom bujonu agar difuzionom metodom

% meda (w/v)	Bagremov med u fiziološkom rastvoru					Bagremov med u hranljivom bujonu					Veštački med	3% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Tetraciklin (30 µg)
	75%	50 %	25 %	10 %	5%	75%	50 %	25 %	10 %	5%			
pH	3,98	3,9 8	4,1 0	4,3 2	4,58	4,42	4,8 8	6,3 7	7,1 5	7,42	4,22	2,23	n.r
Vrste mikroorganizama	prečnik zone inhibicije (mm)												
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	28	31	26	-	-	35	33	24	-	-	31	29	-
<i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076	27	27	23	13	-	36	31	25	-	-	38	32	22
<i>Shigella sonnei</i>	26	26	26	22	-	42	40	33	29	17	44	28	17
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027	28*	31*	29*	-	-	30*	24*	17*	-	-	46	24	23
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	11	-	-	-	-	13	13	-	-	-	38	47	28
<i>Staphylococcus aureus</i> TL	35	38	34	28	20	48	46	38	-	-	45	31	-
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	-	-	-	-	-	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	-	27	28
<i>Listeria innocua</i>	-	-	-	-	-	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	-	39	23
<i>Listeria monocytogenes</i>	-	-	-	-	-	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	-	42	24
<i>Bacillus subtilis</i>	-	-	-	-	-	39	35	31	-	-	34**	28	31
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 11778	27*	26*	23*	-	-	16*	16*	13*	-	-	28**	22	26
<i>Bacillus pumilus</i>	-	-	-	-	-	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	29	41	22
<i>Candida albicans</i> ATCC 10259	-	-	-	-	-	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	-	36	-

\* - smanjen rast (oko bunara sa uzorkom, uočava se slab rast testiranog soja)

\*\* - stimulisan rast (intenzivniji rast ispitivanog soja oko bunara u koji je stavljen uzorak koji se testira)

n.r.- nije rađeno



## ZAKLJUČAK

Rezultati postignuti u ovom radu pokazuju da testirani sojevi *S. aureus* ATCC 25923 i TL imaju različitu osetljivost prema ispitivanim antimikrobnim sredstvima, što iziskuje uključivanje u analizu više sojeva i to posebno onih izolovanih iz inficiranih rana i opekotina. Antimikrobna aktivnost bagremovog meda prema sojevima rezistentnim na antibiotike, kao što su to sojevi *S. aureus* TL i *E. coli* ATCC 25922 na tetraciklin, otvara mogućnost primene ove vrste meda u savremenoj medicini.

## Zahvalnica

Rad je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Projekat: TR31017).

## Literatura

- [1] A. A. Al-Jabri, Afr. J. Biotechnol., 4 (2005) 1580
- [2] V. Marković, I. Nikolić, V. Binjović, Med. čas., 46 (2012) 221
- [3] I. Gobin, D. Vučković, D. Lušić, Medicina fluminensis, 50 (2014) 150
- [4] N.S. Al-Waili, K. Salom, G. Butler, A. A. Al Ghamdi, J Med. Food, 14 (2011) 1079
- [5] P.H.S. Kwakman, S.A.J. Zaat, IUBMB Life, 64 (2012) 48
- [6] P. Molan, Bee World, 73 (1992) 5
- [7] K. Brudzynski, Can. J. Microbiol. 52 (2006) 1228
- [8] J.B. Kavapurayil, S. Karalam, R.P. Chandran, Acta Aliment., 43 (2014) 9
- [9] C. E. Manyi-Loh, A.M. Clarke, R.N. Ndip, Afr. J. Microbiol. Res., 5 (2011) 844
- [10] M. Deb Mandal, S. Mandal, Asian Pac. J. Trop. Biomed., (2011) 154
- [11] G. Montenegro, E. Mejías, Biol. Res., 46 (2013) 341
- [12] J. Kečkeš, J. Trifković, F. Andrić, M. Jovetić, Ž. Tešić, D. Milojković-Opsenica, J Sci. Food Agric., 93 (2013) 3368
- [13] S. Kečkeš, U. Gašić, T. Ćirković-Veličković, D. Milojković-Opsenica, M. Natić, Ž. Tešić, Food Chem., 138 (2013) 32
- [14] K. Lazarević, F. Andrić, J. Trifković, Ž. Tešić, D. Milojković-Opsenica, Food Chem., 132 (2012) 2060
- [15] Pravilnik o metodama vršenja mikrobioloških analiza i superanaliza životnih namirnica, Službeni list SFRJ, 25 (1980) 853
- [16] M. Kojic, J. Svircevic, A. Banina, L. Topisirovic, Appl. Environ. Microbiol., 57 (1991) 1835
- [17] B. Karakašević, Mikrobiologija i parazitologija, Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb 1980, p. 170

## Summary

### THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ACACIA HONEY

**Maja Vukašinović-Sekulić<sup>1</sup>, Marica Rakin<sup>1</sup>, Maja Bulatović<sup>1</sup>, Tanja Krunic<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>Innovation Centre of the Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

Antibacterial, antifungal and antiviral activity of honey has been known since ancient times and is mostly connected with hydrogen peroxide produced by the activity of the enzyme glucose oxidase secreted by honeybees. In addition to hydrogen peroxide, non peroxide compounds also contribute to the antimicrobial activity of honey, the concentration of which is directly related to the botanical origin of honey, processing and the storage period. In this study, the antimicrobial activity of acacia honey is tested against different types of pathogenic microorganisms. For those isolates for which the acacia honey antimicrobial activity was determined by the agar-well diffusion method, minimal inhibitory (MIC) and minimal microbicidal concentrations (MMC) were determined. Acacia honey showed the best activity against the strain *Staphylococcus aureus* TL, with the achievement of wider zones of inhibition with 25%, 50% and 75% solutions of acacia honey (34 mm, 38 mm, 35 mm) than the zone achieved with 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> solution, (31 mm). The antimicrobial activity of acacia honey was also noticed against *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Shigella sonnei*, *Bacillus cereus* ATCC 1178, while the activity was not observed against *Staphylococcus epidermidis*, *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus* and *Candida albicans* ATCC 10259.

Key words: acacia honey, antimicrobial activity, agar-well diffusion method, minimal inhibitory concentrations (MIC), minimum microbicidal concentration (MMC)