

ANTIMIKROBNA AKTIVNOST IZOLATA KORENA OMANA*

Ana R. Žugić¹, Sofija M. Đorđević^{1**}, Vanja M. Tadić¹, Ivana A. Arsić², Dušan R. Mišić³

(ORIGINALNI NAUČNI RAD)
UDK 633.88:66.061.34:615.262

¹Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr. Josif Pančić", Beograd, Srbija

²Medicinski fakultet, Univerzitet u Nišu, Srbija

³Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, Srbija

Oman (*Inula helenium* L., Asteraceae) je cenjena lekovita biljka, čiji je koren poznat po antiseptičnom ekspektorantnom, diuretičnom i baktericidnom delovanju. Cilj rada bio je ispitivanje antimikrobne aktivnosti različitih izolata korena omana, *Inulae radix* protiv mikroorganizama koje uobičajeno izazivaju infekcije kože. Ispitivani su etarsko ulje dobijeno hidrodestilacijom (IH-HD) i Sohxlet ekstrakti i to etarska (IH-SOX-E) i etanolna (IH-SOX-Et) frakcija. Izolati su rastvoreni u DMSO u koncentraciji od 2560 do 0,625 µg/mL. Antimikrobna aktivnost ispitivana je mikrodilucionom metodom u bujonu na referentnim bakterijskim sojevima i kliničkim izolatima iz briseva kože. IH-SOX-E ispoljila je jaku antimikrobnu aktivnost prema svim testiranim mikroorganizmima, IH-HD takođe, osim prema *Streptococcus aureus* ATCC 25923 (umerena aktivnost), a IH-SOX-Et jaku aktivnost pokazala je jedino prema kliničkom izolatu *Candida albicans*. Rezultati naših ispitivanja pokazuju da se izolati korena omana mogu koristiti za inkorporiranje u fitopreparate namenjene za spoljašnju primenu kod kožnih infekcija, naročito gljivičnih infekcija izazvanih *C. albicans*.

Ključne reči: *Inula helenium*, etarsko ulje, ekstrakti, antimikrobna aktivnost

Uvod

Uprkos brzom razvoju antibiotika, humane infekcije bakterijskog, gljivičnog ili virusnog porekla i dalje predstavljaju značajan medicinski problem. Neracionalna primena klasičnih-sintetskih antibiotika dovela je do razvoja rezistencije velikog broja mikroorganizama [1]. Intrahospitalne (nozokomijalne) infekcije javljaju se kod oko 10 % bolesnika i najčešće su lokalizovane na koži, u urinarnom i respiratornom traktu. Većina izolovanih sojeva bakterija, koji izazivaju navedene infekcije, pokazuje izrazitu rezistenciju na veći broj antibiotika. Infekcije rana i kože najčešće izazivaju: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli* i *Proteus* spp. Piogene infekcije kože i potkožnog tkiva (impetigo, folikulitis, furunkuli, karbunkuli i celulitis) pretežno izazivaju stafilokoke i streptokoke, a osnovna karakteristika navedenih infekcija je pojava supuracije, nekroza tkiva i formiranje apscesa. Nozokomijalne urinarne infekcije često uzrokuju: *E. coli*, *Klebsiella* spp., *Proteus* spp., *Pseudomonas aeruginosa* i *Enterococcus* spp. Poslednjih godina, kao uzročnici bolničkih infekcija sve češće se izoluju bakterije koje predstavljaju normalnu mikrofloru kože, kao što su koagulaza negativne stafilokoke i *Acinetobacter* spp. [2].

Nekomplikovane kožne infekcije (koje se često nazivaju i infekcije kože i mekog tkiva), su druga najčešće

dijagnostifikovana bolest kože [3]. Poznato je da idealan topikalni antibiotik treba da ima dovoljno širok spektar dejstva, ne sme da izaziva rezistenciju i mora pokazivati nizak potencijal za izazivanje neželjenih efekata [4]. Sa druge strane, kod primene uobičajeno korišćenih topikalnih antibiotika, pored pojave rezistencije, veoma su česti slučajevi alergijskog kontaktnog dermatitisa [5].

Na osnovu navedenog, ne iznenađuje činjenica da je sve veći broj istraživanja u svetu usmeren ka iznalaženju novih prirodnih sirovina sa antimikrobnim delovanjem. Lekovite biljke su naročito interesantne kao izvori biološki aktivnih supstanci sa antimikrobnim delovanjem. Ovi sastojci su relativno lako dostupni, ispoljavaju minimum neželjenih efekata i nisku toksičnost [1].

Oman, beli oman ili pitomi oman (*Inula helenium* L., Asteraceae) je dugovečna, snažna, zeljasta biljka, visoka do 2 m. Rizom je kratak sa kompaktnim korenjem do 1 cm debljine i do 50 cm dužine. U lekovite svrhe koriste se podzemni organi dobijeni od biljaka starih 2-3 godine. Stabljika je malo razgranata i obrasla krupnim, dugačkim, ovalnim listovima, a na vrhovima stabljike i ogranaka stoje žute, do 7 cm velike glavičaste čupave cvasti. I cevasti i jezičasti cvetovi su žute boje. Cveta u leto. Semenke imaju perjanicu kao i mnoge Asteraceae, te ih vetar lako i daleko raznosi. Oman raste kao korov

*Rad saopšten na X Simpozijumu „Savremene tehnologije i privredni razvoj“ sa međunarodnim učešćem, Leskovac, 22. i 23. oktobar 2013. godine

** Adresa autora: Sofija M. Đorđević, Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr. Josif Pančić", 11000 Beograd, Srbija

E-mail: sdjordjevic@mocbilja.rs

Rukopis primljen: 20. avgusta 2013. godine

Rad prihvaćen: 06. septembra 2013. godine

po vlažnim livadama, kraj potoka i reka, pored puteva, na obodima šuma, mestimično u velikim zajednicama. Gaji se u Evropi kao začinska i lekovita biljka.

Kao droga (lekoviti deo) ove biljke koristi se rizom sa korenjem (*Helenii rhizoma* ili *Inulae radix*). Droga se prikuplja kasno u jesen, ređe u rano proleće, očisti od zemlje, ostataka stabljike, drvenastih i natrulih delova, dobro opere i iseče u kriške, a deblje korenje se prethodno razreže po dužini. Suši se prirodnim putem u hladu i na promajnom mestu u tankom sloju ili u sušnici na oko 40 °C. Koren omana je svojstvenog, aromatičnog mirisa i ukusa [6,7].

Koren omana sadrži 1-3 % etarskog ulja, gorke materije (seskviterpenski laktoni), polisaharid inulin, sluzi, poliine, triterpene, β -sitosterol, stigmasterol i dr. Etarsko ulje dobijeno hidrodestilacijom iz rizoma i korena je na sobnoj temperaturi u vidu žućkaste kristalaste mase koja na 30-40 °C postaje tečna. Iz etarskog ulja se izdvaja kristalna bezbojna masa bez mirisa (stearopten), koju čine dominantne komponente alantolakton, izoalantolakton, 11,13-dihidroisoalantolakton, 11,13-dihidroalantolakton (mešavina alantolaktinskih derivata je poznata kao helenalin ili omanov kamfor). Tečni deo ulja se sastoji iz alantola, koji ima prijatan miris na nanu. U etarskom ulju ima i azulena. U jesen, koren omana sadrži i do 44 % inulina, a prisutni su i pseudoinulin, inulenin i dr. [8,9].

U savremenoj medicini oman se upotrebljava kao prijatan antiseptik za disanje kod bronhijalnog katara, velikog kašlja, nadražajnog suvog kašlja i bronhitisa. Izolati korena omana ispoljavaju ekspektorantno, antitusično, baktericidno, holagogno, holeretično, anthelmitično i diuretično delovanje. Seskviterpenski laktoni imaju antifungalno i antitumorsko delovanje. Glavni aktivni principi su alantolakton, izoalantolakton i drugi seskviterpenlaktoni, koji i ispoljavaju antiflogistički i antibiotski efekat. Antimikrobna i antitumorska aktivnost je rezultat prisustva seskviterpenskih laktona. Prema Monografiji Komisije E, primena ekstraktivnih preparata korena omana se preporučuje kod tegoba respiratornog, gastrointestinalnog i urinarnog trakta. U tradicionalnoj medicini mnogih naroda, koren omana se upotrebljava u tretmanu bronhitisa, menstrualnih komplikacija, infekcija urinarnog trakta. Spolja, ekstraktivni preparati omana se koriste za saniranje nekih kožnih infekcija (suvog lišaja, svraba) i rana. U narodnoj medicini Belorusije, pored ostalog, priprema se čaj od cvetova omana i daje kod teškog disanja i iscrpljenosti, a oblogama od svežeg lišća leče razna kožna oboljenja [7-12].

Cilj našeg istraživanja bio je ispitivanje antimikrobne aktivnosti različitih izolata korena omana, *Inulae radix* na standardne mikroorganizme i kliničke izolate uzročnike kožnih oboljenja, kako bi se ispitala mogućnost njihovog korišćenja u preparatima za lečenje kožnih infekcija. Ispitivani izolati obuhvatili su etarsko ulje, dobijeno hidrodestilacijom (IH-HD) kao i etarsku (IH-SOX-E) i etanolnu (IH-SOX-Et) frakciju ekstrakata dobijenih u aparaturi po Soxhlet-u.

Ekperimentalni deo

Biljni materijal

Analizirani uzorak usitnjenih podzemnih organa omana (rizom sa korenjem) preuzet je iz Proizvodnog pogona Instituta za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", iz Beograda. Biljna sirovina je poreklom iz okoline Svrlijiga (jugoistočna Srbija), a identifikacija je urađena u Laboratoriji za Kontrolu kvaliteta Instituta i zavedena pod brojem 28991010.

Priprema izolata korena omana

Uzorci koji su korišćeni u ovom eksperimentu su etarsko ulje i ekstrakti. Etarsko ulje je dobijeno hidrodestilacijom (IH-HD), prema postupku opisanom u Ph. Jug. IV [13]. Ekstrakti su dobijeni višekratnom kontinuiranom ekstrakcijom organskim rastvaračem u Soxhlet aparaturi. Najpre je ekstrakcija vršena etrom, a dobijena etarska frakcija (IH-SOX-E) je uparena u vakuum uparivaču kako bi se odstranio ekstragens, a potom osušena na nižoj temperaturi do forme suvog ekstrakata. U istim hilznama sa drogom već ekstrahovanom etrom (korišćenom za dobijanje IH-SOX-E), postupak je ponovljen sa koncentrovanim etanolnom radi dobijanja etanolne frakcije ekstrakta korena omana (IH-SOX-Et). Etarsko ulje kao i etarska i etanolna frakcija ekstrakata čuvani su do analiziranja u tamnoj, dobro zatvorenoj posudi na +4 °C.

Bakterijski sojevi

Delovanje ekstrakata ispitivano je na sojevima bakterijskih vrsta koje su najčešći uzročnici infekcija kože kod ljudi. Osim referentnih sojeva bakterija iz kolekcija American Type of Culture Collection (ATCC), korišćeni su i sojevi izolovani iz uzoraka briseva kože poreklom od bolesnih ljudi tj. iz kliničkih materijala koji se dostavljaju na Katedra za mikrobiologiju, Fakulteta veterinarske medicine radi rutinskog mikrobiološkog ispitivanja. Izolacija i identifikacija izolovanih sojeva bakterija izvršena je primenom konvencionalnih bakterioloških metoda kao i primenom komercijalnih sistema za identifikaciju [14].

Ispitivanje antimikrobne aktivnosti

Za izolaciju i identifikaciju sojeva mikroorganizama koji su korišćeni za ova ispitivanja, primenjene su konvencionalne mikrobiološke metode. U cilju ispitivanja antimikrobnog delovanja biljnih izolata omana, primenjena je mikrodiluciona metoda u bujonu za određivanje vrednosti minimalne inhibitorne koncentracije (engl. Minimal inhibitory concentration, MIC), a prema preskripciji Clinical Laboratory Standards Institute, USA (CLSI) iz 2008. godine [15]. Metoda je izvođena u mikrotitracionim pločama sa „U“ dnom (Spektar, Čačak). Za ispitivanje antimikrobne aktivnosti biljnih ekstrakata korišćena je podloga Mueller Hinton II bujon sa korigovanom količinom jona kalcijuma i magnezijuma (CAMHB, Becton Dickinson). Kao rastvarači za etarsko ulje i biljne ekstrakte upotrebljen je dimetil sulfoksid (DMSO, Sigma Aldrich).

Ispitivano je antimikrobno delovanje ekstrakata u koncentracijama od 2560, 1280, 640, 320, 160, 80, 40, 20, 10, 5, 2,5, 1,25 i 0,625 µg/mL. Ekstrakti su prethodno rastvarani u DMSO u početnoj koncentraciji od 25600 µg/mL, razblaživani su u CAMHB 10 puta i time su dobijene početne koncentracije ekstrakata od 2560 µg/mL od kojih su potom pripremana dvostruka razblaženja do najniže ispitivane koncentracije. Tražena gustina inokuluma od 5×10^5 CFU/mL postignuta je tako što je uz primenu standarda 0,5 MacFarland skale (Becton Dickinson) najpre pripremljena suspenzija bakterija gustine približno $1-2 \times 10^8$ CFU/mL. Tako pripremljena suspenzija razblažena je 10 puta ($1-2 \times 10^7$ bakterija/mL), a 50 µL ove suspenzije ispitivanih bakterija zasejavano je u 1 mL CAMHB čime je postignuta finalna koncentracija inokuluma od 5×10^5 /mL. Inkubacija je vršena tokom 18-24 h na temperaturi od 37 °C. Za vrednost MIC ekstrakata uziman je bujon sa najmanjom koncentracijom ekstrakta u kojoj je izostao vidljivi rast bakterija.

Rezultati i diskusija

Rezultati ispitivanja antimikrobne aktivnosti etarskog ulja i ekstrakata korena omana su prikazani u Tabeli 1. U našem ispitivanju IH-SOX-E ispoljila je najbolju antimikrobnu aktivnost. Nešto slabiji antimikrobni potencijal

pokazalo je IH-HD, a najslabiji IH-SOX-Et.

Prema klasifikaciji antimikrobnog potencijala, zasnovanog na MIC vrednostima biljnih izolata, postoje tri nivoa aktivnosti: jaki inhibitori (MIC < 500 µg/mL), umereni inhibitori (600-1500 µg/mL) i slabi inhibitori (>1600 µg/mL) [16].

Etarska frakcija ekstrakta ispoljila je jaku antimikrobnu aktivnost prema svim testiranim mikroorganizmima, s tim da je najveću aktivnost pokazala prema kliničkom izolatu *C. albicans* (MIC < 1,25 µg/mL). Prema većini testiranih sojeva, etarsko ulje ispoljilo je takođe jaku antimikrobnu aktivnost, osim prema *S. aureus*, ATCC 25923 (umerena aktivnost). Etanolna frakcija korena omana je pokazala slab antimikrobni efekat prema 5 od 8 ispitivanih sojeva. Prema *S. aureus*, klinički izolat i MRSA, ATCC 33591 ovaj izolat ispoljio je umerenu, a prema *C. albicans*, klinički izolat jaku antimikrobnu aktivnost [16].

Prema gore navedenom, jedini mikroorganizam prema kome su svi ispitivani izolati korena omana pokazali jaku antimikrobnu aktivnost je klinički izolat *C. albicans*. Ipak, daleko najmanju MIC vrednost prema ovoj gljivici ispoljila je etarska frakcija ekstrakta, te se on u tom smislu može smatrati najjačim antifungalnim agensom.

Tabela 1. Dobijene vrednosti MIC (µg/mL) ispitivanih uzoraka: etarskog ulja (IH-HD), etarske frakcije Sohxlet ekstrakta (IH-SOX-E) i etanolne frakcije Sohxlet ekstrakta (IH-SOX-Et) korena omana protiv izabranih mikroorganizama

Table 1. Obtained MIC values (µg/mL) of the investigated samples: essential oil (IH-HD), ether fraction of Sohxlet extract (IH-SOX-E) and ethanol fraction of Sohxlet extract (IH-SOX-E) of elecampane root against chosen microorganisms

Red. broj	Mikroorganizmi	MIC (µg/mL)		
		IH-HD	IH-SOX-E	IH-SOX-Et
1.	<i>Streptococcus pyogenes</i> , klinički izolat	80	80	>2560
2.	<i>Staphylococcus aureus</i> , klinički izolat	40	40	640
3.	<i>Streptococcus aureus</i> , ATCC 25923	1280	160	>2560
4.	MRSA, klinički izolat	80	80	>2560
5.	MRSA, ATCC 33591	320	160	1280
6.	<i>Klebsiella pneumoniae</i> , klinički izolat	160	80	2560
7.	<i>Escherichia coli</i> , ATCC 25922	320	80	2560
8.	<i>Candida albicans</i> , klinički izolat	40	<1,25	320

Poznato je da je *C. albicans* najčešći izazivač dermatomikoza, a takođe se izoluje u više od 70 % onihomikoza [17]. Ova gljivica je uzročnik infekcija kože i sluzokože, ali i sistemskih infekcija koje se javljaju najčešće kod osoba sa oslabljenim imunitetom. Kako proces patogeneze nije potpuno rasvetljen, a antimikotici koji se najčešće koriste pokazuju neželjene efekte uz česte rezistencije, istraživanja novih, efikasnih agenasa potpuno su opravdana. Posebno su zanimljiva ispitivanja biljnih izolata kao mogućih antifungalnih agenasa

[18]. Rezultati našeg ispitivanja su u korelaciji sa rezultatima drugih autora. Istraživači iz Instituta za biologiju i ekologiju Prirodno-matematičkog fakulteta iz Niša objavili su detaljnu studiju o inhibitorno/baktericidnoj aktivnosti etarskog ulja korena omana (sirovina prikupljena u okolini Niša) protiv *S. aureus*. Pored toga, urađena je i detaljna hemijska analiza kako bi se odredilo koje su komponente ulja i delovi ovih molekula odgovorni za

antimikrobno delovanje. Najveću aktivnost su pokazali alantolakton, isoalantolakton i diplofilin. Etarsko ulje je ispoljilo potentnu antistafilokoknu aktivnost. Utvrđeno je da su seskviterpenski laktoni najaktivnije komponente ulja, odgovorne za prikazanu antimikrobnu aktivnost [19].

Takođe, ispitivana je i antimikrobna aktivnost izolata korena omana (etarsko ulje dobijeno hidrodestilacijom vodenom parom i ekstrakta koji je pripremljen postupkom natkritične ekstrakcije) na Gram(+), Gram(-) bakterije i *Candida* spp. Kao dominantne komponente, izolati su sadržavali alantolakton, isoalantolakton i β -elemen. Poređenje antimikrobne aktivnosti između ekstrakata dobijenih pomoću natkritičnog CO₂ i etarskog ulja sugerise na zaključak da je etarsko ulje aktivniji antimikrobni agens. Etarsko ulje korena omana ima jaču antifungalnu aktivnost od etarskog ulja čajnog drveta i ulja bergamota [20].

Do sada objavljeni radovi uglavnom su se bavili ispitivanjem antimikrobne aktivnosti etarskog ulja korena omana [19,20]. U našem ispitivanju etarsko ulje je pokazalo značajnu antimikrobnu aktivnost, međutim kao najpogodniji antimikrobni agens istakao se ekstrakt dobijen u Soxhlet aparaturi, sa etrom kao ekstragensom. Izrazito nisku MIC vrednost, ovaj uzorak pokazao je prema kliničkom izolatu *C. albicans*. Sa druge strane, etanolna frakcija ekstrakta dobijenog istim postupkom, pokazala je najslabiju antimikrobnu aktivnost. U tom smislu, razumno je pretpostaviti da su aktivne komponente odgovorne za ovu farmakološku aktivnost lipofilne prirode. Međutim, detaljna hemijska analiza ekstrakata neophodna je radi dokazivanja navedenih tvrdnji.

Zaključak

Rezultati naših ispitivanja pokazuju da se izolati korena omana (etarska i etanolna frakcija ekstrakata dobijenih u Soxhlet aparaturi i etarsko ulje) mogu koristiti za inkorporiranje u fitopreparate namenjene za spoljašnju primenu kod kožnih infekcija, naročito gljivičnih infekcija izazvanih *C. albicans*. Najbolju efikasnost pokazuje etarska frakcija ekstrakta, pa dalja ispitivanja treba usmeriti ka identifikaciji antimikrobnih aktivnih materija u ovom izolatu.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja za finansijsku podršku (Projekat III 45017).

Literatura

- [1] M. M. Cowan, Plant products as antimicrobial agents, *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4) (1999) 564 - 582.
- [2] G. Brooks, J. Butel, S. Morse, Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical microbiology, 23th ed, The McGraw-Hill Companies, London, 2004, p. 223.
- [3] D. M. Elston, Epidemiology and prevention of skin and soft tissue infections, *Cutis*, 73(5) (2004) 3 - 7.
- [4] K. A. Gehrig, E. M. Warshaw, Allergic contact dermatitis to topical antibiotics: Epidemiology, responsible allergens, and management, *Journal of the American Academy of Dermatology*, 58(1) (2008) 1 - 21.
- [5] J. Gisby, J. Bryant, Efficacy of a New Cream Formulation of Mupirocin: Comparison with Oral and Topical Agents in Experimental Skin Infections, *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 44(2) (2000) 255 - 260.
- [6] M. Sarić, Lekovite biljke SR Srbije, SANU, Beograd, 1989, str. 320.
- [7] J. Tucakov, Lečenje biljem, Rad, Beograd, 1990, str. 521.
- [8] PDR for Herbal Medicines, Second edition, Medicinal Economics Company, Montvale, New Jersey, 2000, p. 274.
- [9] M. Wichtl, Teedrogen und Phytopharmaca, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 2002, p. 254.
- [10] E. J. Park, Y. M. Kim, S. W. Park, H. J. Kim, J. H. Lee, D. U. Lee, K. C. Chang, Induction of HO-1 through p38 MAPK/Nrf2 signaling pathway by ethanol extract of *Inula helenium* L. reduces inflammation in LPS-activated RAW 264.7 cells and CLP-induced septic mice, *Food and Chemical Toxicology*, 55 (2013) 386 - 395.
- [11] Y. Li, Z. Y. Ni, M. C. Zhu, M. Dong, S. M. Wang, Q. W. Shi, M. L. Zhang, Y. F. Wang, C. H. Huo, H. Kiyota, B. Cong, Antitumor activities of sesquiterpene lactones from *Inula helenium* and *Inula japonica*, *Zeitschrift fur naturforschung aection C. Journal of Biosciences*, 67(7-8) (2012) 375 - 380.
- [12] D. C. Dorn, M. Alexenizer, J. G. Hangstler, A. Dorn, Tumor cell specific toxicity of *Inula helenium* extracts, *Phytotherapy research*, 20(11) (2006) 970 - 980.
- [13] Farmakopeja SFRJ, Pharmacopoea Jugoslavica, editio quarta (Ph. Jug. IV), Savezni zavod za zdravstvenu zaštitu, Beograd, 1984, str.126.
- [14] I. Žižovic, J. Ivanović, D. Mišić, M. Stamenić, S. Đorđević, J. Kukić-Marković, S. Petrovic, SFE as a superior technique for isolation of extracts with strong antibacterial activities from lichen *Usnea barbata* L., *Journal of supercritical fluids*, 72 (2012) 7 - 14.
- [15] Clinical and Laboratory Standards Institute, Performance standards for antimicrobial susceptibility testing, Twentieth informational supplement, CLSI document M100-S20, Wayne, 2010.
- [16] N. Aligiannis, E. Kalpoutzakis, S. Mitaku, I. B. Chinou, Composition and antimicrobial activity of the essential oils of two *Origanum* species, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49 (2001) 4168 - 4170.
- [17] S. Đorđević, Farmakognozijsko proučavanje *Carlina acaulis* subsp. *caulescens* i *Carlina acanthifolia* subsp. *utzka* (Asteraceae), Doktorska disertacija, Farmaceutski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 2008.
- [18] V. Agarwal, P. Lal, V. Pruthi, Effect of Plant Oils on *Candida albicans*, *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 43(5) (2010) 447 - 451.
- [19] Z. Stojanović-Radić, Lj. Comić, N. Radulović, P. Blagojević, M. Denić, A. Miltojević, J. Rajković, T. Mihajilov-Krstev, Antistaphylococcal activity of *Inula helenium* L. root essential oil: Eudesmane sesquiterpene lactones induce cell membrane damage, *European Journal of clinical microbiology*, 31(6) (2012) 1015 - 1025.

- [20] A. Deriu, S. Zanetti, L. A. Sechi, B. Marongiu, A. Piras, S. Porcedda, E. Tuveri, Antimicrobial activity of *Inula helenium* L. essential oil against Gram-positive and Gram-negative bacteria and *Candida* spp., International Journal of Antimicrobial Agents, 31(6) (2008) 581 - 592.

Summary

ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF ELECAMPANE ROOT ISOLATES

Ana R. Žugić¹, Sofija M. Đorđević¹, Vanja M. Tadić¹, Ivana A. Arsić², Dušan R. Mišić³

(ORIGINAL SCIENTIFIC PAPER)
UDK 633.88:66.061.34:615.262

¹Institute for Medicinal Plant Research "Dr Josif Pančić", Belgrade, Serbia

²Faculty of Medicine, University of Niš, Serbia

³Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade, Serbia

Elecampane (*Inula helenium* L., Asteraceae), a well-known traditional medicinal herb, and its root (*Inulae radix*) have been used as antiseptics, expectorants, diuretics and bactericidal agents. The aim of this study was to investigate the antimicrobial activity of different *Inulae radix* isolates against microorganisms that commonly cause skin infections. The essential oil obtained by hydrodistillation (IH-HD) and Soxhlet extracts, ether (IH-SOX-E) and ethanol (IH-SOX-Et) fractions were investigated. The isolates were dissolved in DMSO at the concentration of 2560 to 0.625 µg/mL. The antimicrobial activity was tested by using the microdilution method against reference bacterial strains and clinical isolates from skin swabs. IH-SOX-E exhibited a strong antimicrobial activity against all tested strains, IH-HD as well, with the exception of *S. aureus*, ATCC 25923 (moderate activity), while IH-SOX-Et showed a strong activity only against clinical isolate of *C. albicans*. The results of our study indicate that elecampane root isolates may be used for incorporation into phytopreparations for topical application in treating skin infections, especially those caused by *C. albicans*. the most possible sites for interactions with other compounds.

Keywords: *Inula helenium*, essential oil, extracts, antimicrobial activity