

## Działanie olejku szałwiowego (*Oleum Salviae lavandulaefoliae*) na bakterie tlenowe izolowane z jamy ustnej, dróg oddechowych i przewodu pokarmowego

<sup>1</sup>Zakład Mikrobiologii Jamy Ustnej, Katedra Mikrobiologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego  
Kierownik Zakładu i Katedry: dr hab. Anna Kędzia, prof. nadzw.

<sup>2</sup>Zakład Mikrobiologii Molekularnej i Serologii, Krajowy Ośrodek Salmonella  
Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego  
p.o. Kierownik: dr Danuta Kunikowska

<sup>3</sup>Klinika Diabetologii i Otyłości Wieku Rozwojowego, Katedra Auksologii Klinicznej  
i Pielęgniarstwa Pediatricznego Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu

<sup>4</sup>Zakład Ortodoncji Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego  
Kierownik Zakładu: dr hab. Anna Wojtaszek-Słomińska

<sup>5</sup>Praktyka prywatna, Gdańsk

### ACTIVITY OF OLEUM SALVIAE (SPANISH SAGE ESSENTIAL OIL) AGAINST AEROBIC BACTERIA ISOLATED FROM ORAL CAVITY, RESPIRATORY AND GASTROINTESTINAL TRACT

#### SUMMARY

The genus *Salvia* L. belongs to the Lamiaceae family and include about 900 species, which dispersed worldwide. Some species of *Salvia* are extensively used in folk medicine. Spanish Sage essential oil posses antioxidant, anti-inflammatory, oestrogenic, anticholinesterases and antimicrobial activity. The aim of this study was to evaluate the effect of the Spanish Sage essential oil on aerobic bacteria isolated from various infections. The investigations of susceptibility included 31 strains of aerobic bacteria isolated from oral cavity, respiratory tract and gastrointestinal tract and 7 reference strains. The following genera of bacteria were tested: *Staphylococcus* (6 strains), *Enterococcus* (4), *Corynebacterium* (2), *Klebsiella* (2), *Acinetobacter* (3), *Escherichia* (3), *Citrobacter* (2), *Pseudomonas* (4), *Serratia* (2), *Salmonella* (3) and reference strains from genus: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Acinetobacter baumannii* ATCC 19606, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Citrobacter freundii* ATCC 8090 and *Corynebacterium xerosis* ATCC 373. The minimal inhibitory concentration (MIC) was performed by means plate dilution techniques in Mueller-Hinton agar. Inoculum containing 10<sup>5</sup> CFU/spot was seeded with Steers replicator upon the surface of agar with and without essential oil (strains growth control). Incubation the plates was performed for 24 hrs at 37°C in aerobic conditions. The MIC was defined as the lowest concentrations of the Spanish Sage essential oil that inhibited growth of aerobes. The results indicated that the most susceptible to the oil was Gram-positive cocci from genus of *Staphylococcus epidermidis* (MIC = 0,5-2,0 mg/ml) and Gram-positive rods from genus *Corynebacterium xerosis* (MIC=2,0 mg/ml). The strains of *Enterococcus faecalis* were less susceptible (MIC = 1,0-≥4,0 mg/ml). The Gram-negative rods were less sensitive (MIC = 2,0-≥4,0 mg/ml). Only strains of *Klebsiella pneumoniae* were sensitive to concentrations 2,0-4,0 mg/ml. Remaining tested Gram-negative

rods were susceptible to ≥4,0 mg/ml. The strains of *Pseudomonas aeruginosa* and *Salmonella enterica* were the lowest sensitive to oil (MIC >4,0 mg/ml). The Spanish Sage essential oil was more active against Gram-positive strains than Gram-negative rods.

#### KEY WORDS: SPANISH SAGE ESSENTIAL OIL – SUSCEPTIBILITY – AEROBIC BACTERIA – INFECTIONS

Rodzaj *Salvia* (rodzina Lamiaceae) obejmuje ok. 900 gatunków, które są rozpowszechnione na całym świecie. Jej nazwa pochodzi od łacińskiego słowa *salvare*, oznaczające uratować, ocalić. Niektóre gatunki szaławii są stosowane od wieków w medycynie ludowej, ze względu na ważne działanie farmakologiczne. Właściwości lecznicze szaławii lekarskiej (*Salvia officinalis*) i *Salvia lavandulaefoliae* opisano w wielu publikacjach (1-23). Liście i ziele wymienionych roślin zawierają w większości te same substancje czynne, jednak różnią się one ilościami. W lecznictwie stosuje się przede wszystkim liście, z których otrzymuje się olejek eteryczny. Głównymi składnikami olejku *Salvia lavandulaefoliae* są: kamfora (20-30%), 1,8-cineol (15-30%), borneol (3-15%) i β-pinen (5-12%), a w mniejszych ilościach występują: α-pinen (4-7%), octan sabinylu i borneolu (1-5%), limonen (2%), karwakrol, kwas rozmarynowy, luteinol, linalol, geraniol, α-terpineol i γ-terpinen (≤ 1%) (9, 12, 14, 24, 25). Olejek może też zawierać śladowe ilości tujonu, który w dużym stężeniu działa na organizm toksycznie (9, 24). Ponadto dwa związki, tj. β-myrcen i β-trans-ocymen, są wykorzystywane jako chemotaksonomiczne markery gatunku *Salvia lavandulaefoliae*.

Doświadczenia wykazały, że zarówno wyciągi z liści szałwii (*S. lavandulaefoliae*), jak i olejek eteryczny stosowane są w chorobie Alzheimerera. Jest to przewlekła degeneracyjna choroba mózgu prowadząca do demencji. Leczenie polega na stosowaniu inhibitorów acetylocholinesterazy, które tylko w niewielkim stopniu opóźniają utratę pamięci, lecz nie hamują rozwoju choroby. Badania przeprowadzone przez Houghtona (27) wskazują, że monoterpény cykliczne, tj. 1,8-cineol i  $\alpha$ -pinen oraz kamfora są odpowiedzialne za hamowanie acetylocholinesterazy. Hamujące działanie olejków uzyskanych z *Salvia officinalis* i *Salvia lavandulaefoliae* na acetylocholinesterazę zostało udowodnione w doświadczeniach *in vivo* na zwierzętach i w badaniach klinicznych (9, 12, 14, 18, 28-30).

Ponadto Tildesley i wsp. (17) w badaniach przeprowadzonych na zdrowych młodych ochotnikach wykazali, że olejek z *Salvia lavandulaefoliae* poprawia pamięć. Natomiast na przeciwzapalne właściwości olejku zwrócili uwagę Bingol i wsp. (31), Perry i wsp. (32) oraz Wagner i wsp. (33). Uważają oni, że za przeciwzapalną aktywność odpowiedzialne są występujące w olejku: karwakrol i  $\alpha$ -pinen. Inne doświadczenia wskazują na przeciwutleniające właściwości olejku (9, 12, 14, 15, 17, 19, 20, 34, 35). Takie działania wykazują wyciągi etanolowe *Salvia lavandulaefoliae* oraz niektóre składniki olejku eterycznego, w tym 1,8-cineol, linalol,  $\alpha$ - i  $\beta$ -pinen (9, 12, 15, 34, 35).

Stwierdzono też, że wyciągi, olejek i składniki (geraniol) wykazują działanie estrogenne (9, 12). Podobnie jak *Salvia officinalis*, *Salvia lavandulaefoliae* stosowana jest w zaburzeniach żołądkowych i biegunkach. Wyciągi z liści *Salvia lavandulaefoliae* są używane do płukania jamy ustnej i gardła w stanach zapalnych. Olejek eteryczny nie wywiera działania drażniącego i fotouczulającego (36). Ze względu na zapach zbliżony do olejku rozmarynowego, olejek szałwiowy jest dodawany do perfum, mydeł, kremów i detergentów. Wyciągi oraz olejek z liści *Salvia lavandulaefoliae* wykazują aktywność przeciwdrobnoustrojową (7, 24, 25, 37-41). Dotychczas przeprowadzone badania przede wszystkim dotyczyły grzybów drożdżopodobnych, dermatofitów i grzybów pleśniowych (24, 39-41). Brakuje informacji na temat aktywności olejku z *Salvia lavandulaefoliae* wobec bakterii tlenowych.

### Cel pracy

Celem badań była ocena działania olejku szałwiowego (*Salvia lavandulaefoliae*) na bakterie tlenowe wyizolowane z różnych zakażeń szpitalnych.

## Materiały i metody

Bakterie tlenowe wykorzystane do badań zostały wyhodowane z materiałów pobranych od pacjentów z zakażeniami w obrębie jamy ustnej, górnych dróg oddechowych i przewodu pokarmowego. Należały one do następujących rodzajów: *Staphylococcus* (6 szczepów), *Enterococcus* (4), *Corynebacterium* (2), *Klebsiella* (2), *Acinetobacter* (3), *Escherichia* (3), *Citrobacter* (2), *Pseudomonas* (4), *Serratia* (2) i *Salmonella* (3). Do badań włączono też 7 szczepów wzorcowych z gatunków: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Acinetobacter baumannii* ATCC 19606, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Citrobacter freundii* ATCC 8090 i *Corynebacterium xerosis* ATCC 373. Badanie wrażliwości (MIC) wymienionych bakterii tlenowych na olejek szałwiowy (*Oleum Salviae lavandulaefoliae*) (Avicenna-Oil, Wrocław) przeprowadzono metodą seryjnych rozcieńczeń w agarze Muellera-Hintona (42). Przed doświadczeniem 100 mg olejku rozpuszczano w 1 ml DMSO (Serva). Dalsze rozcieńczenia były wykonywane w jałowej wodzie destylowanej, w celu uzyskania stężeń: 4,0, 2,0, 1,0, 0,5, 0,25, 0,12 mg/ml. Zawiesinę zawierającą 10<sup>5</sup> drobnoustrojów (CFU) na kroplę, наносzono aparatem Steersa na powierzchnię agaru zawierającego olejek i bez olejku (kontrola wzrostu drobnoustrojów). Podłoża z posiewami i kontrolne poddano inkubacji w temp. 37°C przez 24 godziny. Za najmniejsze stężenie hamujące (MIC) uznano takie rozcieńczenie olejku szałwiowego, które całkowicie hamowało wzrost badanych bakterii tlenowych.

## Wyniki i omówienie

Uzyskane wyniki badań wrażliwości na olejek szałwiowy (*Oleum Salviae lavandulaefoliae*) wyhodowanych z zakażeń bakterii tlenowych zamieszczono w tabeli 1, a szczepów wzorcowych w tabeli 2. Spośród testowanych bakterii 71% było wrażliwych na olejek w zakresie stężeń 0,5-4,0 mg/ml. Pozostałe szczepy wymagały do zahamowania wzrostu stężeń powyżej 4,0 mg/ml.

Spośród Gram-dodatnich ziarniaków największą wrażliwość wykazały szczepy z gatunku *Staphylococcus epidermidis* (MIC w zakresie 0,5-2,0 mg/ml) oraz Gram-dodatnie pałeczki z gatunku *Corynebacterium xerosis* (MIC = 2,0 mg/ml). Niższą wrażliwością charakteryzowały się szczepy z gatunku *Staphylococcus aureus*, których wzrost był hamowany w stężeniach wynoszących 2,0-4,0 mg/ml oraz enterokoki (MIC = 1,0-≥4,0 mg/ml). Olejek eteryczny wykazał aktywność w zakresie 0,5-4,0 mg/ml wobec 92% testowanych szczepów Gram-dodatnich bakterii tlenowych. Szczepy *Staphylococcus aureus*, które

**Tabela 1.** Wrażliwość na olejek szałwiowy (*Oleum Salviae lavandulaefoliae*) 31 szczepów bakterii tlenowych.

Drobnoustroje	Liczba szczepów	Najmniejsze stężenie hamujące MIC (mg/ml)					
		≥ 4,0	2,0	1,0	0,5	0,25	0,12
<i>Staphylococcus aureus</i>	3	2	1				
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	3		1		2		
<i>Enterococcus faecalis</i>	4	1	2	1			
<i>Corynebacterium xerosis</i>	2		2				
<b>Gram-dodatnie bakterie tlenowe ogółem</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2	1	1				
<i>Acinetobacter baumannii</i>	3	3					
<i>Escherichia coli</i>	3	3					
<i>Citrobacter freundii</i>	2	2					
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	2					
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	2	2					
<i>Serratia marcescens</i>	2	2					
<i>Salmonella enterica</i> *	3	3					
<b>Gram-ujemne bakterie tlenowe ogółem</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>1</b>				
Bakterie tlenowe ogółem	31	21	7	1	2		

\**Salmonella enterica* subsp. *enterica* serowar *Enteritidis* KOS 64,  
*Salmonella enterica* subsp. *enterica* serowar *Typhimurium* KOS 64,  
*Salmonella enterica* subsp. *enterica* serowar *Hadar* KOS 1277

**Tabela 2.** Wrażliwość na olejek szałwiowy (*Oleum Salviae lavandulaefoliae*) 7 szczepów wzorcowych bakterii tlenowych.

Drobnoustroje	Liczba szczepów	Najmniejsze stężenie hamujące MIC (mg/ml)					
		≥ 4,0	2,0	1,0	0,5	0,25	0,12
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	1	1					
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	1		1				
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 13883	1	1					
<i>Acinetobacter baumannii</i> ATCC 19606	1	1					
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	1	1					
<i>Citrobacter freundii</i> ATCC 8090	1	1					
<i>Corynebacterium xerosis</i> ATCC 373	1		1				

oceniali Pierozan i wsp. (25) wykazały znaczną wrażliwość na olejek z *S. lavandulaefoliae* (MIC = 2,31 mg/ml), a szczepy *Enterococcus faecalis* nieco niższą (MIC = 4,62 mg/ml). W naszych badaniach pojedyncze szczepy wymienionych gatunków wykazały zbliżoną wrażliwość (odpowiednio MIC = 2,0 i 4,0 mg/ml).

Znacznie niższą wrażliwość wykazały Gram-ujemne pałeczki. Olejek szałwiowy okazał się najbardziej aktywny wobec szczepów z gatunku *Klebsiella pneumoniae* (MIC = 2,0-4,0 mg/ml) i *Escherichia coli* (MIC = 4,0 mg/ml). Pozostałe badane Gram-ujemne pałeczki były wrażliwe na stężenie olejku wynoszące 4,0 mg/ml

(44%) lub wyższe (17%). Najniższą wrażliwością charakteryzowały się pałeczki z gatunku *Pseudomonas aeruginosa* i szczepy z gatunku *Salmonella enterica* (MIC > 4,0 mg/ml). Nasze wyniki okazały się zbliżone do uzyskanych przez Pierozana i wsp. (25) w przypadku Gram-ujemnych pałeczek z gatunku *Serratia marcescens* (MIC = 6,92 mg/ml, a w naszych badaniach > 4,0 mg/ml), *Salmonella enterica* (MIC = 4,62 mg/ml, a w naszych badaniach > 4,0 mg/ml) i *Escherichia coli* (MIC = 4,62 mg/ml, a w naszych badaniach MIC = 4,0 mg/ml).

Testowane przez nas szczepy wzorcowe były wrażliwe w zakresie stężeń 2,0- ≥ 4,0 mg/ml. Warto podkreślić, że olejek szałwiowy (*Oleum Salviae lavandulaefoliae*) był bardziej aktywny wobec Gram-dodatnich bakterii tlenowych (75% wrażliwych w stężeniach 0,5-2,0 mg/ml), niż Gram-ujemnych pałeczek (5% szczepów wrażliwych na stężenie 2,0 mg/ml, MIC pozostałych szczepów ≥ 4,0 mg/ml).

### Wnioski

1. Największą wrażliwością na olejek szałwiowy (*Oleum Salviae lavandulaefoliae*) charakteryzowały się szczepy z gatunku *Staphylococcus epidermidis*.
2. Najniższą wrażliwość na olejek wykazały szczepy Gram-ujemnych pałeczek tlenowych z gatunku *Pseudomonas aeruginosa* i *Salmonella enterica*.
3. Olejek był bardziej aktywny wobec Gram-dodatnich bakterii niż Gram-ujemnych bakterii tlenowych.

### Piśmiennictwo

1. Longaray-Dalmare AP, Moschen-Pistorello IT, Artico L i wsp. Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil. *Food Chem* 2007; 100:603-8. 2. Eidi M, Eidi A, Zamanizadeh H. Effect of *Salvia officinalis* L. leaves on serum glucose and insulin in healthy and streptozotocin-induced diabetic rats. *J Ethnopharmacol* 2005; 100:310-13. 3. Cuvelier ME, Berset C, Richard H. Antioxidant constituents in sage (*Salvia officinalis*). *J Agric Food Chem* 1994; 42:665-69. 4. Ferreira A, Proenca C, Serralheiro MLM i wsp. The *in vitro* screening for acetylcholinesterase inhibition and antioxidant activity of medicinal plants from Portugal. *J Ethnopharmacol*. 2006; 108:31-7. 5. Lima CF, Andrade PB, Seabra RM i wsp. The drinking of *Salvia officinalis* infusion improves liver antioxidant status in mice and rats. *J Ethnopharmacol* 2005; 97:383-89. 6. Kusiak A, Kędzia A, Bochniak M i wsp. The activity *in vitro* of sage essential oils (*Ol. Salviae*) against anaerobic bacteria isolated from infection of oral cavity. *Pol J Environ Study* 2009; 18(6A):132-36. 7. Celikel N, Kavas G. Antimicrobial properties of some essential oils against some pathogenic microorganisms. *Czech J Food Sci* 2008; 26:174-81. 8. Umbelen A. Cardioactive and antibacterial terpenoids from some *Salvia* species. *Phytochem* 2004; 62(2):395-9. 9. Perry NLS, Bollen C, Perry EK i wsp. *Salvia* for dementia therapy: review of pharmacological activity and pilot tolerability clinical trial. *Pharmacol Biochem Behavior* 2003; 75:651-9. 10. Todorov S, Philianos S, Petkov V i wsp. Experimental pharmacological study of three species from genus *Salvia*. *Acta Physiol Pharmacol Bulg* 1984; 10(2):13-20. 11. Krause-Baranow-

ska M. Właściwości lecznicze szaławii – wyniki badań. *Panacea* 2005; 1:18-9. 12. Perry NLS, Houghton PJ, Sampson J i wsp. *In vitro* activity of *S. lavandulaefoliae* (Spanish sage) relevant to treatment of Alzheimer's disease. *J Pharm Pharmacol* 2001; 53(10): 1347-56. 13. Zarzuelo A, Risco S, Gamez MJ i wsp. Hypoglycemic action of *Salvia lavandulifolia* Vahl. ssp. *oxyodon*: a contribution to studies on the mechanism of action. *Life Sci* 1990; 47:909-15. 14. Yalla Reddy K, Mohana-Lakshmi S i wsp. Review of effect of natural memory enhancing drugs on dementia. *Int J Phytopharmacol* 2010; 1(1):1-7. 15. Zupko I, Hohmann J, Redei D i wsp. Antioxidant activity of leaves of *Salvia* species in enzyme-dependent and enzyme independent system of lipid peroxidation and their phenolic constituents. *Planta Med* 2001; 67:366-8. 16. Naghibi F, Mosaddegh M, Mohammadi-Motamed S i wsp. *Labiateae* family in folk medicine in Iran: from ethnobotany and pharmacology. *Iran J Pharmaceut Res* 2005; 2:63-79. 17. Tildesley NTJ, Kennedy DO, Perry KK i wsp. *Salvia lavandulaefolia* (Spanish Sage) enhances memory in health young volunteers. *Pharmacol Biochem Behav* 2003; 75:669-74. 18. Perry N, Houghton PJ, Jenner P. Inhibition of erythrocyte acetylcholinesterase by droplet counter-current chromatography fraction of *S. lavandulaefolia* oil. *J Pharm Pharmacol* 1997; 49:34-42. 19. Tyler VE. *Phytomedicines in Western Europe: potential impact on herbal medicine in the United States. Human medicinal agents from plants. Am Chem Soc* 1993; 6:25-37. 20. Silva I, Mor G, Naftolin F. Estrogen and the aging. *Maturitas* 2001; 38:95-101. 21. Mantle D, Pickering AT, Perry EK. Medicinal plant extracts for the treatment of dementia: a review of their pharmacology, efficacy and tolerability. *CNS Drug* 2001; 13:201-13. 22. Wong JW, Hashimoto K, Shibamoto T. Antioxidant activities of Rosemary and Sage extracts and vitamin E in a model meat system. *J Agric Food Chem* 1995; 43:2707-12. 23. Wolski T, Holderna-Kędzia E, Ludwiczuk A. Ocena składu chemicznego oraz aktywności przeciwdrobnoustrojowej olejków eterycznych i preparatów galenowych otrzymywanych z liści rozmarynu i szaławii lekarskiej. *Post Fitoter* 2001; 4:6-11. 24. Jirovetz L, Buchbaner G, Denkova Z i wsp. Chemical composition, antimicrobial activities and odor descriptions of various *Salvia* sp. and *Thuja* sp. essential oils. *Ernahrung/Nutrition* 2006; 30(4):152-9. 25. Pierozan MK, Pauletti GF, Rota L i wsp. Chemical characterization and antimicrobial activity of essential oils of *Salvia* L. species. *Cienc Techol Aliment Campinas* 2009; 29(4):764-70. 26. Rzepa J, Wojtal Ł, Staszek D i wsp. Fingerprint of selected *Salvia* species by HS-GC-MS analysis of their volatile fraction. *J Chromat Sci* 2009; 47(7):575-80. 27. Houghton PJ. Activity and constituents of sage relevant to the potential treatment of symptoms Alzheimer's disease. *Herba/Gran* 2004; 61:38-43. 28. Perry NLS, Houghton PJ, Jenner P i wsp. *S. lavandulaefolia* essential oil inhibits cholinesterase *in vivo*. *Phytomed* 2002; 9:48-51. 29. Perry N, Court G, Biolet N i wsp. European herbs with cholinergic activities. Potential in dementia therapy. *Int J Geriatr Psychiatry* 1996; 11:1063-9. 30. Perry NLS, Houghton PJ, Theobald AE i wsp. *In vitro* inhibition of erythrocyte acetylcholinesterase by *Salvia lavandulaefolia* essential oil and constituent terpenes. *J Pharm Pharmacol* 2001; 53:1347-56. 31. Bingol LM, Sener BA. Review of terrestrial plants and marine organisms having anti-inflammatory activity. *Int J Pharmacognosy* 1995; 33(2):81-97. 32. Perry NLS, Houghton PJ, Theobald AE, i wsp. *In vitro* inhibition of erythrocyte acetylcholinesterase by *Salvia lavandulaefolia* oil and constituent terpenes. *J Pharm Pharmacol* 2000; 52:895-902. 33. Wagner H, Wierer M, Bauer R. *In vitro* inhibition of prostaglandin biosynthesis by essential oils and phenolic compounds. *Planta Med* 1986; 52:184-7. 34. Adam JN, Sivropoulou A, Kokkini S i wsp. Antifungal activities of *Origanum vulgare* subsp. *Hirtum*, *Mentha spicata*, *Lavandula angustifolia* and *Salvia fruticosa* essential oils against human pathogenic fungi. *J Agric Food Chem* 1998; 46:1739-45. 35. Dorman HJP, Deans SG,

- Noble RC. Evaluation *in vitro* plant essential oils as natural antioxidants. *J Essent Oil Res* 1995; 7:645-51. **36.** Leung AY. Encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs and cosmetics. 1<sup>st</sup> ed. John Wiley 1980. **37.** Molinos AC, Abriouel H, Lopez RL i wsp. Enhanced bactericidal activity of enterocin AS-48 in combination with essential oils, natural bioactive compounds and chemical preservatives against *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat salad. *Food Chem Toxicol* 2009; 47:2216-23. **38.** Trombetta D, Castelli F, Sarpietro MG i wsp. Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes. *Antimicrob Agents Chemother* 2005; 49(6):2474-8. **39.** Maruzzella J, Liguori L. The *In vitro* antifungal activity of essential oils. *J Am Pharm Assoc* 1956; 47(4):250-4. **40.** Lee JH, Lee JS. Inhibitory effect of plant essential oils on *Malassezia pachydermatis*. *J Appl Biol Chem* 2010; 53(3):184-88. **41.** Lee JH, Lee JS. Chemical composition and antifungal activity of plant essential oils against *Malassezia furfur*. *Kor J Microbiol Biotechnol* 2010; 38(3):315-21. **42.** Clinical and Laboratory Standards Institute/ NCCLS: Methods for dilution antimicrobial susceptibility testing for bacteria that grow aerobically. Approved standards 7<sup>th</sup> ed. CLSI document M7- A7. Wayne 2006.

Received: 07.11.2011

Accepted: 21.11.2011

Adres/address:

\*dr hab. Anna Kędzia, prof. nadzw.  
Zakład Mikrobiologii Jamy Ustnej, Katedra Mikrobiologii  
Gdański Uniwersytet Medyczny  
ul. Do Studzienki 38, 80-227 Gdańsk  
tel.: +48 (58) 349-21-85  
e-mail: zmju@amg.gda.pl