

*Karolina Kraśniewska¹, Małgorzata Gniewosz¹, Olga Kosakowska²,
Katarzyna Pobiega¹

Ocena składu chemicznego oraz właściwości przeciwdrobnoustrojowych olejku eterycznego z lawendy wąskolistnej (*Lavandula angustifolia* L.) w powszechnie dostępnym preparacie handlowym

Chemical composition and antimicrobial properties of essential oil from lavender (*Lavandula angustifolia* L.) in commercial available preparation

¹Zakład Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Wydział Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Kierownik Zakładu: dr hab. Stanisław Błażejczak, prof. SGGW

²Katedra Roślin Warzywnych i Leczniczych, Wydział Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Kierownik Katedry: prof. dr hab. Janina Gajc-Wolska

SUMMARY

Introduction. Lavender is one of the most popular plants in the world. The significant use of essential oil derived from lavender (*Lavandula angustifolia* L.) are observed in alternative medicines such as phytotherapy and aromatherapy.

Aim. The aim of the study was to examine the chemical composition of lavender oil and to determinate the minimal inhibitory concentration and minimal bactericidal and fungicidal concentration against the test strains of bacteria, yeasts and moulds.

Material and methods. The chemical composition of lavender oil was determined by gas chromatography GC/FID. The antimicroorganisms activity of the lavender oil was evaluated by minimal inhibitory concentration with use of serial macrodilution method and minimal bactericidal/fungicidal concentration. The oil were tested in a concentration range from 0.078 to 80 mg/ml.

Results. In the analyzed essential oil 18 compounds were determined. The percentage content of its compounds was 92.57%. The primary components of the analyzed lavender essential oil were linalool (37.11%) and linalool acetate (34.96%) – compounds which belong to oxygenated monoterpenes fraction. The study showed antimicroorganisms activity of tested essential oil against bacteria in range of 1.25-40 mg/ml, in turn of yeasts and molds the extent of activity were in range of 1.25-10 mg/ml.

Conclusions. The results of this study confirmed the antimicroorganisms activity of lavender essential oil. This essential oil can be useful as therapeutic agent especially against pathogens that infect human and antibiotic-resistance microorganisms.

Keywords: lavender, essential oil, chemical composition, antimicroorganisms activity

STRESZCZENIE

Wstęp. Lawenda jest jedną z najbardziej popularnych roślin na świecie. Szczególne znaczenie dla fitoterapii i aromaterapii odgrywa olejek eteryczny pozyskiwany z lawendy wąskolistnej (*Lavandula angustifolia* L.).

Cel pracy. Celem badań było oznaczenie składu chemicznego olejku lawendowego oraz określenie jego minimalnego stężenia hamującego oraz minimalnego stężenia bakteriobójczego i grzybobójczego względem wybranych szczepów bakterii oraz grzybów drożdżoidalnych i pleśniowych.

Materiał i metody. Skład chemiczny olejku lawendowego oceniono przy użyciu chromatografii gazowej GC/FID. Aktywność przeciwdrobnoustrojową olejku eterycznego określono, wyznaczając minimalne stężenie hamujące wzrost badanego szczepu za pomocą metody seryjnych rozcieńczeń oraz minimalnego stężenia bójczego. Badany zakres stężeń olejku wynosił 0,078-80 mg/ml.

Wyniki. Przeprowadzona analiza składu chemicznego ocenianego olejku lawendowego pozwoliła na zidentyfikowanie 18 związków chemicznych o łącznej procentowej zawartości 92,57%. Związkami dominującymi w badanym oleju były linalol (37,11%) i octan linalilu (34,96%) – związki należące do frakcji monoterenoidów. W badaniu stwierdzono, że olejek wykazuje aktywność

przeciwdrobnoustrojową względem szczepów bakteryjnych w zakresie od 1,25 do 40 mg/ml, z kolei względem grzybów drożdżoidalnych i pleśniowych zakres tej aktywności mieścił się w granicach od 1,25 do 10 mg/ml.

Wnioski. Wyniki niniejszych badań potwierdzają przeciwdrobnoustrojową aktywność olejku lawendowego, który w przyszłości może być wykorzystany jako preparat w leczeniu i zwalczaniu szczególnie niebezpiecznych dla zdrowia człowieka oraz opornych na antybiotyki drobnoustrojów.

Słowa kluczowe: lawenda, olejek eteryczny, skład chemiczny, aktywność przeciwdrobnoustrojowa

Wprowadzenie

Bogatym źródłem różnorodnych składników naturalnych są rośliny. Uzyskane z nich olejki eteryczne od wieków wykorzystywane były w medycynie tradycyjnej, jako preparaty lecznicze w różnego typu chorobach. Obecnie wiadomo, że olejki eteryczne dają duże możliwości ich zastosowania w przemyśle spożywczym, jako dodatki kształtujące cechy organoleptyczne produktu: smak i zapach, w przemyśle kosmetycznym i perfumeryjnym, a także farmaceutycznym, wchodząc w skład leków (1, 2).

Olejki eteryczne stanowią naturalne, wieloskładnikowe mieszaniny, będące produktami metabolizmu wtórnego roślin. Liczne dane piśmiennictwa potwierdzają, że wykazują one szeroki zakres działania biologicznego i farmakologicznego (3).

Obecnie badania w dużym stopniu koncentrują się na wyselekcjonowaniu olejków o wysokiej aktywności i szerokim spektrum działania wobec drobnoustrojów. Ma to swoje uzasadnienie także w świetle coraz częściej obserwowanej oporności drobnoustrojów na antybiotyki, antyseptyki oraz substancje konserwujące. Produkty zawierające w swoim składzie substancje naturalne są często lepiej akceptowane przez konsumentów i uważane za bardziej bezpieczne (1, 2).

Olejek lawendowy otrzymywany jest metodą destylacji z kwiatów i nadziemnych części ziela lawendy wąskolistnej (*Lavandula officinalis* L. syn. *Lavandula angustifolia* L.), należącej do rodziny jasnotowatych (*Lamiaceae*). Lawenda jest półkrzewem dorastającym do wysokości jednego metra, jej liście są wiecznie zielone, a kwiaty mają barwę purpurową do fioletowej. Roślina pochodzi z górzystych regionów basenu Morza Śródziemnego, ale występuje także w krajach tropikalnych. Najcenniejszym gatunkiem lawendy dla fitoterapii jest lawenda wąskolistna (*Lavandula angustifolia* L.). Surowcem leczniczym są kwiaty rośliny, z których pozyskiwany jest olejek eteryczny w ilości ok. 3% (4, 5). Olejek lawendowy jest jasnożółta lub bezbarwną cieczą. Jego skład chemiczny obejmuje związki z grupy monoterpenu oraz seskwiterpenów. Głównymi związkami olejku są: octan linalilu, linalol i terpinen-4-ol (6-8).

Olejek lawendowy zaliczany jest do substancji antyseptycznych z udokumentowaną aktywnością biologiczną. Wysoką wrażliwością na ten olejek cechują się takie bakterie chorobotwórcze, jak: *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Staphylococcus aureus* czy *Streptococcus pyogenes* – będące przyczyną zakażeń układu oddechowego. Ze względu na swoje właściwości, z powodzeniem wykorzystywany jest przy zapaleniach jamy ustnej i gardła oraz zakażeniach górnych dróg oddechowych. W dermatologii olejek pomaga w łagodzeniu stanów zapalnych skóry wywołanych przez trądzik i łuszczycę. Ponadto olejek dodawany jest do maści stosowanych w leczeniu ran i oparzeń. Dzięki właściwościom przeciwdrobnoustrojowym powoduje ustępowanie stanów ropnych skóry i poprawia szybkość gojenia się ran (9-12). Olejek lawendowy z powodzeniem wykorzystany jest w aromaterapii. Jest środkiem o potencjalnym działaniu uspokajającym, nasennym, przeciwłękowym i poprawiającym nastrój. Inhalacje prowadzone z użyciem tego olejku mogą wspomagać tradycyjną farmakoterapię w leczeniu zaburzeń neurologicznych (13).

Cel pracy

Celem badań było oznaczenie składu chemicznego olejku lawendowego oraz określenie jego minimalnego stężenia hamującego oraz minimalnego stężenia bakteriobójczego i grzybobójczego względem wybranych szczepów bakterii oraz grzybów drożdżoidalnych i pleśni.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowił handlowy preparat olejku eterycznego z lawendy (marki dr Beta; Pollena Aroma, Warszawa). Olejek przechowywany był w temperaturze 4°C, w oryginalnym opakowaniu. Analizę olejku eterycznego przeprowadzono metodą GC/FID przy użyciu chromatografu gazowego (firmy Hawlett Packard 6890) z polarną kolumną chromatograficzną HP-20M o wymiarach: długość 25 m i szerokość 0,25 mm. Grubość filmu fazy stacjonarnej wynosiła 0,3 µm, a gazem nośnym był hel. Stosowano gradient temperatury: 60°C przez 2 min, a następnie przyrost o 4°C/min do 220°C.

Składniki olejku zidentyfikowano na podstawie czasów retencji (RT) wzorców, a także poprzez porównanie ich wskaźników retencji (RI) w stosunku do szeregu n-alkanów (C7-C30), analizowanych w wyżej opisanych warunkach rozdziału. W celu uzyskania udziału procentowego poszczególnych związków w oleju zastosowano metodę normalizacji bez użycia współczynnika korekcyjnego. Analizy wykonano w trzech powtórzeniach.

Oznaczenie przeciwdrobnoustrojowej aktywności olejku eterycznego przeprowadzono względem szczepów testowych pochodzących z Kolekcji Czystych Kultur Zakładu Biotechnologii i Mikrobiologii SGGW w Warszawie: *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella enterica* ser. *Enteritidis* ATCC 13076, *Penicillium expansum* ATCC 7861, *Aspergillus niger* ATCC 9142, *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763 i *Candida krusei* ATCC 14243.

Aktywność przeciwdrobnoustrojową olejku eterycznego określono, wyznaczając minimalne stężenie hamujące (ang. *minimal inhibitory concentration* – MIC), minimalne stężenie bakteriobójcze (ang. *minimal bactericidal concentration* – MBC) i minimalne stężenie grzybobójcze (ang. *minimal fungicidal concentration* – MFC) zgodnie z zaleceniami CLSI (14-16) oraz Nascente i wsp. (17). MIC olejku lawendowego oznaczano metodą seryjnych rozcieńczeń w zakresie stężeń: 0,078-80 mg/ml. Badanie prowadzono w płynnym podłożu Müller-Hinton (Merck) dla bakterii i płynnym podłożu Sabouraud (BTL) dla grzybów. Do podłoża dodawano Tween 80 w stężeniu 0,002% (Sigma-Aldrich). Szereg próbek zawierających 2 ml podłoża, z odpowiednim (dwukrotnie) malejącym stężeniem olejku eterycznego, szczepiono za pomocą 0,1 ml inokulum. Kontrolę stanowiła próbka hodowli drobnoustrojów niezawierająca olejku. Inokulum bakteryjne w każdej próbce wynosiło ok. 5×10^5 jtk/ml, z kolei inokulum grzybów drożdżoidalnych bądź zarodników pleśni wynosiło ok. 5×10^4 jtk/ml. Inkubację bakterii prowadzono w temp. 37°C przez 24 godz., a grzybów w temp. 28°C przez 48 godz. Po inkubacji próbek dokonywano wizualnej oceny wzrostu mikroorganizmów w porównaniu do kontroli. MIC określało najmniejsze stężenie olejku lawendowego, przy zastosowaniu którego nie obserwowano wzrostu badanych drobnoustrojów. MBC i MFC olejku lawendowego wyznaczano, posiewając 0,1 ml z każdej próbki, w której nie zaobserwowano wzrostu bakterii na stałe podłoże Müller-Hinton Agar (Merck) lub grzybów, na stałe podłoże Sabouraud Agar (BTL). MBC i MFC definiowano jako najmniejsze stężenie

olejku lawendowego, które powodowało redukcję liczby mikroorganizmów o 99,9%, tj. o 3 cykle logarytmiczne.

Wyniki

Skład chemiczny olejku lawendowego, który był analizowany przy użyciu GC/FID, przedstawiono w tabeli 1. W badanym oleju eterycznym zidentyfikowano 18 związków chemicznych. Procentowa zawartość składników tego olejku eterycznego wynosiła 92,57%. W składzie badanego olejku lawendowego były głównie związki z grupy monoterpenu oraz monoterpenuoidów, w mniejszym stopniu stwierdzono obecność seskwiterpenów. Związkami dominującymi w badanym oleju były linalol i octan linalilu – związki należące do frakcji monoterpenuoidów. Zawartość linalolu wynosiła 37,11%, a octanu linalilu 34,96%, co jednocześnie stanowiło ich największy udział we frakcji. Kolejne składniki frakcji, tj. 1,8-cyneol, kamfora, izoborneol, geranial, nerol oraz geraniol występowały w łącznej ilości 7,9%. Z kolei zawartość monoterpenuoidów, z dominującym udziałem α -pinenu i p-cymenu, wynosiła 9,81%.

Zawartość poszczególnych substancji w olejkach eterycznych jest zmienna i zależy od wielu czynników, m.in. od gatunku czy odmiany rośliny, warunków środowiskowych, jej wzrostu i rozwoju (19). W olejkach z lawendy głównymi składnikami są linalol i octan linalilu, a ich zawartości mieszczą się w granicach od 20 do 35% dla linalolu i od 30 do 37% dla octanu linalilu (6, 7, 20, 21).

Uzyskane wyniki aktywności przeciwdrobnoustrojowej olejku lawendowego przedstawiono w tabeli 2. Stwierdzono zróżnicowaną aktywność olejku eterycznego względem testowych drobnoustrojów. Olejek lawendowy wykazywał jednakową aktywność hamującą wzrost bakterii *Salmonella enterica* ser. *Enteritidis*, *Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus* oraz grzybów drożdżoidalnych *S. cerevisiae* (MIC 1,25 mg/ml). Oznaczono także mniejszą aktywność olejku wobec szczepu bakterii Gram-dodatniej *Bacillus subtilis* i pozostałych szczepów grzybów (*A. niger*, *P. expansum* i *C. krusei*), które były wrażliwe na olejek lawendowy dopiero w zakresie stężeń 2,5-5 mg/ml.

W badaniach obserwowano większe zróżnicowanie działania bójczego olejku lawendowego w stosunku do testowych szczepów. Wśród bakterii nieprzetrwalnikujących bardziej wrażliwe na olejek były bakterie Gram-ujemne z rodziny *Enterobacteriaceae* (MBC = 1,25 i 2,5 mg/ml) niż bakteria Gram-dodatnia *S. aureus* (MBC = 5 mg/ml). Najślabsze działanie bójcze olejku (w stosunku do wszystkich szczepów testowych) obserwowano względem przetrwalnikującej bakterii

Tab. 1. Skład chemiczny badanego olejku eterycznego z lawendy wąskolistnej (*Lavandula angustifolia* L.)

Związek chemiczny	RI ^a	RI ^b (18)	RI ^c (18)	Zawartość (% ± SD) ^d
α-Pinen	1028	1025	1008-1039	3,40 ± 0,19
Kamfen	1088	1068	1060-1076	1,08 ± 0,07
β-Pinen	1113	1110	1085-1130	1,21 ± 0,07
β-Myrcen	1166	1161	1140-1175	1,14 ± 0,05
Limonen	1203	1198	1178-1219	0,23 ± 0,01
1,8-Cineol	1209	1211	1186-1231	1,08 ± 0,05
γ-Terpinen	1248	1245	1222-1266	0,27 ± 0,01
p-Cymen	1273	1270	1246-1291	2,48 ± 0,10
Kamfora	1509	1515	1507-1532	0,73 ± 0,01
Linalol	1540	1543	1507-1564	37,11 ± 0,33
Octan linalilu	1557	1554	1532-1570	34,96 ± 0,92
β-Kariofilen	1593	1588	1570-1685	2,48 ± 0,01
Izoborneol	1657	1659	1654-1665	0,31 ± 0,01
Borneol	1687	1699	1653-1728	2,68 ± 0,03
Geranial	1722	1725	1680-1750	2,52 ± 0,12
Nerol	1795	1794	1752-1832	0,2 ± 40,01
Geraniol	1826	1839	1795-1865	0,38 ± 0,01
Tlenek kariofilenu	1955	1986	1936-2023	0,26 ± 0,02
Suma związków (%)				92,57
Grupy zidentyfikowanych związków				
Monoterpeny				2,48
Tlenowe pochodne monoterpenów				79,97
Seskwiterpeny				2,74
Tlenowe pochodne seskwiterpenów				0,26

^aindeks retencji; ^bindeks retencji – średnie wartości indeksów retencji na kolumnie polarnej; ^cindeks retencji – zakres wartości indeksów retencji na kolumnie polarnej; ^dśrednia (n = 3); SD – odchylenie standardowe

B. subtilis (MBC = 40 mg/ml), prawdopodobnie z powodu znacznie większej oporności przetrwalników od form wegetatywnych.

Grzyby drożdżoidalne *S. cerevisiae* były zabijane przez olejek lawendowy w mniejszym stężeniu (MFC = 2,5 mg/ml) niż pozostałe grzyby. Działanie grzybobójcze w stosunku do grzybów pleśniowych *A. niger* i *P. expansum* oraz grzybów drożdżoidalnych *C. krusei* było obserwowane dopiero w zakresie 5-10 mg/ml.

Dyskusja

Zgodnie z wymaganiami zawartymi w Farmakopei Polskiej 8 (22) skład chemiczny olejku lawendowego

stosowanego w celach leczniczych jest sprecyzowany. Zalecany zakres zawartości linalolu powinien mieścić się w granicach od 20 do 45%, a octanu linalilu od 25 do 46%. Przeprowadzona analiza składu chemicznego ocenianego olejku lawendowego wykazała, że zawiera on wymaganą zawartość tych związków. Prawdopodobnie związki te w głównej mierze kształtują aktywność przeciwdrobnoustrojową olejku z lawendy. W niniejszych badaniach stwierdzono, że olejek wykazuje aktywność przeciwdrobnoustrojową względem szczepów bakteryjnych w zakresie od 1,25 do 40 mg/ml, z kolei wobec grzybów drożdżoidalnych i pleśniowych zakres tej aktywności mieścił się w granicach od 1,25 do 10 mg/ml.

Tab. 2. Przeciwbakteryjna i przeciwgrzybicza aktywność olejku eterycznego z lawendy wąskolistnej (*Lavandula angustifolia* L.)

Mikroorganizmy		MIC	MBC
		mg/ml	
Bakterie	<i>Salmonella enterica</i> ser. <i>Enteritidis</i> ATCC 13076	1,25	1,25
	<i>E. coli</i> ATCC 25922	1,25	2,5
	<i>S. aureus</i> ATCC 25923	1,25	5
	<i>B. subtilis</i> ATCC 6633	2,5	40
Grzyby	<i>S. cerevisiae</i> ATCC 9763	1,25	2,5
	<i>A. niger</i> ATCC 9142	2,5	5
	<i>P. expansum</i> ATCC 7861	2,5	10
	<i>C. krusei</i> ATCC 14243	5	10

Ze względu na duży potencjał terapeutyczny olejków eterycznych prowadzone są intensywnie badania dotyczące możliwości wykorzystania ich do zwalczania szczególnie niebezpiecznych, opornych na antybiotyki drobnoustrojów chorobotwórczych, odpowiedzialnych za choroby zakaźne, w tym również za zakażenia szpitalne. Olejek lawendowy ze względu na wysoką aktywność przeciwdrobnoustrojową znalazł szerokie wykorzystanie w lecznictwie.

Do bakterii wrażliwych na działanie olejku zaliczono m.in. *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris* oraz *Listeria monocytogenes* (4, 23-25). Wysoką aktywność olejku stwierdzono również wobec szczepów klinicznych będących czynnikiem etiologicznym w zakażeniach szpitalnych oraz wykazujących oporność na antybiotyki. W badaniach przeprowadzonych przez Nelsona (26) olejek lawendowy wykazał wysoką skuteczność wobec szczepów lekoopornych, m.in. opornego na metycylinę gronkowca złocistego – *S. aureus* MRSA (MIC = 0,5%) oraz opornych na wankomycynę szczepów enterokoków – *Enterococcus VRE* (MIC = 0,1%).

W kolejnych badaniach potwierdzono aktywność olejku w odniesieniu do lekoopornych szczepów bakteryjnych. W badaniach przeprowadzonych przez Adaszyńską i wsp. (12) aktywność olejku z różnych odmian lawendy oceniono metodą dyfuzyjno-krażkową. Strefy zahamowania wzrostu szczepu MRSA mieściły się w granicach od 10,0 do 17,2 mm i były porównywalne do stref zahamowania wzrostu referencyjnego szczepu *S. aureus* ATCC 25923 (niewykazującego oporności na antybiotyki), które wynosiły od 10,8 do 19,5 mm. Równie skuteczne działanie olejku lawendowego stwierdzono wobec

szczepów klinicznych *Pseudomonas aeruginosa* (MIC w zakresie 10-19 µl/ml) (11). Jednak najniższe stężenie hamujące, tj. 10 µl/ml, odnotowano dla szczepu wzorcowego *P. aeruginosa* ATCC 27853 oraz pojedynczych szczepów klinicznych wyizolowanych z ucha i gardła. Najwięcej szczepów klinicznych hamowanych przez olejek w stężeniu 18-19 µl/ml izolowanych było głównie z odleżyn, odbytu i wydzieliny oskrzelowej.

Z kolei aktywność przeciwgrzybiczą olejku stwierdzono m.in. wobec grzybów pleśniowych z rodzajów: *Aspergillus* i *Fusarium*, a także w przypadku *Penicillium expansum* i *Rhizopus oryzae*, grzybów drożdżoidalnych: *Candida mycoderma*, *C. albicans* i *C. glabrata* (9, 27, 28). W badaniach wykazano zdolność olejku do hamowania kiełkowania zarodników grzybów pleśniowych, a mianowicie u *Aspergillus fumigatus*, *Fusarium solani*, *Penicillium expansum* i *Rhizopus oryzae* (28). Z kolei w badaniu przeprowadzonym przez Lis-Balchin i wsp. (29) stwierdzono, że olejek lawendowy w stężeniu 10 µl/ml wyraźnie ograniczył wzrost grzybni wegetatywnej *A. niger*, *A. ochraceus* i *Fusarium culmorum* na poziomie od 29 do 93%.

Sprawdzano także potencjał przeciwgrzybiczy tego olejku w odniesieniu do szczepów grzybów drożdżoidalnych, opornych na wankomycynę, wywołujących zakażenia szpitalne, takich jak *C. albicans* i *C. krusei*. W metodzie dyfuzyjno-krażkowej szczepy te odznaczały się wrażliwością na olejek lawendowy, a strefy zahamowania wzrostu wynosiły od 8 do 15 mm (30).

Wyniki powyższych badań wskazują na szerokie spektrum działania przeciwdrobnoustrojowego olejku lawendowego. Budzi to ogromne nadzieje w stosunku do substancji pochodzenia roślinnego, które w przyszłości mogą mieć istotne znaczenie w leczeniu i zwalczaniu szczególnie niebezpiecznych dla zdrowia człowieka drobnoustrojów opornych na antybiotyki.

Wnioski

1. W składzie chemicznym badanego olejku eterycznego z lawendy wąskolistnej zidentyfikowano 18 związków. Największy udział stanowiły związki z grupy monoterpenuoidów: linalol (37%) oraz octan linalilu (35%).
2. Zahamowanie wzrostu szczepów testowych bakterii i grzybów następowało w podobnym zakresie stężeń olejku lawendowego w granicach 1,25-40 mg/ml.
3. Aktywność bakteriobójcza i grzybobójcza olejku lawendowego była bardziej zróżnicowana. Najwyższą aktywność bakteriobójczą olejek lawendowy wykazał wobec szczepu *Salmonella enterica* ser. *Enteritidis*, a najniższą w stosunku do szczepów *Bacillus subtilis* oraz *Candida krusei*.

Piśmiennictwo

- Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – A review. *J Food Microbiol* 2004; 94:223-53.
- Negi PS. Plant extracts for the control of bacterial growth: Efficacy, stability and safety issues for food application. *Int J Food Microbiol* 2012; 156:7-17.
- Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D i wsp. Biological effects of essential oils – A review. *Food Chem Toxicol* 2008; 46:446-75.
- Sabara D, Kunicka-Styczyńska A. Lavender oil – flavouring or active cosmetic ingredient? *Zesz Nauk PŁ, Chemia Spoż Biotech* 2009; 73:33-41.
- Cavanagh HMA, Wilkinson JM. Biological activities of Lavender essential oil. *Phytother Res* 2002; 16:301-8.
- Rapper S, Kamatou G, Viljoen A i wsp. The *in vitro* antimicrobial activity of *Lavandula angustifolia* essential oil in combination with other aroma-therapeutic oils. *Evid Based Complement Alternat Med* 2013; <http://dx.doi.org/10.1155/2013/852049>.
- Rapper S, Viljoen A, Vuuren S. The *in vitro* antimicrobial effects of *Lavandula angustifolia* essential oil combination with conventional antimicrobial agents. *Evid Based Complement Alternat Med* 2016; <http://dx.doi.org/10.1155/2016/2752739>.
- Prusinowska R, Śmigielski KB. Composition, biological properties and therapeutic effects of lavender (*Lavandula angustifolia* L.). A review. *Herba Pol* 2014; 60:56-66.
- Schwartz A, Duttke C, Hild J i wsp. *In vitro* activity of essential oils on microorganisms isolated from vaginal infections. *Inter J Aromather* 2006; 16:169-74.
- Sienkiewicz M, Denys A. Działanie terapeutyczne olejków eterycznych. *Acta Clin Morphol* 2008; 11:34-41.
- Sienkiewicz M, Wasiela M. Aktywność olejków tymiankowego i lawendowego wobec opornych na antybiotyki szczepów klinicznych *Pseudomonas aeruginosa*. *Post Fitoter* 2012; (3):139-45.
- Adaszyńska M, Swarczewicz M, Markowska-Szczupak A. Porównanie składu chemicznego i aktywności przeciwdrobnoustrojowej olejku eterycznego otrzymanego z różnych krajowych odmian lawendy wąskolistnej (*Lavandula angustifolia* L.). *Post Fitoter* 2013; (2):90-6.
- Adaszyńska-Skwirzyńska M, Swarczewicz M. Skład chemiczny i aktywność biologiczna lawendy lekarskiej. *Wiad Chem* 2014; 68:1073-93.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically, CLSI M07 – A9, 2012, Approved Standards – Ninth Edition, Wayne 2012.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of yeasts, CLSI M27 – A3, Approved Standard – Third Edition, Wayne 2008.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of filamentous fungi, CLSI M38 – A2, Approved Standard – Second Edition, Wayne 2008.
- Nascente PS, Meinerz ARM, Faria RO i wsp. CLSI broth microdilution method for testing susceptibility of *Malassezia pachydermatis* to thiabendazole. *Braz J Microbiol* 2009; 40:222-6.
- Babushok VI, Linstrom PJ, Zenkevich IG. Retention indices for frequently reported compounds of plant essential oils. *J Phys Chem Ref Data* 2011; 40. DOI: 10.1063/1.3653552.
- Dreger M, Wielgus K. Application of essential oils as natural cosmetic preservatives. *Herba Pol* 2013; 59:142-56.
- Raina AP, Negi KS. Comparative essential oil composition of *Lavandula* species from India. *J Herbs Spices Med Plants* 2012; 18:268-73.
- Marín I, Sayas-Barberá E, Viuda-Martos M i wsp. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of essential oils from organic fennel, parsley, and lavender from Spain. *Foods* 2016; 5. DOI: 10.3390/foods5010018.
- Farmakopea Polska VIII. Wyd. 8. Wyd PTF, Warszawa 2008.
- Soković M, Glamočlija J, Marin PD i wsp. Antibacterial effects of the essential oils of commonly consumed medicinal herbs using an *in vitro* model. *Molecules* 2010; 15:7532-46.
- Inouye S, Abe S, Yamaguchi H i wsp. Comparative study of antimicrobial and cytotoxic effects of selected essential oils by gaseous and solution contacts. *Intern J Aromather* 2003; 13:33-9.
- Prabuseenivasan S, Jayakumar M, Ignacimuthu S. *In vitro* antibacterial activity of some plant essential oils. *BMC Complement Altern Med* 2006; 6:39.
- Nelson RRS. *In vitro* activities of five plant essential oils against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and vancomycin-resistant *Enterococcus faecium*. *J Antimicrob Chemother* 1997; 40:305-6.
- Kunicka-Styczyńska A, Sikora M, Kalembe D. Antimicrobial activity of lavender, tea tree and lemon oils in cosmetic preservative system. *J Appl Microbiol* 2009; 107:1903-11.
- Inouye S, Watanabe M, Nishiyama Y i wsp. Antisporulating and respiration-inhibitory effects of essential oils on filamentous fungi. *Mycoses* 1998; 41:403-10.
- Lis-Balchin M, Deans SG, Eaglesham E. Relationship between bioactivity and chemical composition of commercial essential oils. *Flavour Fragr J* 1998; 13:98-104.
- Warnke PH, Becker ST, Podshun R i wsp. The battle against multi-resistant strains: renaissance of antimicrobial essential oils as a promising force to fight hospital-acquired infections. *J Craniomaxillofac Surg* 2009; 37:392-7.

Adres/address:

*dr inż. Karolina Kraśniewska

Zakład Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności

Wydział Nauk o Żywności

Szkoła Główna Gospodarstw Wiejskiego w Warszawie

ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa

tel. +48 (22) 59 37 669; fax +48 (22) 59 37 681

e-mail: karolina_krasniewska@sggw.pl

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów

None

otrzymano/received: 17.02.2017

zaakceptowano/accepted: 03.03.2017