

*Anna Kędzia¹, Elżbieta Hołderna-Kędzia²

Oddziaływanie olejku rozmarynowego (*Rosmarini aetheroleum*) na grzyby drożdżopodobne

Effect of rosemary oil (*Rosmarini aetheroleum*) on yeastlike fungi

¹Emerytowany profesor dr hab. n. med. Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego

²Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich, Poznań

Dyrektor Instytutu: dr hab. inż. Małgorzata Łochyńska, prof. IWNiRZ

SUMMARY

Introduction. The plants have been used as herbs and medicines for thousands of years. Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) from Lamiaceae family is cultivated all over the world. The rosemary herb contains flavonoids, carnosic acid, caffeic acid and its esters (rosmarinic acid), referred to as Labiatae tannins, essential oil (borneol, 1,8-cineol, borneol acetate, α - and β -pinene, camphor, β -myrcene, camphene, geraniol, citronellol, linalool, p-cymene, γ -terpinene, β -phellandrene, verbenone) and phytosterols. The compounds present in the extracts and essential oil have antimicrobial, antioxidant, antitumor and antidiabetic properties, protect against gastric and duodenal ulcers and prevent dementia in the elderly peoples.

Aim. The aim of the research was to determine the activity of rosemary oil (Semifarm, Gdańsk) against yeast-like fungi of the genus *Candida*.

Material and methods. 31 strains of yeast-like fungi isolated from the oral cavity of patients with candidosis and 9 reference strains were tested. The susceptibility (MIC) was determined by the method of serial dilution in Sabouraud agar. The suspension containing 10^5 CFU/drop was transferred using a Steers apparatus upon the agar medium with the appropriate concentration of rosemary oil (15.0; 10.0; 7.5; 5.0 and 2.5 mg/ml) and on the medium without the addition of oil (strain growth control). Incubation was carried out for 24-48 hours in aerobic conditions at 37°C. The lowest concentration of rosemary oil, which completely inhibited the growth of the tested yeast-like fungi strains, was assumed as MIC.

Results. The growth of all tested yeast-like strains was inhibited by oil concentrations of 7.5-15.0 mg/ml. The most sensitive to rosemary oil were strains of the species *C. utilis* (MIC = 7.5 mg/ml), *C. guilliermondii* and *C. kefyr* (MIC 7.5-10.0 mg/ml), and the least sensitive species were *C. tropicalis*. *C. krusei* and *C. lusitaniae* strains were more resistant (MIC = 15 mg/ml).

Conclusions. *Candida* strains showed moderate sensitivity to rosemary oil. The oil was most active against yeast-like fungi strains from the species of *C. utilis*, *C. guilliermondii* and *C. kefyr*. The strains of *C. krusei* and *C. lusitaniae* showed the lowest sensitivity to the oil.

Keywords: activity, rosemary oil, yeastlike fungi

STRESZCZENIE

Wstęp. Od tysięcy lat rośliny były wykorzystywane jako przyprawy i środki lecznicze. Rozmaryn lekarski (*Rosmarinus officinalis* L.) z rodziny Lamiaceae jest uprawiany na całym świecie.

W ziele rozmarynu obecne są flawonoidy, kwas karnozolowy, kwas kawowy i jego estry (kwas rozmarynowy), określane jako garbniki Labiatae, olejek eteryczny (borneol, 1,8-cyneol, octan borneolu, α - i β -pinen, kamfora, β -myrcen, kamfen, geraniol, cytronelol, linalol, p-cymen, γ -terpinen, β -felandren, werbenon) oraz fitosterole. Związki obecne w wyciągach i olejku eterycznym działają przeciwdrobnoustrojowo, przeciwwutleniająco, przeciwnowotworowo, przeciwcukrzycowo, zabezpieczają przed wrzodami żołądka i dwunastnicy oraz zapobiegają demencji u osób starszych.

Cel pracy. Celem badań było oznaczenie aktywności olejku rozmarynowego (Semifarm, Gdańsk) wobec grzybów drożdżopodobnych z rodzaju *Candida*.

Material i metody. Badaniom poddano 31 szczepów grzybów drożdżopodobnych wyhodowanych z jamy ustnej pacjentów z kandydozą i 9 szczepów wzorcowych. Wrażliwość (MIC) oznaczono metodą seryjnych rozcieńczeń w agarze Sabourauda. Zawiesinę zawierającą

10^5 CFU/kroplę przenoszono aparatem Steersa na podłoża agarowe, zawierające odpowiednie stężenie olejku rozmarynowego (15,0; 10,0; 7,5; 5,0 i 2,5 mg/ml) oraz na podłoża bez dodatku olejku (kontrola wzrostu szczepów). Inkubację prowadzono przez 24-48 godz. w warunkach tlenowych, w temp. 37°C. Za MIC przyjęto najmniejsze stężenie olejku rozmarynowego, które całkowicie hamowało wzrost testowanych szczepów grzybów drożdżopodobnych.

Wyniki. Wzrost wszystkich testowanych szczepów grzybów drożdżopodobnych był hamowany przez stężenia olejku 7,5-15,0 mg/ml. Najbardziej wrażliwe na olejek rozmarynowy były szczepy z gatunków *C. utilis* (MIC = 7,5 mg/ml), *C. guilliermondii* i *C. kefir* (MIC 7,5-10,0 mg/ml), a najmniej wrażliwy gatunek *C. tropicalis*. Szczepy z gatunków *C. krusei* i *C. lusitaniae* okazały się bardziej odporne (MIC = 15 mg/ml).

Wnioski. Szczepy z rodzaju *Candida* wykazały umiarkowaną wrażliwość na olejek rozmarynowy. Olejek był najbardziej aktywny wobec szczepów grzybów drożdżopodobnych z gatunków *C. utilis*, *C. guilliermondii* i *C. kefir*. Najmniejszą wrażliwość na olejek wykazały szczepy *C. krusei* i *C. lusitaniae*.

Słowa kluczowe: aktywność, olejek rozmarynowy, grzyby drożdżopodobne

Wstęp

Od tysięcy lat rośliny były wykorzystywane jako przyprawy oraz zioła lecznicze. Zastosowanie wielu z nich zostało opisane już w starożytności. Liczni uczeni, m.in.: Teofrast z Erezos (370-287 p.n.e.), Hipokrates (460-377 p.n.e.), Dioskurides (I wiek), Paracelsus (1493-1541), Robertus Dodenaeus (1517-1586), Charles Lécieux Clucius Carolus z Atrebas (1526-1609), Karol Linneusz (1707-1778), Josef Moeller (1848-1923), opisywali rośliny i możliwości ich użycia w terapii różnych chorób.

Rozmaryn lekarski (*Rosmarinus officinalis* L.) należy do rodziny *Lamiaceae* (jasnowate). Nazwa łacińska – *rosmarinus*, oznacza morską bryzę i prawdopodobnie jest związana z charakterystycznym, aromatycznym zapachem. Roślina jest wiecznie zielonym krzewem, który może osiągać wysokość do 2 m, naturalnie występuje w rejonach basenu Morza Śródziemnego, rośnie na glebach zawierających dużo wapnia. Posiada srebrnozielone liście w kształcie szpilek, natomiast kwiaty mają zabarwienie białe, bładoniebieskie lub liliowe. Rozmaryn jest uprawiany na całym świecie, głównymi producentami są: Francja, Hiszpania, Włochy, Grecja i Meksyk. Związki obecne w wyciągach i olejku rozmarynowym zapobiegają tworzeniu się wolnych rodników (1-3) i działają przeciwutleniająco, przeciwnowotworowo, przeciwcukrzycowo, zapobiegają też powstawaniu wrzodów żołądka i dwunastnicy (4-10). Badania przeprowadzone na zwierzętach wskazują, że wyciągi z rozmarynu chronią wątrobę przed toksycznym oddziaływaniem niektórych czynników chemicznych (11, 12). Stwierdzono też, że kwas rozmarynowy działa uspokajająco oraz zwiększa możliwości poznawcze i zapamiętywania u pacjentów z chorobą Alzheimera i demencją (13-19), ponadto jest stosowany w zapaleniach zatok, ucha środkowego i dróg oddechowych. Olejek rozmarynowy charakteryzuje się dobrą przyswajalnością z przewodu

pokarmowego i przenikaniem przez skórę, korzystnie działa na tkankę kostną, pobudza ukrwienie (20, 21).

Olejek rozmarynowy jest bezbarwny lub jasnożółty o przyjemnym zapachu. Z 50-100 kg roślin otrzymuje się ok. 1 kg olejku eterycznego (22). Jest wykorzystywany w przemyśle perfumeryjnym i kosmetycznym do produkcji perfum, wody kolońskiej, szamponów, mydeł, dezodorantów, detergentów, odświeżaczy powietrza i świec zapachowych. Natomiast w przemyśle spożywczym używa się go jako środka zapachowego oraz do produkcji wódek, alkoholi i niektórych przetworów mięsnych. Przemysł farmaceutyczny wykorzystuje go do poprawiania smaku i zapachu niektórych leków.

W olejku rozmarynowym są obecne: borneol, 1,8-cyneol, octan borneolu, α -pinen, β -pinen, kamfora, β -myrcen, kamfen, geraniol, cytronelol, linalol, p-cymen, γ -terpinen, β -felandren, werbenon i inne (23-34). Wyciągi z ziela rozmarynu zawierają flawonoidy, garbniki, kwas karnozolowy, kwas kawowy i jego estry (kwas rozmarynowy) oraz fitosterole. Doświadczenia wykazały, że wyciągi z liści oraz olejek rozmarynowy działają przeciwdrobnoustrojowo (3, 23, 25, 27, 28, 30, 31, 35-48). Dotychczas przeprowadzone badania najczęściej dotyczyły oddziaływania olejku rozmarynowego na bakterie tlenowe, a rzadziej na grzyby. Brakuje publikacji oceniających skuteczność olejku wobec różnych gatunków grzybów drożdżopodobnych.

Cel pracy

Celem badań była ocena aktywności olejku rozmarynowego wobec grzybów drożdżopodobnych.

Materiał i metody badań

Wykorzystane do badań szczepy grzybów zostały wyizolowane od pacjentów z kandydozą jamy ustnej. Pobrane materiały posiewano na podłożę Sabourauda. Posiewy inkubowano przez 24-48 godz. w warunkach tlenowych w temp. 37°C. Poddano badaniom następujące szczepy grzybów drożdżopodobnych:

Candida albicans (9 szczepów), *C. glabrata* (3), *C. guilliermondii* (2), *C. kefyr* (2), *C. krusei* (4), *C. lusitaniae* (2), *C. parapsilosis* (3), *C. tropicalis* (5) i *C. utilis* (1). Doświadczenia objęły też 9 szczepów wzorcowych z gatunków: *Candida albicans* ATCC 10231, *C. glabrata* ATCC 66032, *C. guilliermondii* ATCC 62260, *C. kefyr* ATCC 4130, *C. krusei* ATCC 14249, *C. lusitaniae* ATCC 34499, *C. parapsilosis* ATCC 22019, *C. tropicalis* ATCC 750 i *C. utilis* ATCC 9958. Wrażliwość szczepów oceniono, wykorzystując metodę seryjnych rozcieńczeń w agarze Sabourauda. Wstępnie olejek rozmarynowy (Semifarm) rozpuszczono w DMSO (Serva), a następnie w jałowej wodzie destylowanej, uzyskując rozcieńczenia 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 i 15,0 mg/ml. Hodowlę zawierającą 10^5 CFU/kroplę przenoszono aparatem Steersa na powierzchnię agaru Sabourauda, do którego dodano odpowiednie stężenie olejku lub bez niego (kontrola wzrostu szczepów). Posiewy inkubowano w warunkach tlenowych przez 24-48 godz. w temp. 37°C. Za MIC przyjęto najmniejsze rozcieńczenie olejku rozmarynowego, które całkowicie hamowało wzrost testowanych szczepów grzybów drożdżopodobnych.

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1 zebrano wyniki badań aktywności olejku rozmarynowego wobec grzybów drożdżopodobnych pobranych od pacjentów, a w tabeli 2 wyniki badań szczepów wzorcowych. Wszystkie grzyby okazały się wrażliwe na stężenia olejku rozmarynowego w zakresie 7,5-15,0 mg/ml. Spośród badanych szczepów największą wrażliwością charakteryzowały się gatunki *Candida utilis* (MIC = 7,5 mg/ml), *C. guilliermondii*

i *C. kefyr* (MIC w zakresie 7,5-10,0 mg/ml). Szczepy *C. albicans* okazały się wrażliwe na stężenia wynoszące 7,5-15,0 mg/ml. Natomiast olejek w niższym stężeniu (7,5 mg/ml) był aktywny tylko wobec 1 szczepu z gatunku *C. tropicalis*. Pozostałe 4 szczepy tego gatunku wymagały do zahamowania wzrostu użycia wyższego stężenia = 15,0 mg/ml. Podobnie kształtowała się wrażliwość szczepów *C. albicans*. Wzrost 3 spośród 9 testowanych szczepów tego gatunku był hamowany przez stężenia w zakresie 7,5-10,0 mg/ml. Pozostałe 6 szczepów wymagało do zahamowania wzrostu użycia wyższego stężenia olejku rozmarynowego (MIC = 15,0 mg/ml). Najniższą aktywność olejek wykazał wobec szczepów z gatunków *C. krusei* i *C. lusitaniae*. Ich wzrost był hamowany w stężeniu wynoszącym 15,0 mg/ml.

Wyniki doświadczeń przeprowadzonych przez innych autorów również wskazują na przeciwbakteryjną i przeciwgrzybiczną aktywność olejku rozmarynowego. Opisano działanie olejku na bakterie (*Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*) oraz grzyby (*C. albicans* i *Aspergillus niger*) (45). Szczep *C. albicans* był wrażliwy na olejek rozmarynowy w stężeniu 10,0 mg/ml (46), a przy wykorzystaniu metody krążkowo-dyfuzyjnej strefa zahamowania jego wzrostu wyniosła 13 mm (36). Aktywność olejku rozmarynowego wobec różnych grzybów wykazali też inni autorzy (3, 30, 35, 39, 40, 50). Strefy zahamowania wzrostu od 1 do 10 mm uzyskano, oceniając wrażliwość na olejek rozmarynowy różnych gatunków grzybów (*C. albicans*, *C. tropicalis*, *C. krusei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Cryptococcus neoformans*, *Aspergillus fumigatus*,

Tab. 1. Wrażliwość szczepów z rodzaju *Candida* na olejek rozmarynowy

Grzyby drożdżopodobne	Liczba szczepów	Najmniejsze stężenie hamujące MIC (mg/ml)				
		15,0	10,0	7,5	5,0	2,5
<i>C. albicans</i>	9	6	2	1		
<i>C. glabrata</i>	3	1	1	1		
<i>C. guilliermondii</i>	2		1	1		
<i>C. kefyr</i>	2		1	1		
<i>C. krusei</i>	4	4				
<i>C. lusitaniae</i>	2	2				
<i>C. parapsilosis</i>	3	1	2			
<i>C. tropicalis</i>	5	4		1		
<i>C. utilis</i>	1			1		
Ogółem	31	18	7	6		

Tab. 2. Wrażliwość szczepów grzybów wzorcowych z rodzaju *Candida* na olejek rozmarynowy

Grzyby drożdżopodobne	Liczba szczepów	Najmniejsze stężenie hamujące MIC (mg/ml)				
		15,0	10,0	7,5	5,0	2,5
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	1		1			
<i>Candida glabrata</i> ATCC 66032	1		1			
<i>C. guilliermondii</i> ATCC 6260	1		1			
<i>C. kefyr</i> ATCC 4130	1			1		
<i>C. krusei</i> ATCC 14249	1	1				
<i>C. lusitaniae</i> ATCC 34499	1	1				
<i>C. parapsilosis</i> ATCC 22019	1		1			
<i>C. tropicalis</i> ATCC 750	1			1		
<i>C. utilis</i> ATCC 9958	1			1		

Aspergillus niger (51). Strefa zahamowania wzrostu szczepu *Trichophyton mentagrophytes* pod wpływem olejku rozmarynowego wyniosła 18 mm (52), wykorzystując tę samą metodę, nie uzyskano zahamowania wzrostu dla *C. albicans* (50). Olejek rozmarynowy i niektóre jego składniki skutecznie hamują wzrost grzybów pleśniowych, jednocześnie niszczą wytwarzane przez nie mykotoksyny (53).

Wnioski

1. Szczepy z rodzaju *Candida* wykazały umiarkowaną wrażliwość na olejek rozmarynowy.
2. Olejek był najbardziej aktywny wobec szczepów grzybów drożdżopodobnych z gatunków *C. utilis*, *C. guilliermondii* i *C. kefyr*.
3. Najmniejszą wrażliwość na olejek wykazały szczepy *C. krusei* i *C. lusitaniae*.

Piśmiennictwo

1. Posadas SJ, Caz V, Largo C i wsp. Protective effect of supercritical rosemary extract *Rosmarinus officinalis* on antioxidants of major organs of aged rats. *Exper Gerontol* 2009; 44:383-9.
2. Al-Sereti MR, Abu-Amer KM, Sen P. Pharmacology of rosemary (*Rosmarinus officinalis* Linn.) and its therapeutic potentials. *Indian J Exp Biol* 1999; 37:124-30.
3. Celiktas OY, Bedir E, Sukan FV. *In vitro* antioxidant activities of *Rosmarinus officinalis* extracts treated with supercritical carbon dioxide. *Food Chem* 2007; 101:1474-81.
4. Khafagi I, Dewedar A, Farouk S. *In vitro* cytotoxicity and antimicrobial activities of some common essential oils. *Egypt J Biol* 2000; 2:20-7.
5. Cheung S, Tai J. Anti-proliferative and antioxidant properties of rosemary *Rosmarinus officinalis*. *Oncol Rep* 2007; 17:1525-31.
6. Bakirel T, Bakirel U, Ustuner Leles O i wsp. *In vitro* assessment of antidiabetic and antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in alloxan-diabetic rabbits. *J Ethnopharmacol* 2008; 116:64-7.
7. Alkofahi A, Atta AH. Pharmacological screening of the anti-ulcerogenic effects of some Jordanian medical plants in rats. *J Ethnopharmacol* 1999; 67:341-5.
8. Saenz MT, Garcia MO, de La Puerta R. Cytostatic activity of some essential oils against Hep-2 cells. *Farmacol* 1996; 51:539-40.
9. Dias PC, Foglio MA, Possenti A i wsp. Antiulcerogenic activity of crude hydroalcoholic extract of *Rosmarinus officinalis* L. *J Ethnopharmacol* 2000; 69:57-62.
10. Abdel El-Hamied AA, Nassar AG, El-Badry N. Investigations on antioxidant and antimicrobial activities of some natural extracts. *World J Dairy Food Sci* 2009; 4(1):1-7.

11. Rusu MA, Tamas M, Puica C i wsp. The hepatoprotective action of ten herbal extracts in CCl₃ intoxicated liver. *Phytother Res* 2005; 19:744-9.
12. Sotelo-Félix JI, Martínez-Fong D, Muriel P i wsp. Evaluation of the effectiveness of *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae) in the alleviation of carbon tetrachloride-induced acute hepatotoxicity in the rat. *J Ethnopharmacol* 2002; 81:145-54.
13. Habtemarian S. The therapeutic potential of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) diterpenes for Alzheimer's disease. *Evid Based Complement Alternat Med* 2016; Article ID 2680409 (1-14).
14. Fecka I, Mazur A, Cisowski W. Kwas rozmarynowy, ważny składnik terapeutyczny niektórych surowców roślinnych. *Post Fitoter* 2002; (1-2):20-5.
15. Waggas AM, Balawi AE. Neurophysiological study on possible protective effect of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) leaves extract in male albino rats treated with acrylamide. *Am-Eurasian J Sci Res* 2008; 3(2):163-71.
16. Machado DG, Bettio LEB, Cunha MP i wsp. Antidepressant-like effect of *Rosmarinus officinalis* in mice: involvement of the monoaminergic system. *Progress Neuropsychopharmacol Biol Psych* 2009; 33:642-50.
17. Omri AE, Han J, Yamada P i wsp. *Rosmarinus officinalis* polyphenols activate cholinergic activities in PC 12 cells through phosphorylation of ERK ½. *J Ethnopharmacol* 2010; 131(2):451-8.
18. Adewusi EA, Moodley N, Steenkamp V. Medicinal plants with cholinesterase inhibitory activity: A Review. *African J Biotechnol* 2010; 9(49):8257-76.
19. Machado DG, Cunha MP, Neis VB i wsp. Antidepressant-like effect of fractions essential oils, carnosol and betulinic acid isolated from *Rosmarinus officinalis* L. *Food Chem* 2013; 136(2):999-1005.
20. Working PK, Bus JS, Hamm TE Jr. Reproductive effects of inhaled methyl chloride in the Male Fischer 344 rat. II Spermatogonial toxicity and sperm quality. *Toxicol Appl Pharmacol* 1985; 77(1):144-57.
21. Nabavi SF, Tenore GC, Daglia M i wsp. The cellular protective effects of rosmarinic acid: from bench to bedside. *Curr Neurovasc Res* 2015; 12(1):98-105.
22. Holmes P. Rosemary oil – the wisdom of the heart. *Int J Aromather* 1999; 9(2):62-6.
23. Kowalska K, Olejnik A. Rozmaryn – roślina zielarska o potencjalne terapeutycznym. *Post Fitoter* 2010; 2:114-22.
24. Diaz-Maroto MC, Alanón Parado E, Castillo-Munoz N i wsp. Effect of storage conditions on volatile composition of dried rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Flavour Fragr J* 2009; 24:245-50.
25. Pintore G, Usai M, Bradesi P i wsp. Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. oils Sardinia and Corsica. *Flavon Fragr J* 2002; 17(1):15-9.
26. De Melo GAN, Grespon R, Fonseca JP i wsp. *Rosmarinus officinalis* L. essential oil inhibits *in vitro* and *in vivo* leukocyte migration. *J Med Food* 2011; 14(9):944-6.
27. Angioni A, Barra A, Cereti E i wsp. Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. *Agric Food Chem* 2004; 52:3530-5.
28. Isman MB, Wilson JA, Bradbury R. Insecticidal activities of commercial rosemary oils (*Rosmarinus officinalis*) against larvae of *Pseudaletia unipuncta* and *Trichoplusia ni* in relation to their chemical compositions. *Pharm Biol* 2008; 46:1-2:82-7.
29. Ravid U, Putievsky E, Katzir I i wsp. Identification of (1R) (+)- verbenone in essentials oils of *Rosmarinus officinalis* L. *Flavour Fragr J* 1997; 12:109-12.
30. Santoyo S, Caverro S, Jaimie L i wsp. Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil obtained via supercritical fluid extraction. *J Food Prot* 2005; 68(4):790-5.
31. Petersen M, Simmonds MS. Rosmarinic acid. *Phytochem* 2003; 62(2):121-5.
32. Okamura N, Havaguchi H, Hashimoto K i wsp. Flavonoids in *Rosmarinus officinalis* leaves. *Phytochem* 1994; 37:1463-6.
33. Thorsen MA, Hildebrandt KS. Quantitative determination of phenolic diterpenes in rosemary extracts. Aspect of accurate quantification. *J Chromatogr* 2003; 995:119-25.
34. Amela L, Sánchez-Muñoz B, Fernández-López i wsp. Liquid chromatographic-mass spectrometric analysis of phenolic and free radical scavenging activity of rosemary extract from different raw material. *J Chromatogr* 2006; 1120:221-9.
35. Holderna-Kędzia E, Kędzia B, Mścisz A. Poszukiwanie wyciągów roślinnych o wysokiej aktywności antybiotycznej. *Post Fitoter* 2009; (1):3-11.
36. Janssen AM, Chin NLJ, Scheffer JJC i wsp. Screening for antimicrobial activity of some oils by the agar overlay technique. *Pharmaceut Weekblad Sci Ed* 1986; 8:289-92.
37. Ribeiro DS, Melo DB, Guimarães AG i wsp. Evaluation of the rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis* L.) as modulator of bacteria resistance. *Ciências Agrárias Londrina* 2012; 33(2):687-96.
38. Shapiro S, Meier A, Guggenheim B. The antimicrobial activity of essential oils and essential oil components towards oral bacteria. *Oral Microbiol Immunol* 1974; 9:202-8.
39. Elgayyar M, Dranghton FA, Golden DA i wsp. Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganism. *J Food Prot* 2001; 64(7):1019-24.
40. Larrondo JV, Agut M, Calvo-Torras MA. Antimicrobial activity of essences from *Labiates*. *Microbios* 1995; 82(332):171-2.
41. Radaelli M, da Silva BP, Weidlich L i wsp. Antimicrobial activities of six essential oils commonly used as condiments in Brazil against *Clostridium perfringens*. *Braz J Microbiol* 2016; 47(2):424-39.
42. Sienkiewicz M, Łysakowska M, Pastuszka M i wsp. The potential of use basil and rosemary essential oils as effective antibacterial agents. *Molecules* 2013; 18:9334-51.
43. Lopez P, Sanchez C, Battle R i wsp. Soild- and vapour-phase antimicrobial activities of six essential oils: susceptibility of selected food borne bacterial and fungal strains. *Agric Chem* 2005; 53:6939-46.
44. Fabio A, Cermeli C, Fabio G i wsp. Screening of the antibacterial effects of a variety of essential oils on microorganisms responsible for respiratory infections. *Phytother Res* 2007; 21:374-7.
45. Jiang Y, Wu N, Fu Y-J i wsp. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Rosemary. *Environ Toxicol Pharmacol* 2011; 32:63-8.
46. Hammer KA, Carson CF, Riley TV. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J Appl Microbiol* 1999; 86:985-90.
47. Gauch LMR, Pedrosa SS, Esteves RA i wsp. Antifungal activity of *Rosmarinus officinalis* Linn. essential oil against

- Candida albicans*, *Candida dubliniensis*, *Candida parapsilosis* and *Candida krusei*. Rev Pan-Amaz Saude 2014; 5(1):61-6.
48. Cavalcanti YW, de Fatima de Almeida L, Padilha WNN. Anti-adherent activity of *Rosmarinus officinalis* essential oil on *Candida albicans*: an SEM analysis. Rev Odonto Cienc 2011; 26(2):139-44.
49. Weekesser S, Engel K, Simon-Haarhans B i wsp. Screening of plant extracts for antimicrobial activity against bacteria and yeast with dermatological relevance. Phytomed 2007; 14:508-16.
50. Morris JA, Khettry A, Seitz EW. Antimicrobial activity of aroma chemicals and essential oils. J Am Oil Chem Soc 1979; 56:593-603.
51. Maruzzella JC, Ligouri L. The *in vitro* antifungal activity of essential oils. J Am Pharm Assoc 1956; 47(4):250-4.
52. Inouye S, Uchida K, Abe S. Volatile composition and vapour activity against *Trichophyton mentagrophytes* of 36 aromatic herbs cultivated in Chichibu district in Japan. Intern J Aromather 2006; 16:159-68.
53. Tiwari R, Dikshit RP, Chandan NC i wsp. Inhibition of growth and aflatoxin B₁ production of *Aspergillus parasiticus* by spice oils. J Food Sci Technol 1983; 20:131-3.

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów

None

otrzymano/received: 29.04.2021

zaakceptowano/accepted: 10.05.2021

Adres/address:

*prof. dr hab. n. med. Anna Kędzia
ul. Małachowskiego 5/5
80-262 Gdańsk-Wrzeszcz
e-mail: anak@gumed.edu.pl