

©Borgis

*Anna Kędzia¹, Bożena Dera-Tomaszewska², Marta Ziółkowska-Klinkosz¹,
Andrzej W. Kędzia³, Barbara Kochańska⁴, Alina Gębska¹

Aktywność olejku tymiankowego (*Oleum Thymi*) wobec bakterii tlenowych

¹Zakład Mikrobiologii Jamy Ustnej, Katedra Mikrobiologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego
Kierownik Zakładu: dr hab. Anna Kędzia, prof. nadzw.

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

³Klinika Diabetologii i Otyłości Wieku Rozwojowego, Katedra Auksologii Klinicznej
i Pielęgniarstwa Pediatricznego Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
Kierownik Kliniki: dr hab. Piotr Fichna

⁴Katedra i Zakład Stomatologii Zachowawczej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego
Kierownik Katedry: dr hab. Barbara Kochańska, prof. nadzw.

ACTIVITY OF THYME OIL (*OLEUM THYMI*) AGAINST AEROBIC BACTERIA

SUMMARY

Thyme (Thymus vulgaris L.) belongs to the Lamiaceae family. It is typical plant of the Mediterranean region. Thyme possesses expectorant, antitussive, antispasmodic, sedative and antiseptic properties. The essential oil from Thyme contained thymol, carvacrol (the dominant components), p-cymene, α - and β -pinene, α -terpinene, limonene, myrcene, linalool, linalool acetate, borneol, borneol acetate, α -terpinolene and 1,8-cineole. The aim of the study was to determine the activity of thyme oil on the growth of some aerobic bacteria. A total 31 strains of aerobic bacteria isolated from infections of oral cavity, respiratory tract and gastrointestinal tract and 6 reference strains were examined. The members of the following genera were tested: Staphylococcus (6 strains), Enterococcus (4), Corynebacterium (2), Acinetobacter (3), Escherichia (3), Klebsiella (2), Citrobacter (2), Serratia (2), Pseudomonas (4), Salmonella (3) and reference strains from genus: Staphylococcus aureus ATCC 25923, Enterococcus faecalis ATCC 29212, Corynebacterium xerosis ATCC 373, Acinetobacter baumannii ATCC 19606, Escherichia coli ATCC 25922 and Citrobacter freundii ATCC 8090. The susceptibility (MIC) aerobic bacteria to thyme oil was determined by means of plate dilution technique in Mueller-Hinton agar. Stock solution of essential oil was prepared in dimethylsulfoxide (DMSO). Dilution series using sterile distilled water were prepared in concentrations from 0,12 to 4,0 mg/ml. Inoculum containing 10^5 CFU/spot was seeded with Steers replicator upon the surface agar with and without oil (strains growth control). Incubation was performed at 37°C for 24 hrs in aerobic conditions, The MIC was defined as the lowest concentration of the essential oil that inhibited growth of bacterial strains. The results indicated that the most susceptible

to the thyme oil was Gram-positive rods from genus Corynebacterium xerosis (MIC < 0,12 mg/ml) and Gram-negative rods from genus Pseudomonas stutzeri (MIC = 0,5 mg/ml). The rods from genera Acinetobacter, Escherichia and Klebsiella were the moderate susceptible to thyme oi (MIC = 0,5-2,0 mg/ml). The strains of Pseudomonas aeruginosa were the lowest sensitive to tested oil (MIC > 4,0 mg/ml). The Thyme oil was more active against Gram-positive than Gram-negative bacteria.

KEY WORDS: THYME OIL – SUSCEPTIBILITY – AEROBIC BACTERIA – INFECTIONS

Tymianek był znany i stosowany w leczeniu już w Starożytności. Został wymieniony w papirusie Ebersa jako roślina lecznicza. W antycznym Egipcie olejek tymiankowy stosowano do balsamowania zwłok ludzkich oraz jako kadzidło. Na odnalezionych na terenie Mezopotamii glinianych tabliczkach wykryto opis stosowanych wcześniej napojów uzdrawiających, których ważnym składnikiem był tymianek. Dioskorides z Anazarbos polecał użycie odwarów z zieleń tymaniku z dodatkiem miodu w chorobach płuc. Pliniusz stosował przetwory z tymaniku jako środek przeciwkaszlowy. Na początku naszej ery Grecy wykorzystywali go do napojów chłodzących. W tym czasie bardzo ceniono też miód tymanikowy. Od czasów Starożytnych tymanek był używany jako przyprawa do mięsa. Obecnie ziele tymaniku dodaje się do potraw i napojów w celu łagodzenia objawów nadkwaśności, ostrych nieżytów żołądka i jelit oraz w zatruciach pokarmowych.

Tymianek właściwy (pospolity) (*Thymus vulgaris* L.) jest krzewinką z rodziny *Lamiaceae*. Zwykle osiąga wysokość powyżej 20 cm. Występuje w krajach śródziemnomorskich. W Polsce jest uprawiany na południu. Rośnie też dziko na polanach, miejscach piaszczystych i słonecznych. Łodygi rośliny drewnieją i ulegają rozgałęzieniu. Mają liście drobne, barwy szarzielonej, lancetowate, krótkoogonkowe, owłosione, z brzegami podwiniętymi do góry. Roślina wytwarza różowofioletowe drobne kwiaty, zebrane na szczycie łodygi. Ma też charakterystyczny przyjemny zapach, który przyciąga owady, szczególnie pszczoły. W lecznictwie wykorzystuje się zarówno ziele tymianku (*Herba Thymi*) jak i olejek tymiankowy (*Oleum Thymi*). Najważniejszymi składnikami olejku są pochodne fenolowe, tj. tymol (18-80%) (1-5) i karwakrol (1-20%) (1-6). Ponadto olejek zawiera monoterpeny, w tym p-cymen, α -pinen, β -pinen, α -terpinen, limonen, myrcen i alkohole terpenowe, tj. linalol, octan linalolu, borneol, octan borneolu, α -terpineol i 1,8-cyneol (0-19%) (1-8).

Ziele tymianku oraz olejek tymiankowy znalazły zastosowanie do leczenia zakażeń górnych i dolnych dróg oddechowych (9-11). Olejek zwiększa wydzielanie śluzu w oskrzelach, ułatwia jego odkrztuszenie oraz łagodzi kaszel. Jest w składzie preparatów stosowanych do inhalacji (Mentoklar, Inhalosol), w syropach, kroplach i tabletkach przeciwkaszlowych (Tussipect, Cefedrin N, Herbapect Thymi, Bronchicum N, Pectobonisol, Pectosol, Pektosy, Bronchosol, Bronchovit). Leki te wykorzystywane są do leczenia przewlekłych nieżytów gardła i krtani, suchego, uporczywego kaszlu i chrypki. Poza tym ziele tymianku jest składnikiem mieszanek stosowanych w zaburzeniach trawienia i niestrawności. Napary z ziele poprawiają trawienie, a zawarte w nich flawonoidy działają rozkurczająco. Ponieważ olejek tymiankowy działa drażniąco na skórę i powoduje jej przekrwienie, stosowany jest też zewnętrznie w preparatach rozgrzewających w przypadku bólów reumatycznych, stawowych i mięśniowych oraz nerwobólach. Poza tym ziele tymianku wykorzystywane jest do kąpieli wzmacniających, uspokajających i odkażających. Napary z ziele stosowane są do pielęgnacji włosów w przypadku ich wypadania lub łupieżu. Tymianek wykazuje też działanie wobec niektórych pasożytów, w tym lamblii i owsików (11).

W stomatologii znalazły zastosowanie preparaty zawierające tymol, olejek tymiankowy lub wyciągi z ziele tymianku, tj. Salviasept, Dentosept, Dentosept A, Mucosit, Thymisal spray oraz Bobodent. Olejek tymiankowy wykorzystywany jest do produkcji środków kosmetycznych stosowanych w codziennej higienie

jamy ustnej (płyny do płukania jamy ustnej, pasty do szczotkowania zębów).

Często wykorzystywany jest tymianek jako przyprawa do przetworów wędliniarskich i mięsnych, szczególnie drobiu, ryb, zup, sosów, sałatek jarzynowych oraz likierów ziołowych, tj. benedyktynek.

Z doświadczeń wynika, że wyciągi z ziele tymianku, olejek tymiankowy oraz niektóre jego składniki, w tym tymol wykazują silne działanie przeciwbakteryjne (3, 5, 6, 11-29), przeciwgrzybicze (1, 2, 4, 5, 13, 18, 20, 28, 30, 31) i przeciwwirusowe (32-34). Przeprowadzone dotychczas badania dotyczyły głównie bakterii tlenowych występujących w drogach oddechowych i przewodzie pokarmowym. Brakuje danych na temat wrażliwości drobnoustrojów występujących w jamie ustnej.

Cel pracy

Celem pracy była ocena wrażliwości na olejek tymiankowy bakterii tlenowych powodujących zakażenia w obrębie jamy ustnej, dróg oddechowych i przewodu pokarmowego.

Materiał i metody badań

Bakterie tlenowe zostały wyizolowane z materiałów pobranych od pacjentów z zakażeniami w obrębie jamy ustnej, górnych dróg oddechowych i przewodu pokarmowego. Ocenie wrażliwości na olejek tymiankowy poddano 31 szczepów z rodzajów *Staphylococcus* (6 szczepów), *Enterococcus* (4), *Corynebacterium* (2), *Acinetobacter* (3), *Escherichia* (3), *Klebsiella* (2), *Citrobacter* (2), *Serratia* (2), *Pseudomonas* (4) i *Salmonella* (3). Badaniami objęto także szczepy wzorcowe z gatunków: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Corynebacterium xerosis* ATCC 373, *Acinetobacter baumannii* ATCC 19606, *Escherichia coli* ATCC 25922 i *Citrobacter freundii* ATCC 8090. Badanie wrażliwości (MIC) bakterii tlenowych na olejek tymiankowy (SEMIFARM) przeprowadzono metodą seryjnych rozcieńczeń w agarze Mueller-Hintona (35). Przed doświadczeniem 100 mg olejku rozpuszczano w 1 ml DMSO (Serva). Dalsze rozcieńczenia były przygotowywane w jałowej wodzie destylowanej. Badane stężenia wynosiły: 4,0, 2,0, 1,0, 0,5, 0,25, 0,12 mg/ml. Zawiesinę zawierającą 10^5 drobnoustrojów (CFU) na kroplę наносono na powierzchnię agaru aparatem Seersa. Podłoża, które nie zawierały olejku, stanowiły kontrolę wzrostu ocenianych szczepów bakterii. Podłoża inkubowano w warunkach tlenowych, w temp. 37°C przez 24 godziny. Za najmniejsze stężenie hamujące (MIC) przyjęto takie rozcieńczenie olejku tymiankowego, które całkowicie hamowało wzrost testowanych bakterii.

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1 zamieszczono wyniki badań wrażliwości bakterii tlenowych na olejek tymiankowy, a w tabeli 2 wyniki badań wrażliwości szczepów wzorcowych. Spośród 31 testowanych szczepów, 29 (94%) szczepów było wrażliwych na olejek tymiankowy w zakresie stężeń wynoszących od $\leq 0,12$ do 2,0 mg/ml. Spośród Gram-dodatnich bakterii największą wrażliwością charakteryzowały się szczepy pałeczek z gatunku *Corynebacterium xerosis* (MIC $< 0,12$ mg/ml). Oceniane przez Morrisa i wsp. (25) szczepy dyfteroidów wykazały wrażliwość na 0,5 mg/ml olejku. Natomiast szczepy testowanych Gram-dodatnich ziarniaków były wrażliwe na stężenia w zakresie 0,5-2,0 mg/ml olejku tymiankowego. Bardziej wrażliwe okazały się szczepy z rodzaju *Staphylococcus* niż

Enterococcus, dla których stężenia olejku hamujące ich wzrost wynosiły odpowiednio 0,5 mg/ml i 0,5-2,0 mg/ml. Taką samą wrażliwość szczepów *Staphylococcus aureus* (0,5 mg/ml), jaką miały badane przez nas szczepy, uzyskali Morris i wsp. (25). Natomiast olejek tymiankowy wykazał większą aktywność wobec szczepów *Staphylococcus aureus* testowanych przez Kędziałę i wsp. (18) (MIC=0,05 mg/ml), a znacznie niższą w przypadku szczepów ocenianych przez Imelouane i wsp. (6) (MIC=1,33 mg/ml), Hammera i wsp. (13) (MIC=2,5 mg/ml) i Kalembę i wsp. (17) (MIC=4,0 mg/ml). Oceniane przez nas szczepy *Staphylococcus epidermidis* były wrażliwe na 0,5 mg/ml olejku tymiankowego, a gronkowce tego gatunku oceniane przez Imelouane i wsp. (6) na wyższe stężenie, wynoszące 1,33 mg/ml. Badane przez nas

Tabela 1. Wrażliwość na olejek tymiankowy (*Oleum Thymi*) 31 szczepów bakterii tlenowych.

| Drobnoustroje | Liczba szczepów | Najmniejsze stężenie hamujące MIC (mg/ml) | | | | | |
|--|-----------------|---|-----------|----------|----------|------|-------------|
| | | $\geq 4,0$ | 2,0 | 1,0 | 0,5 | 0,25 | $\leq 0,12$ |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 3 | | | | 3 | | |
| <i>Staphylococcus epidermidis</i> | 3 | | | | 3 | | |
| <i>Enterococcus faecalis</i> | 4 | | 1 | 2 | 1 | | |
| <i>Corynebacterium xerosis</i> | 2 | | | | | | 2 |
| Gram-dodatnie bakterie tlenowe ogółem | 12 | | 1 | 2 | 7 | | 2 |
| <i>Acinetobacter baumannii</i> | 3 | | 2 | | 1 | | |
| <i>Escherichia coli</i> | 3 | | 2 | 1 | | | |
| <i>Klebsiella pneumoniae</i> | 2 | | 1 | | 1 | | |
| <i>Citrobacter freundii</i> | 2 | | | 2 | | | |
| <i>Serratia marcescens</i> | 2 | | 2 | | | | |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 2 | 2 | | | | | |
| <i>Pseudomonas stutzeri</i> | 2 | | | | 2 | | |
| <i>Salmonella enterica</i> * | 3 | | 3 | | | | |
| Gram-ujemne bakterie tlenowe ogółem | 19 | 2 | 10 | 3 | 4 | | |
| Bakterie tlenowe ogółem | 31 | 2 | 11 | 5 | 11 | | 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 tymiankowy (*Oleum Thymi*) 6 szczepów wzorcowych bakterii tlenowych.

| Drobnoustroje | Liczba szczepów | Najmniejsze stężenie hamujące MIC (mg/ml) | | | | | |
|---|-----------------|---|-----|-----|-----|------|-------------|
| | | $\geq 4,0$ | 2,0 | 1,0 | 0,5 | 0,25 | $\leq 0,12$ |
| <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 | 1 | | | | 1 | | |
| <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 | 1 | | | | 1 | | |
| <i>Corynebacterium xerosis</i> ATCC 373 | 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 | | | |

szczyepy z gatunku *Enterococcus faecalis* wykazały wrażliwość w zakresie stężeń 0,5-2,0 mg/ml. Znacznie wyższą wrażliwością charakteryzowały się szczepy enterokoków testowane przez Kędzię i wsp. (18) (MIC=0,075 mg/ml), a znacznie niższą wrażliwością szczepy oceniane przez Hammera i wsp. (13) (5,0 mg/ml).

Wśród Gram-ujemnych pałeczek największą wrażliwość wykazały szczepy z gatunku *Pseudomonas stutzeri* (MIC=0,5 mg/ml). Umiarkowaną wrażliwością charakteryzowały się szczepy z rodzaju *Acinetobacter* (MIC=0,5-2,0 mg/ml), *Escherichia* (MIC 1,0-2,0 mg/ml) i *Klebsiella* (MIC=0,5-2,0 mg/ml). W badaniach Hammera i wsp. (13) pałeczki *Acinetobacter baumannii* i *Escherichia coli* wykazały podobną do uzyskanej przez nas wrażliwość na olejek tymiarkowy (MIC=1,2 mg/ml), a szczepy z gatunku *Klebsiella pneumoniae* niższą wrażliwość (MIC=2,0 mg/ml). Natomiast znacznie wyższą aktywnością charakteryzował się olejek badany przez Kędzię i wsp. (18) wobec pałeczek *Escherichia coli* (MIC=0,25 mg/ml) i *Klebsiella pneumoniae* (MIC=0,1 mg/ml) oraz Morrisa i wsp. (25) (MIC dla *Escherichia coli* wynosiło 0,5 mg/ml). Zbliżone do uzyskanych przez nas wyniki wrażliwości szczepów *Escherichia coli* uzyskali Imelouane i wsp. (6) (MIC w zakresie stężeń 0,33-1,33 mg/ml), Kalemba i wsp. (17) (MIC=2,0 mg/ml) oraz Duarte i wsp. (28) (MIC=0,3-1,0 mg/ml). Niższą aktywność olejek wykazał wobec badanych przez nas pałeczek *Serratia* i *Salmonella* (MIC=2,0 mg/ml). Jednak oceniane przez Hammera i wsp. (13) szczepy *Salmonella typhimurium* były jeszcze bardziej odporne (MIC>20,0 mg/ml) na olejek tymiarkowy niż nasze szczepy. Także badane przez tych autorów pałeczki *Serratia marcescens* okazały się nieznacznie mniej wrażliwe na olejek (MIC=2,5 mg/ml), niż testowane przez nas szczepy (MIC=2,0 mg/ml). Najmniej wrażliwe na olejek tymiarkowy okazały się szczepy z gatunku *Pseudomonas aeruginosa*, których wzrost był hamowany przez stężenie >4,0 mg/ml. Badania innych autorów (18) wykazały wyższą wrażliwość tych pałeczek wobec olejku tymiarkowego (MIC=0,5 mg/ml). Natomiast wzrost szczepów z gatunku *P. aeruginosa* testowanych przez Hammera i wsp. (13) był hamowany przez wysokie stężenia, wynoszące >20,0 mg/ml.

Zwraca uwagę fakt, że w zakresie niskich stężeń ($\leq 0,12-0,5$ mg/ml) olejek tymiarkowy hamował wzrost 75% szczepów Gram-dodatnich bakterii i tylko 21% szczepów Gram-ujemnych bakterii. Wyższą wrażliwość Gram-dodatnich drobnoustrojów tlenowych w porównaniu z Gram-ujemnymi potwierdzają badania innych autorów (17, 26, 36, 37).

Wnioski

1. Oceniany olejek tymiarkowy wykazał znaczną aktywność wobec bakterii tlenowych.
2. Największą wrażliwością spośród Gram-dodatnich bakterii charakteryzowały się pałeczki *Corynebacterium xerosis*, a z Gram-ujemnych bakterii pałeczki *Pseudomonas stutzeri*.
3. Najmniej wrażliwe okazały się szczepy pałeczek z gatunku *Pseudomonas aeruginosa*.
4. Gram-dodatnie bakterie tlenowe wykazały wyższą wrażliwość na olejek tymiarkowy niż szczepy Gram-ujemnych pałeczek.

Piśmiennictwo

1. Klaric MS, Kosalec I, Mastelic J i wsp. Moulds from damp dwellings. *Lett Appl Microbiol* 2007; 44:36-42.
2. Omidbeygi M, Barzegar M, Hamidi Z i wsp. Antifungal activity of thyme, summer Savony and clove essential oils against *Aspergillus flavus* in liquid medium and tomato paste. *Food Control* 2007; 18:1518-23.
3. Eteghad SS, Mirzaei H, Pour SF. Inhibitory effects of endemic *Thymus vulgaris* and *Mentha piperita* essential oils on *Escherichia coli* 0157:H7. *Res J Biol Sci* 2009; 4(3):340-4.
4. Sokovic MD, Vukojevic J, Marin PD i wsp. Chemical composition of essential oils of *Thymus* and *Mentha* species and their antifungal activities. *Molecules* 2009; 14:238-49.
5. Sartoratto A, Machado ALM, Delarmelina C i wsp. Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. *Braz J Microbiol* 2004; 36:275-80.
6. Imelouane B, Amhamdi H, Wathelet JP i wsp. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of Thyme (*Thymus vulgaris*) from Easter Morocco. *Int J Agric Biol* 2009; 11(2):205-8.
7. Standen MD, Connellan PA, Leach DN. Natural killer cell activity and lymphocyte activation: Investigating the effects of a selection of essential oils and compounds *in vitro*. *Int J Aromather* 2006; 16:133-49.
8. Inouye S, Uchida K, Abe S. Vapor activity of 72 essential oils against a *Trichophyton mentagrophytes*. *J Infect Chemother* 2006; 12:210-6.
9. Lutomski J, Alkiewicz J. Leki roślinne w profilaktyce i terapii. PZWL, Warszawa 1993.
10. Ożarowski A. Ziółolecznictwo. PZWL, Warszawa 1976.
11. Sienkiewicz M, Denys A. Działanie terapeutyczne olejków eterycznych. *Acta Clin Morphol* 2008; 1:34-41.
12. Thuille L, Fille M, Nagel M. Bactericidal activity of herbal extracts. *Int J Hyg Environ Health* 2003; 206:217-21.
13. Hammer KA, Carson CV, Riley TV. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J Appl Microbiol* 1999; 86:985-90.
14. Kloucek P, Smid J, Frankova A i wsp. Fast screening method for assessment of antimicrobial activity of essential oils in vapour phase. *Food Res Intern* 2011; 5:1-5.
15. Chao S, Young G, Nakaoka K. Inhibition of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) by essential oils. *Flavour Fragr J* 2008; 23:444-9.
16. Skrinjar MM, Nemet NT. Antimicrobial effects of species and herbs essential oils. *APTEFF* 2009; 40:195-209.
17. Kalemba D, Kunicka A. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr Med Chem* 2003; 10:813-29.
18. Kędzia B, Holderna-Kędzia E. Badanie wpływu olejków eterycznych na bakterie, grzyby i dermatofity chorobotwórcze dla człowieka. *Post Fitoter* 2007; 2:71-7.
19. Duarte MCT, Leme EE, Delarmelina C i wsp. Activity of essential oils from Brazilian medicinal plants on *Escherichia coli*. *J Ethnopharmacol* 2007; 11:197-201.
20. Di Pasqua R, De Feo V, Villani F i wsp. *In vitro* antimicrobial activity of essential oils from Mediterranean *Apiaceae*, *Verbenaceae* and *Lamiaceae* against foodborne pathogens and spoilage bacteria. *Ann Microbiol* 2005; 55(2):139-43.
21. Mohsenzadeh M. Evaluation

- of antibacterial activity of selected Iranian essential oils against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in nutrient broth medium. Pak J Biol Sci 2007; 10(20):3693-7. **22.** Si W, Gong J, Tsao R i wsp. Antimicrobial activity of essential oils and structurally related synthetic food additives towards selected pathogenic and beneficial gut bacteria. J Appl Microbiol 2006; 100:296-305. **23.** Dorman HJD, Deans SG. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. J Appl Microbiol 2000; 88:308-16. **24.** Kędzia A. Ocena wrażliwości bakterii beztlenowych na olejek tymiankowy. Post Fitoter 2006; 3:131-5. **25.** Morris JA, Khettry A, Seitz EW. Antimicrobial activity of aroma chemicals and essential oils. J Am Oil Chem Soc. 1979; 56:595-603. **26.** Inouye S, Yamaguchi H, Takizawa T. Screening of the antibacterial effects of a variety of essential oils on respiratory tract pathogens, using a modified dilution assay method. J Infect Chemother 2001; 7:251-4. **27.** Viuda-Martos M, Ruiz-Vavajas Y, Fernandez-Lopez J i wsp. Antibacterial activity of different essential oils obtained from spice widely used in Mediterranean diet. Int J Food Sci Technol 2008; 43:526-31. **28.** Duarte MCT, Figueira GM, Sartoratto A i wsp. Anti-*Candida* activity of Brazilian medical plants. J Ethnopharmacol 2005; 97:305-11. **29.** Nedorostova L, Kloucek P, Kokoska L i wsp. Antimicrobial properties of selected essential oils in vapour phase against foodborne bacteria. Food Control 2009; 20:157-60. **30.** Liu X, Wang LP, Li YC i wsp. Antifungal activity of thyme oil against *Geotrichum citriauranti* *in vitro* and *in vivo*. J Appl Microbiol 2009; 107:1450-6. **31.** Pawar VC, Thaker VS. *In vitro* efficacy of 75 essential oils against *Aspergillus niger*. Mycoses 2006; 49:316-23. **32.** Bhattaram VA, Graefe U, Kohlert C i wsp. Pharmacokinetics and bioavailability of herbal medicinal products. Phytomed 2002; 9 (Suppl 3):1-33. **33.** Giaud-Robert AM. The role of aromatherapy in the treatment of viral hepatitis. Intern J Aromather 2005; 15:182-92. **34.** Adorjan B, Buchbauer G. Biological properties of essential oils: an updated review. Flavour Fragr J 2021; 25:407-26. **35.** Clinical and Laboratory Standards Institute NCCLS: Methods for dilution antimicrobial susceptibility testing for bacteria grow aerobically. Approved standards. 7th ed. CLSI document M7-A7. Wayne 2006. **36.** Nevas M, Korhonen A, Lindstrom M i wsp. Antibacterial efficacy of Finnish spice essential oils against pathogenic and spoilage bacteria. J Food Prot 2004; 67:199-202. **37.** Lambert RJW, Skandamis PN, Coote P i wsp. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action oregano essential oil, thymol and carvacrol. J Appl Microbiol 2001; 91:453-62.

otrzymano/received: 05.03.2012
zaakceptowano/accepted: 28.03.2012

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: anak@gumed.edu.pl