

©Borgis

*Anna Kędzia¹, Marta Ziółkowska-Klinkosz¹, Łukasz Lassmann²,
Adam Włodarkiewicz³, Aida Kusiak⁴, Barbara Kochońska⁵

Wrażliwość na olejek tymiankowy (*Oleum Thymi*) bakterii mikroaerofilnych wyizolowanych z zakażeń jamy ustnej

¹Zakład Mikrobiologii Jamy Ustnej, Katedra Mikrobiologii, Gdański Uniwersytet Medyczny
Kierownik Zakładu i Katedry: dr hab. Anna Kędzia, prof. nadzw.

²Praktyka Prywatna, Gdańsk

³Katedra i Klinika Chirurgii Szczękowej, Twarzowej i Stomatologicznej,
Gdański Uniwersytet Medyczny

Kierownik Katedry i Kliniki: prof. dr hab. Adam Włodarkiewicz

⁴Katedra i Zakład Periodontologii i Chorób Błony Śluzowej Jamy Ustnej,
Gdański Uniwersytet Medyczny

Kierownik Katedry i Zakładu: dr hab. Aida Kusiak, prof. nadzw.

⁵Katedra i Zakład Stomatologii Zachowawczej, Gdański Uniwersytet Medyczny
Kierownik Katedry i Zakładu: dr hab. Barbara Kochońska, prof. nadzw.

THE SUSCEPTIBILITY OF MICROAEROPHILIC
BACTERIA TO THYME OIL (OLEUM THYMI)
ISOLATED FROM INFECTION OF ORAL CAVITY

SUMMARY

*Thyme (Thymus vulgaris L.), a member of the family Lamiaceae, is widely used in the folk medicine. Thyme and essential oil possess antitussive, expectorant, antispasmodic, sedative, appetite stimulant, carminative, anthelmintic, diuretic and antimicrobial properties. The major components of essential oil are: thymol (18-80%) and carvacrol (1-20%). The thyme oil contain a variety of volatile molecules, such as: α - and β -pinene, α - and γ -terpinene, p-cymene, myrcene, limonene, 1,8-cineole, β -caryophyllene, Δ -kadinene, β -bourbonene, linalool, linalool acetate, borneol, bornyl acetate and α -terpineol. Further more the oil from thyme contained tannins, acids (e.g. caffeic acid) and flavonoids. The antimicrobial efficacy of thyme oil and its compounds has been known for several years, and many studies have demonstrated activity against bacteria, viruses, fungi, and protozoa. The aim of this work was to investigate the antimicrobial activity of thyme oil, against microaerophilic bacteria isolated from infections of oral cavity. A total 44 strains of bacteria isolated from patients and 3 reference strains were tested. The antimicrobial activities was evaluated against following genus of bacteria: *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (17 strains), *Campylobacter sputorum* (7), *Eikenella corrodens* (13), *Wolinella gracilis* (4), *Rothia dentocariosa* (3) and reference strains from genus: *Bacteroides fragilis* ATCC 25285, *Fusobacterium nucleatum* ATCC 25586 i *Propionibacterium acnes* ATCC 11827. The susceptibility of bacteria was determined by means of plate dilution technique in *Brucella* agar supplemented with*

*5% sheep blood. The inoculum of 10⁵ CFU/spot was applied to agar plates with Steers replicator. Incubation was performed in anaerobic jars (microaerophilic conditions and anaerobic conditions for references strains) at 37°C for 48 hrs. The MIC was defined as the lowest concentrations of essential oil that inhibited growth of tested bacteria. The data showed that the most susceptible to the thyme oil was Gram-positive rods from genus *Rothia dentocariosa* (MIC in ranges ≤ 62 -500 $\mu\text{g/ml}$) and Gram-negative rods from genus *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (MIC ≤ 62 -500 $\mu\text{g/ml}$ for 88% strains). The strains of *Wolinella gracilis* and *Campylobacter sputorum* were less sensitive to the essential oil. The 57% rods from genus *Campylobacter sputorum* were inhibited by ≤ 62 -250 $\mu\text{g/ml}$. But 75% strains from genus *Wolinella gracilis* were sensitive to concentrations from 250 to 500 $\mu\text{g/ml}$. The Gram-negative rods from genus *Eikenella corrodens* were the lowest sensitive to thyme oil. The growth of 39% of strains were inhibited by concentrations ≤ 62 -250 $\mu\text{g/ml}$, but the growth 61% of strains was inhibited in concentrations 1000- ≥ 4000 $\mu\text{g/ml}$. The Gram-positive microaerophilic bacteria were more sensitive to thyme oil than Gram-negative.*

KEY WORDS: MICROAEROPHILIC BACTERIA – THYME OIL – INFECTIONS – SUSCEPTIBILITY – MIC

Tymiarek pospolity, zwany teŹ wlaściwym (*Thymus vulgaris* L.) z rodziny wargowych (*Lamiaceae*) pochodzi z krajów śródziemnomorskich. Tymiarek w j. angielskim zwany jest *thyme*, *common thyme* i *garden thyme*; w j. francuskim – *thym vulgaire*; w j. niemieckim – *Garten Thymian* i *Echter Thymian*; w j. włoskim –

timo maggiore; w j. hiszpańskim – *tomillo*; w j. szwedzkim – *kryoldtimjan*, a w j. arabskim – *zaatar* i *zaitra*.

Tymianek jest rośliną wieloletnią, osiągnącą wysokość 20-30 cm. Wytwarza lancetowate krótkoogonkowe liście i drobne różowoliliowe kwiatki usytuowane w kątach liści. Roślina wydziela przyjemny, aromatyczny zapach. Ma korzenny, gorzkawy smak. Z Egiptu do Europy tymianek został przywieziony w XI w. przez mnichów benedyktyńskich. Tymianek pospolity rośnie na leśnych polanach i miedzach, w miejscach dobrze nasłonecznionych i suchych. W Polsce jest też uprawiany. Można go również hodować w warunkach doniczkowych. Ziele tymianku wykazuje szereg właściwości terapeutycznych (1). W lecznictwie często jest wykorzystywane jako środek wykrztuśny (1-4). Stwierdzono, że pobudza wydzielanie śluzu i ruch rzęsek nabłonka górnych dróg oddechowych. Przyczynia się do rozrzedzenia zalegającej wydzieliny i ułatwia jej odkrztuszenie. Ponadto łagodzi napady kaszlu. Ma też działanie spazmolityczne. Obecne w tymianku pospolitym związki gorzkie pobudzają wydzielanie soku żołądkowego, przyspieszają trawienie i ułatwiają przyswajanie pokarmów. Ponadto tymianek wykazuje też działanie wiatropędne, żółciopędne, przeciwrabcze, uspokajające i diuretyczne (1, 5). Badania wykazały też korzystne działanie olejku tymiankowego na gojenie ran po oparzeniach (6). Ziele tymianku jest często wykorzystywane jako przyprawa do mięs, zup, sosów i sałatek warzywnych. Jest składnikiem różnych mieszanek ziołowych przyprawowych, w tym „zioł prowansalskich” (1).

Preparaty zawierające zarówno wyciągi z ziele tymianku, jak i olejek tymiankowy, znalazły zastosowanie w profilaktyce i terapii zakażeń jamy ustnej. Przykładem są preparaty, tj. Dentosept, Dentosept A, Salviasept, Mucosit i Thymisal spray. Olejek tymiankowy jest dodawany do preparatów stosowanych w codziennej higienie jamy ustnej, w tym do płynów do płukań i past do szczotkowania zębów. Jest też wykorzystywany do produkcji kosmetyków.

Najważniejszym składnikiem ziele tymianku jest olejek eteryczny, którego zawartość wynosi od 0,5 do 2,5%. Głównymi jego składnikami są: tymol (18-80%) oraz karwakrol (1-20%) (1,7-10). Olejek zawiera też szereg innych związków, w tym m.in. α - i β -pinen, α - i γ -terpinen, p-cymen, myrcen, limonen, 1,8-cyneol, β -kariofyllen, Δ -kadinen, β -burbonen, linalol, octan linalolu, borneol, octan borneolu i α -terpineol (1, 7-12). Wśród składników ziele są także obecne garbniki, kwasy (kawowy, chlorogenowy, ferulowy, ursolowy) oraz flawonoidy (pochodne kemferolu, luteoliny i apigeniny) (13). W licznych doświadczeniach wykazano, że wyciągi z ziele tymianku, olejek tymiankowy i niektóre

jego składniki działają przeciwdrobnoustrojowo (1, 5, 8, 9, 11-27). W badaniach przeprowadzonych przez Sartoratto i wsp. (11) Gram-dodatnie ziarniaki z gatunku *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecium* i *Micrococcus luteus* były wrażliwe na olejek tymiankowy w zakresie 150->2000 $\mu\text{g/ml}$, a Gram-ujemne pałeczki z gatunku *Salmonella choleraesuis* na stężenie 60 $\mu\text{g/ml}$. Skrinjar i wsp. (22) wykazali wrażliwość innych Gram-ujemnych pałeczek, w tym *Enterobacter cloacae* (MIC = 600 $\mu\text{g/ml}$), *Pseudomonas fluorescens* i *P. putida* (2000 $\mu\text{g/ml}$) i *Listeria monocytogenes* (200 $\mu\text{g/ml}$).

W doświadczeniach Di Pasqua i wsp. (16) olejek tymiankowy był aktywny wobec Gram-dodatnich bakterii, w tym *Staphylococcus aureus* i *Listeria monocytogenes* w zakresie stężeń 1000-1700 $\mu\text{g/ml}$, a szczepów *Lactobacillus plantarum*, *L. delbrueckii* i *Lactococcus garvieae* w stężeniach wynoszących >10000 $\mu\text{g/ml}$. W tych badaniach Gram-ujemne pałeczki z gatunku *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* oraz z rodzaju *Pseudomonas* były wrażliwe w zakresie stężeń od 300 do 1500 $\mu\text{g/ml}$. Podobne stężenia olejku tymiankowego (200-1400 $\mu\text{g/ml}$) hamowały wzrost szczepów z rodzajów *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Bifidobacterium* i *Clostridium* w doświadczeniach, które przeprowadzili Ferrini i wsp. (28). W kolejnych badaniach (27) szczepy gronkowców i enterokoków były wrażliwe w zakresie stężeń wynoszących 120-2000 $\mu\text{g/ml}$, a szczepy pałeczek z rodzajów: *Acinetobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Serratia*, *Pseudomonas* i *Salmonella* na stężenia wynoszące od 500 do ≥ 4000 $\mu\text{g/ml}$. Podobną wrażliwością na olejek tymiankowy charakteryzowały się bakterie beztlenowe (MIC w zakresie 60-2000 $\mu\text{g/ml}$) (26). Z przedstawionych danych wynika, że większość przeprowadzonych badań dotyczy wrażliwości na olejek tymiankowy bakterii tlenowych, a tylko sporadycznie bakterii beztlenowych. Brakuje danych nt. aktywności tego olejku wobec bakterii mikroaerofilnych.

Cel pracy

Celem pracy była ocena wrażliwości na olejek tymiankowy bakterii mikroaerofilnych, które często uczestniczą w zakażeniach w obrębie jamy ustnej.

Materiał i metody badań

Bakterie mikroaerofilne wykorzystane do badań zostały wyhodowane z materiałów pobranych z kieszonek patologicznych i z zakażeń błony śluzowej jamy ustnej. Ocenie wrażliwości na olejek tymiankowy poddano 44 szczepy z gatunku: *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (17 szczepów), *Campylobacter sputorum* (7), *Eikenella corrodens* (13), *Wolinella gracilis* (4), *Rothia dentocariosa* (3) oraz 3 szczepy

wzorcowe z gatunków *Bacteroides fragilis* ATCC 25285, *Fusobacterium nucleatum* ATCC 12585 i *Propionibacterium acnes* ATCC 11827. Badanie wrażliwości (MIC) na olejek tymiankowy (firmy Semifarm) wymienionych bakterii przeprowadzono metodą seryjnych rozcieńczeń w agarze Brucella z dodatkiem 5% krwi baraniej. Olejek tymiankowy (100 mg) rozcieńczono w 1 ml DMSO (Serva). Dalsze rozcieńczenia były wykonywane w jałowej wodzie destylowanej w celu uzyskania następujących stężeń: 4000, 2000, 1000, 500, 250, 125 i 62 $\mu\text{g/ml}$. Zawiesinę zawierającą 10^5 CFU/kroplę nanoszono na powierzchnię agaru aparatem Steersa. Podłoża nie zawierające olejku były traktowane jako kontrola wzrostu szczepów badanych bakterii. Inkubację podłoży zawierających olejek i kontrolnych prowadzono w warunkach mikroaerofilnych, w anarostatach zawierających CampyPak (BBL) a szczepów wzorcowych w warunkach beztlenowych, w temp. 37°C przez 48 godz. Za MIC uznano takie najmniejsze stężenie olejku tymiankowego, które całkowicie hamowało wzrost ocenianych bakterii.

Wyniki i ich omówienie

Uzyskane wyniki badań wrażliwości na olejek tymiankowy szczepów bakterii mikroaerofilnych wyizolowanych z zakażeń zostały zebrane w tabeli 1, a szczepów wzorcowych w tabeli 2. Największą aktywność olejek tymiankowy wykazał wobec Gram-dodatnich pałeczek z gatunku *Rothia dentocariosa*. Wszystkie szczepy były wrażliwe w zakresie stężeń 62-500 $\mu\text{g/ml}$. Wysoką wrażliwość wykazały też szczepy Gram-ujemnych pałeczek z gatunku *Aggregatibacter*

actinomycetemcomitans. Na niskie stężenia olejku (MIC w zakresie ≤ 62 -500 $\mu\text{g/ml}$) było wrażliwych 88% testowanych szczepów. Wzrost pozostałych szczepów tego gatunku hamowało stężenie olejku wynoszące 1000 $\mu\text{g/ml}$. Kolejne pałeczki należące do gatunku *Wolinella gracilis* były nieznacznie mniej wrażliwe na olejek tymiankowy.

W niskich stężeniach w zakresie 250-500 $\mu\text{g/ml}$ olejek hamował wzrost 75% badanych szczepów. Jeszcze niższą wrażliwością charakteryzowały się Gram-ujemne pałeczki z gatunku *Campylobacter sputorum*. Wzrost 57% szczepów był hamowany w stężeniach wynoszących ≤ 62 -250 $\mu\text{g/ml}$. Jednak pozostałe szczepy tego gatunku wymagały do zahamowania wzrostu użycia wyższych stężeń olejku w zakresie 2000-4000 $\mu\text{g/ml}$. Najniższą wrażliwość wykazały pałeczki z gatunku *Eikenella corrodens*. Niskie stężenia (MIC ≤ 62 -250 $\mu\text{g/ml}$) hamowały wzrost 39% szczepów. Natomiast większość badanych szczepów tego gatunku (61%) było wrażliwych w zakresie stężeń wynoszących od 1000 do 4000 $\mu\text{g/ml}$ i wyższych.

Warto zaznaczyć, że oceniane w tych badaniach Gram-ujemne pałeczki okazały się mniej wrażliwe (MIC ≤ 62 - ≥ 4000 $\mu\text{g/ml}$) niż Gram-dodatnie pałeczki (MIC ≤ 62 -500 $\mu\text{g/ml}$). We wcześniejszych badaniach dotyczących wrażliwości bakterii beztlenowych na olejek tymiankowy, także Gram-dodatnie bakterie były nieznacznie bardziej wrażliwe w porównaniu z Gram-ujemnymi bakteriami (50% i 48% szczepów) (26). Natomiast oceniane bakterie tlenowe wykazały znaczną różnicę we wrażliwości na olejek, który w zakresie niskich stężeń (≤ 120 -500 $\mu\text{g/ml}$) hamował

Tabela 1. Wrażliwość na olejek tymiankowy bakterii mikroaerofilnych.

Bakterie mikroaerofilne	Liczba szczepów	Najmniejsze stężenie hamujące (MIC) w $\mu\text{g/ml}$						
		≥ 4000	2000	1000	500	250	125	≤ 62
<i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i>	17			2	4	5	1	5
<i>Campylobacter sputorum</i>	7	2	1			1	1	2
<i>Eikenella corrodens</i>	13	2	3	3		1	1	3
<i>Wolinella gracilis</i>	4	1			1	2		
<i>Rothia dentocariosa</i>	3				1	1		1
Bakterie mikroaerofilne łącznie	44	5	4	5	6	10	3	11

Tabela 2. Wrażliwość na olejek tymiankowy szczepów wzorcowych bakterii.

Bakterie mikroaerofilne	Liczba szczepów	Najmniejsze stężenie hamujące (MIC) w $\mu\text{g/ml}$						
		≥ 4000	2000	1000	500	250	125	≤ 62
<i>Bacteroides fragilis</i> ATCC 25285	1	1						
<i>Fusobacterium nucleatum</i> ATCC 25585	1		1					
<i>Propionibacterium acnes</i> ATCC 11827	1			1				

wzrost 75% Gram-dodatnich bakterii, a jedynie 21% szczepów Gram-ujemnych pałeczek (27). Inni badacze również potwierdzają większą wrażliwość testowanych Gram-dodatnich bakterii w porównaniu z Gram-ujemnymi (5, 12, 14, 22, 23). Należy też podkreślić, że tymol, główny składnik olejku, wykazuje aktywność porównywalną do fenolu, ale różni się od niego znacznie niższą toksycznością (29-31). W badaniach *in vitro* stwierdzono też, że tymol w stężeniach od 4 do 10 razy niższych od chlorheksydyny hamuje powstawanie biofilmu tworzonego przez bakterie jamy ustnej (32).

Wnioski

1. Olejek tymiankowy charakteryzował się znaczną aktywnością wobec testowanych bakterii mikroaerofilnych.
2. Największą wrażliwość na działanie olejku wykazały Gram-dodatnie pałeczki z gatunku *Rothia dentocariosa*.
3. Olejek tymiankowy okazał się najmniej aktywny wobec szczepów Gram-ujemnych pałeczek z gatunku *Eikenella corrodens*.
4. Gram-dodatnie bakterie mikroaerofilne wykazały wyższą wrażliwość na testowany olejek niż Gram-ujemne pałeczki.

Piśmiennictwo

1. Imelouane B, Amhamdi H, Wathelet JP i wsp. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of thyme (*Thymus vulgaris*) from Eastern Morocco. *Int J Agric Biol* 2009; 11(2):205-8. 2. Ożarowski A. Ziółolecznictwo. PZWL, Warszawa 1976. 3. Sienkiewicz M, Denys A. Działanie terapeutyczne olejków eterycznych. *Acta Clin Morph* 2008; 1:34-41. 4. Lutomski J, Alkiewicz J. Leki roślinne w profilaktyce i terapii. PZWL, Warszawa. 1993. 5. Al-Saimary IE, Bakr SS, Khudaier BY. Efficacy of antibacterial agents extracted from *Thymus vulgaris* L. (*Lamiaceae*). *Int J Nutr Well* 2007; 4(1):1-5. 6. Nurcan D, Narin L, Irfan O i wsp. Role of *Thymus* oil in burn wound healing. *J Burn Care Rehab* 2003; 24(6):395-399. 7. 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. 8. Klaric MS, Kosalec J, Mastelic J i wsp. Antifungal activity of thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil and thymol against moulds from damp dwellings. *Lett Appl Microbiol* 2007; 44:36-44. 9. 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. 10. Kowalski R, Wawrzykowski J. Essential oils analysis in dried materials and granulates obtained from *Thymus vulgaris* L., *Salvia officinalis* L., *Mentha piperita* L. and *Chamomilla*

recutita. *Flavour Frag J* 2009; 24:31-5. 11. Sartoratto A, Machado ALM, Dalamelina i wsp. Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. *Braz J Microbiol* 2004; 36:275-89. 12. Inouye S, Takizawa T, Yamaguchi H. Antibacterial activity of essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact. *J Antimicrob Chemother* 2001; 47:565-73. 13. Cowan MM. Plant products as antimicrobial agents. *Clin Microbiol Rev* 1999; 12(4):564-82. 14. 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. 15. Fan M, Chen J. Studies on antimicrobial activity of extracts from thyme. *Wei Sheng Xue Bao* 2001; 41(4):499-04. 16. 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. 17. Reichling J, Schnitzler P, Suschke U i wsp. Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties – an overview. *Forch Komplementmed* 2009; 16:79-90. 18. Morris JA, Khettry EW. Antimicrobial activity of aroma chemicals and essential oils. *J Am Oil Chem Soc* 1979; 56:595-603. 19. 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; 7:251-54. 20. Franz C, Baser KHC, Windisch W. Essential oils and aromatic plants in animal feeding – a European perspective. A review. *Flavour Fragr J* 2010; 25:327-40. 21. Zu Y, Yu H, Liang L i wsp. Activities of ten essential oils towards *Propionibacterium acnes* and PC-3, A-549 and MCF-7 cancer cells. *Molecules* 2010; 15:3200-10. 22. Skrinjar MM, Nemet NT. Antimicrobial effects of spice and herbs essential oils. *APTEFF* 2009; 40:195-209. 23. Thuille N, Fille M, Nagl M. Bactericidal activity of herbal extracts. *Int J Hyg Environ Health* 2003; 206:217-21. 24. Kalemba D, Kunicka A. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr Med Chem* 2003; 10:813-29. 25. Maruzzella JC, Sicurella NA. Antibacterial activity of essential oil vapors. *J Am Pharm Assoc* 1960; 49:692-94. 26. Kędzia A. Ocena wrażliwości bakterii beztlenowych na olejek tymiankowy. *Post Fitoter* 2006; 3:131-5. 27. Kędzia A, Dera-Tomaszewska B, Ziółkowska-Klinkosz M. i wsp. Aktywność olejku tymiankowego (*Oleum Thymi*) wobec bakterii tlenowych. *Post Fitoter* 2012; 2:67-71. 28. Ferrini AM, Mannoni V, Hodzic S i wsp. Antimicrobial activity of bergamot oil in relation to chemical composition and different origin. *Riv Ital EPPOS*, 8 (Spec Num) 1998; 140-50. 29. Cosentino S, Tuberoso CI, Pisano B i wsp. *In vitro* antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian *Thymus* essential oils. *Lett Appl Microbiol* 1999; 29(2):130-5. 30. Dorman HJ, Deans SG. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plants volatile oils. *J Appl Microbiol* 2000; 88(2):309-16. 31. Marino M, Besani C, Comi G. Antimicrobial activity of the essential oils of *Thymus vulgaris* L. measured using a bioimpedometric method. *J Food Prot* 1999; 62(9):1117-23. 32. Filoche SK, Soma K, Sissons CH. Antimicrobial effects of essential oils in combination with chlorhexidine digluconate. *Oral Microbiol Immun* 2005; 20(4):221-5.

otrzymano/received: 19.06.2013
zaakceptowano/accepted: 12.07.2013

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