

*Anna Kędzia¹, Andrzej W. Kędzia², Henry Ostrowski-Meissner³, Joanna Wiśniewska⁴

Wrażliwość bakterii beztlenowych na australijski olejek mirtowy (*Backhousia citriodora* F. Muell.)

Susceptibility of anaerobic bacteria on Australian myrtle oil (*Backhousia citriodora* F. Muell.)

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

²Katedra Auksologii Klinicznej i Pielęgniarstwa Pediatricznego, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Kierownik Katedry: dr hab. n. med. Andrzej W. Kędzia, prof. nadzw.

³Wydział Nauk o Zdrowiu, Charles Sturt University, Sydney, Australia

⁴Oddział Chorób Naczyń i Chorób Wewnętrznych, Szpital Uniwersytecki nr 2, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Ordynator Oddziału: dr n. med. Grzegorz Pulkowski

SUMMARY

Introduction. Herbs have been known and utilize since ancient Times in China, Europe and America. The ancient Egyptians used the myrtle to treat fever and infections. The plant have been mentioned in the Bible six times. Dioscorides recommended myrtle oil on patients with bladder and lung infections. The herb and essential oil were used in Ayuveric treating infections respiratory tract and neuralgic. *Backhousia citriodora* F. Muell. belonging to the genus *Backhousia* and family Myrtaceae. It grown to 20-30 m high, on plantations in Australia, in subtropical rainforests of central and south-eastern Queensland. The leaves of the tree *Backhousia citriodora* produces an essential oil. It is obtained via hydro distillation. Lemon myrtle oil is known for its characteristic lemon flavor, related with presence of citral. Research indicated, that constituents of oil showed antibacterial activity against aerobic bacteria. There are no information about its activity towards anaerobic bacteria.

Aim. The aim of the study was to determine activity of myrtle oil against anaerobic bacteria isolated from patients.

Material and methods. The anaerobic bacteria were isolated from various infections of oral cavity. A total 135 strains isolated from patients and 7 reference strains were tested. The susceptibility anaerobes to myrtle oil was carried out using plate dilution technique in Brucella agar supplemented with 5% defibrinated sheep blood, menadione and hemin. Inoculum containing 10⁶ in CFU per spot was seeded with Steers replicator upon the surface of agar with myrtle oil and without oil (strains growth control). Incubation the plates was performed in anaerobic jars (10% CO₂, 10% H₂, 80% N₂, palladic catalyst and anaerobic indicator) at 37°C for 48 hrs. The MIC was defined as the lowest concentrations of the myrtle oil that completely inhibited the tested anaerobic bacteria.

Results. The results indicated that the myrtle oil was active against the 44 (50%) from all the tested strains of anaerobes to the concentrations from ranges ≤ 0.12-1.0 mg/ml. The rods from genus of *Prevotella oralis* and *Prevotella oris* were sensitive on concentrations ≤ 0.12 mg/ml. The oil was less active against the Gram-negative anaerobes from genus of *Prevotella buccalis*, *Prevotella levii*, *Prevotella loescheii*, *Bacteroides uniformis* and *Parabacteroides distasonis* (MIC ≥ 4.0 mg/ml). The Clostridial strains were very sensitive. The growth of this strains was inhibited by concentrations of ≤ 0.12 mg/ml. The volatile oil did appeared to be equally effective against both Gram-negative and Gram-positive anaerobic rods. The growth of 50 and 47% of this bacteria was inhibited in ranges from ≤ 0.12 to 1.0 mg/ml. The tested Gram-negative cocci from genus *Veillonella parvula* were less sensitive (MIC 1.0-> 4.0 mg/ml). The strains of Gram-positive cocci were the least sensitive. Its growth was inhibited by concentrations 2.0-≥ 4.0 mg/ml.

Conclusions. The myrtle oil was more active against anaerobic bacteria from genus *Prevotella oralis*, *Prevotella oris* and strains from genera of *Clostridium*. The strains from genus *Prevotella buccalis*, *Prevotella levii*, *Prevotella loescheii*, *Bacteroides uniformis* and *Parabacteroides distasonis* were the lowest sensitive. The oil was equally effective against Gram-negative and Gram-positive anaerobic bacteria.

Keywords: anaerobic bacteria, australian myrtle oil, *Backhousia citriodora*, susceptibility

STRESZCZENIE

Wstęp. Leki ziołowe były znane i wykorzystywane w starożytności w Chinach, Europie i Ameryce. Mirtu używali starożytni Egipcjanie do leczenia zakażeń i chorób przebiegających z gorączką. Drzewo 6-krotnie wymieniono w Biblii. Dioskurydes polecał pacjentom olejek mirtowy w przypadku zakażeń płuc i pęcherza moczowego. Zarówno roślina, jak i olejek eteryczny były stosowane w medycynie ajurwedyjskiej do leczenia zakażeń dróg oddechowych i nerwobóli. *Backhousia citriodora* F. Muell. należy do gatunku *Backhousia* i rodziny Myrtaceae. Drzewo rośnie na plantacjach w Australii, w subtropikalnych lasach deszczowych w centralnej i południowo-

-wschodniej prowincji Queensland, osiągając 20-30 m wysokości. Liście *Backhousia citriodora* wytwarzają olejek eteryczny. Jest on otrzymywany na drodze destylacji z parą wodną. Olejek mirtowy posiada charakterystyczny zapach związany z obecnością cytralu. Badania wskazują, że składniki olejku działają przeciwdrobnoustrojowo wobec bakterii tlenowych. Brakuje informacji o jego aktywności wobec bakterii beztlenowych.

Cel pracy. Celem badań było oznaczenie działania olejku mirtowego wobec bakterii beztlenowych wyizolowanych od pacjentów.

Materiał i metody. Bakterie beztlenowe zostały wyhodowane z różnych zakażeń jamy ustnej. Ogółem zbadano 135 szczepów wyizolowanych od pacjentów i 7 szczepów wzorcowych. Wrażliwość beztlenowców na olejek mirtowy przeprowadzono metodą seryjnych rozcieńczeń w agarze *Brucella*, z dodatkiem 5% odwłóknionej krwi baraniej, menadionu i heminy. Odpowiednie stężenia olejku dodawano do agaru *Brucella*. Podłoże bez olejku stanowiło kontrolę wzrostu szczepów. Inokulum zawierające 10^6 CFU na kroplę przenoszono na powierzchnię podłoża aparatem Steersa. Inkubację płytek prowadzono w warunkach beztlenowych w anaerostatach, w atmosferze 10% CO_2 , 10% H_2 i 80% N_2 , w obecności katalizatora palladowego i wskaźnika beztlenowości w temperaturze 37°C przez 48 godzin. Za MIC uznawano najmniejsze stężenie olejku, które całkowicie hamowało wzrost badanych bakterii beztlenowych.

Wyniki. Wyniki wskazują, że olejek mirtowy działał wobec 44 (50%) wszystkich testowanych bakterii beztlenowych w stężeniach w zakresie $\leq 0,12$ -1,0 mg/ml. Największą wrażliwość spośród Gram-ujemnych bakterii wykazały beztlenowce z gatunku *Prevotella oralis* i *Prevotella oris*, były one wrażliwe na stężenia $\leq 0,12$ mg/ml. Niższą aktywność olejek wykazał wobec Gram-ujemnych pałeczek *Prevotella buccalis*, *Prevotella levii*, *Prevotella loeschei*, *Bacteroides uniformis* i *Parabacteroides distasonis* ($\geq 4,0$ mg/ml). Szczepy *Clostridium* były wysoce wrażliwe. Ich wzrost był hamowany przez stężenia $\leq 0,12$ mg/ml. Olejek wykazał podobną aktywność wobec Gram-ujemnych i Gram-dodatnich pałeczek beztlenowych. Wzrost 50 i 47% tych bakterii hamowały stężenia w zakresie $\leq 0,12$ -1,0 mg/ml. Mniej wrażliwe były ziarniaki z gatunku *Veillonella parvula* (MIC 1,0- $> 4,0$ mg/ml). Najniższą wrażliwość wykazały Gram-dodatnie ziarniaki. Ich wzrost był hamowany przez stężenia $2,0$ - $\geq 4,0$ mg/ml.

Wnioski. Największą aktywność wykazał olejek mirtowy wobec beztlenowców z gatunku *Prevotella oralis*, *Prevotella oris* i rodzaju *Clostridium*. Najmniej wrażliwe były szczepy z gatunków *Prevotella buccalis*, *Prevotella levii*, *Prevotella loeschei*, *Bacteroides uniformis* i *Parabacteroides distasonis*. Olejek wykazał podobną aktywność wobec Gram-ujemnych i Gram-dodatnich pałeczek beztlenowych.

Słowa kluczowe: bakterie beztlenowe, australijski olejek mirtowy, *Backhousia citriodora*, wrażliwość

Wstęp

Rośliny lecznicze od starożytności były znane w Chinach, Europie i Ameryce. Pierwsze opisy o stosowaniu ziół wytwarzających olejki znaleziono na tabliczkach z pismem klinowym w krainie Sumerów. Datowane są na okres sprzed 3000 roku p.n.e. Wśród znanych i używanych w tym czasie roślin były też wymieniane tymianek i mirt oraz żywice niektórych drzew. Starożytni Egipcjanie stosowali liście mirtu w celu obniżenia gorączki i leczenia różnych zakażeń. Mirt jest 6-krotnie wymieniony w Biblii. Znał go też Grek Pedanios Dioskurydes z Anazarbos (I wiek), lekarz i botanik, który w swoim dziele opisał stosowanie olejku mirtowego u pacjentów z chorobami pęcherza i płuc. Ajurwedyjska medycyna polecała zarówno roślinę, jak i olejek eteryczny do leczenia zakażeń dróg oddechowych i nerwoból.

Backhousia citriodora F. Muell. (gatunek *Backhousia*) z rodziny *Myrtaceae* jest drzewem znanym także pod innymi nazwami, w tym lemon myrtle, lemon scented myrtle, lemon scented ironwood, sweet werbena tree i sweet werbena myrtle. Nazwa nadana przez Ferdynanda von Muellera w 1853 roku była związana z nazwiskiem botanika i misjonarza Jamesa Backhouse'a. Drzewo rośnie w lasach deszczowych w subtropikalnej centralnej i południowo-wschodniej Australii (Queensland). Osiąga wysokość 20-30 m. Wytwarza wiecznie zielone lancetowate liście długości 1,5-2,5 cm oraz owoce barwy białokremowej o średnicy 5-7 mm. Kwitnie od grudnia do marca. Świeże

oraz wysuszone liście, kwiaty i nasiona wydzielają intensywny cytrynowy zapach. Mirt jest wykorzystywany w gastronomii, przemyśle spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym (1-4). Kwiaty i liście są używane w postaci herbaty, dodatku do ciast, pieczywa, past, majonezów, sosów, oleju, serów, likierów, syropów i lodów (2, 3, 5).

Liście mirtu (*Backhousia citriodora*) wytwarzają olejek eteryczny. Jest on otrzymywany na drodze destylacji z parą wodną. Olejek mirtowy ma charakterystyczny cytrynowy zapach związany z obecnością cytralu (2). Przeprowadzone badania wykazały, że skład olejku zależy od regionu, w którym rośnie i metody jego otrzymywania (4-8).

Olejek mirtowy jest wykorzystywany jako środek wykrztuśny, uspokajający, przeciwrheumatyczny, przeciwbólowy, przeciwdrgawkowy, ściągający i przeciwutleniający (3, 8). Stosowany jest do leczenia zmian skórnych, tj. trądziku i zakażeń mięczakiem zakaźnym (powodowanym przez wirusy MCV) (1, 9). Potwierdziły to badania, którymi objęto dzieci oraz pacjentów z obniżoną odpornością (9). Spośród 16 chorych ze zmianami spowodowanymi przez wirusy MCV, u których zastosowano miejscowo 10% olejek mirtowy, u 9 zaobserwowano znaczną poprawę w porównaniu z grupą kontrolną (9). Ekstrakty z liści *Backhousia citriodora* oraz olejek eteryczny wykazują aktywność przeciwdrobnoustrojową (1, 2, 10-12). Wyniki doświadczeń wskazują przede wszystkim na działanie oleju mirtowego wobec bakterii tlenowych.

Brakuje danych dotyczących jego aktywności wobec bakterii beztlenowych.

Cel pracy

Celem badań była ocena działania olejku mirtowego na bakterie beztlenowe występujące w jamie ustnej.

Materiał i metody

Użyte do doświadczeń bakterie beztlenowe zostały wyizolowane z różnych zakażeń jamy ustnej. Łącznie poddano badaniom 135 szczepów wyizolowanych od pacjentów i 6 szczepów wzorcowych. Bakterie należały do następujących rodzajów: *Porphyromonas* (19 szczepów), *Prevotella* (35), *Bacteroides* (12), *Parabacteroides* (1), *Tannerella* (3), *Fusobacterium* (18) i *Veillonella* (2). Badaniami objęto też 21 szczepów Gram-dodatnich ziarniaków, 19 szczepów Gram-dodatnich pałeczek, 5 szczepów *Clostridium* oraz

7 szczepów wzorcowych z gatunków: *Bacteroides fragilis* ATCC 25285, *Bacteroides ovatus* ATCC 8483, *Bacteroides vulgatus* ATCC 8482, *Fusobacterium nucleatum* ATCC 25586, *Fingoldia magna* ATCC 29328, *Peptostreptococcus anaerobius* ATCC 27337 i *Propionibacterium acnes* ATCC 11827.

Użyty do badań olejek mirtowy (Australian Lemon Oil, Australian Company TTD International Pty LTD, Sydney, Australia) został otrzymany z drzewa *Backhousia citriodora* i zawierał 93,2% cytralu i 4,8% cytronelolu.

Oznaczenie wrażliwości (MIC) bakterii beztlenowych na olejek przeprowadzono metodą seryjnych rozcieńczeń w agarze Brucella, z dodatkiem 5% odwłóknionej krwi baraniej, menadionu i heminy. Olejek eteryczny najpierw został rozpuszczony w 100 ml DMSO (Serva), a następnie w wodzie destylowanej w celu uzyskania rozcieńczeń wynoszących 0,12, 0,25, 0,5, 1,0, 2,0 i 4,0 mg/ml. Odpowiednie stężenia

Tab. 1. Wrażliwość na olejek mirtowy Gram-ujemnych bakterii beztlenowych

Bakterie beztlenowe	Liczba szczepów	Najmniejsze stężenie hamujące MIC (mg/ml)					
		≥ 4,0	2,0	1,0	0,5	0,25	≤ 0,12
<i>Bacteroides fragilis</i>	7	1	3		1		2
<i>Bacteroides uniformis</i>	1	1					
<i>Bacteroides ureolyticus</i>	3	1					2
<i>Bacteroides vulgatus</i>	1		1				
<i>Fusobacterium nucleatum</i>	15	5	2		1	1	6
<i>Fusobacterium necrophorum</i>	3	2					1
<i>Parabacteroides distasonis</i>	1	1					
<i>Porphyromonas asaccharolytica</i>	4	1	1			1	1
<i>Porphyromonas gingivalis</i>	15	4	1	2		3	5
<i>Prevotella bivia</i>	5	1	1	1		1	1
<i>Prevotella buccalis</i>	1	1					
<i>Prevotella denticola</i>	3		1	1			1
<i>Prevotella intermedia</i>	19	8	5	3	2		1
<i>Prevotella levii</i>	1	1					
<i>Prevotella loescheii</i>	1	1					
<i>Prevotella oralis</i>	3						3
<i>Prevotella oris</i>	2						2
<i>Tannerella forsythia</i>	3	1				1	1
<i>Veillonella parvula</i>	2	1		1			
Gram-ujemne bakterie beztlenowe ogółem	90	30	15	8	4	7	26

olejku dodawano do agaru Brucella. Podłoże pozbawione olejku stanowiło kontrolę wzrostu szczepów. Inokulum zawierające 10^6 CFU na kroplę przenoszono na powierzchnię podłoża aparatem Steersa. Inkubację płytek prowadzono w warunkach beztlenowych w anarostatach, w atmosferze 10% CO_2 , 10% H_2 i 80% N_2 w obecności katalizatora palladowego i wskaźnika beztlenowości, w temperaturze 37°C przez 48 godzin. Za MIC uznawano takie najmniejsze stężenie olejku, które całkowicie hamowało wzrost badanych bakterii beztlenowych.

Wyniki i omówienie

Tabela 1 przedstawia wyniki wrażliwości na olejek mirtowy Gram-ujemnych bakterii beztlenowych, tabela 2 wrażliwość bakterii Gram-dodatnich, a tabela 3 szczepów wzorcowych. Wyniki wskazują, że w niskich stężeniach, wynoszących $\leq 0,12$ - $1,0$ mg/ml, olejek był aktywny wobec 65 (48%) szczepów. Spośród 88 badanych Gram-ujemnych pałeczek najbardziej wrażliwe były szczepy z gatunków *Prevotella oralis* i *Prevotella oris*. Wartości MIC wynosiły 0,12 mg/ml i mniej.

Natomiast niskie stężenia (MIC w zakresie $\leq 0,12$ - $1,0$ mg/ml) hamowały wzrost 63% pałeczek z rodzaju *Porphyromonas*, 46% szczepów z rodzaju *Prevotella*, 42% pałeczek *Bacteroides* oraz 67% szczepów z rodzaju *Tannerella*. Najmniejszą wrażliwością charakteryzowały się szczepy z gatunków *Prevotella buccalis*, *Prevotella levii*, *Prevotella loescheii*, *Bacteroides uniformis* i *Parabacteroides distasonis*. Do zahamowania wzrostu wymagały one użycia stężeń wynoszących $\geq 4,0$ mg/ml. Natomiast wartość MIC w przypadku szczepów z gatunku *Bacteroides vulgatus* była równa 2,0 mg/ml.

Olejek wykazał niższą aktywność wobec Gram-ujemnych ziarniaków z gatunku *Veillonella parvula*. Ich wzrost był hamowany w zakresie stężeń $1,0$ - $> 4,0$ mg/ml. Olejek mirtowy był wysoce aktywny wobec szczepów beztlenowych laseczek z rodzaju *Clostridium*. Wartości MIC dla tych szczepów wynosiły 0,12 mg/ml lub mniej. Niższą wrażliwość wykazały Gram-dodatnie ziarniaki, z których 70% szczepów wymagało do zahamowania wzrostu użycia stężeń w zakresie $2,0$ - $\geq 4,0$ mg/ml. Wyjątkami

Tab. 2. Wrażliwość na olejek mirtowy Gram-dodatnich bakterii beztlenowych

Bakterie beztlenowe	Liczba szczepów	Najmniejsze stężenie hamujące MIC (mg/ml)					
		$\geq 4,0$	2,0	1,0	0,5	0,25	$\leq 0,12$
<i>Anaerococcus prevotii</i>	1					1	
<i>Finegoldia magna</i>	5	3	1			1	
<i>Parvimonas micra</i>	8	6	2				
<i>Peptoniphilus asacchrolyticus</i>	2			1			1
<i>Peptostreptococcus anaerobius</i>	3	1					2
<i>Ruminococcus productus</i>	2	1	1				
Gram-dodatnie ziarniaki beztlenowe ogółem	21	11	4	1		2	3
<i>Actinomyces israelii</i>	2	2					
<i>Bifidobacterium breve</i>	1	1					
<i>Propionibacterium acnes</i>	13	2	2	1		1	7
<i>Propionibacterium granulosum</i>	2	2					
<i>Pseudoramibacter alactolyticum</i>	1	1					
Gram-dodatnie pałeczki	19	8	2	1		1	7
<i>Clostridium difficile</i>	1						1
<i>Clostridium perfringens</i>	2						2
<i>Clostridium septicum</i>	2						2
Bakterie beztlenowe łącznie	135	49	21	10	4	10	41

Tab. 3. Wrażliwość na olejek mirtowy szczepów wzorcowych bakterii beztlenowych

Bakterie beztlenowe	Liczba szczepów	Najmniejsze stężenie hamujące MIC (mg/ml)					
		≥ 4,0	2,0	1,0	0,5	0,25	≤ 0,12
<i>Bacteroides fragilis</i> ATCC 25285	1					1	
<i>Bacteroides ovatus</i> ATCC 8483	1					1	
<i>Bacteroides vulgatus</i> ATCC 8482	1					1	
<i>Fusobacterium nucleatum</i> ATCC 25585	1					1	
<i>Finegoldia magna</i> ATCC 29328	1					1	
<i>Peptostreptococcus anaerobius</i> ATCC 27337	1						1
<i>Propionibacterium acnes</i> ATCC 11827	1						1

wśród tej grupy drobnoustrojów były szczepy z gatunków: *Anaerococcus prevotii* (MIC = 0,25 mg/ml) i *Peptoniphilus asaccharolyticus* (MIC ≤ 0,12-1,0 mg/ml). Z kolei wśród ziarniaków najmniejszą wrażliwość wykazały szczepy z gatunków *Parvimonas micra* i *Ruminococcus products*. Ich wzrost hamowały stężenia w zakresie 2,0-≥ 4,0 mg/ml.

Olejek mirtowy charakteryzował się podobną aktywnością wobec Gram-ujemnych i Gram-dodatnich pałeczek. Wśród tych ostatnich, największą wrażliwość wykazały szczepy *Propionibacterium acnes*. Wzrost 47% tych pałeczek był hamowany przez stężenia wynoszące ≤ 0,12-1,0 mg/ml. Szczepy pozostałych badanych Gram-dodatnich pałeczek były wrażliwe na stężenia równe 4,0 mg/ml i wyższe. Uzyskane dane wskazują, że podobną wrażliwość na olejek mirtowy wykazały szczepy Gram-ujemnych i Gram-dodatnich pałeczek. Stężenia wynoszące 0,12-1,0 mg/ml hamowały wzrost podobnej liczby szczepów (odpowiednio 50 i 47% szczepów). Nasze wcześniejsze wyniki badań bakterii beztlenowych wykazały wyższą wrażliwość Gram-ujemnych pałeczek. Uzyskana wartość MIC dla 96% pałeczek kształtowała się w zakresie ≤ 0,03-≥ 1,0 mg/ml (10). Natomiast w przypadku bakterii tlenowych, z badań różnych autorów wynika, że są one zazwyczaj mniej wrażliwe na olejek mirtowy.

Hołderna-Kędzia i wsp. (13) oceniali działanie olejku mirtowego wobec szczepów *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* i *Pseudomonas aeruginosa*. Wzrost wymienionych bakterii był hamowany w zakresie stężeń 0,75-7,5 mg/ml (13). Bardziej wrażliwe

na olejek były szczepy Gram-dodatnich bakterii (13). Natomiast Morris i wsp. (14) wykorzystując do oceny oddziaływania olejku na bakterie metodę krążkowo-dyfuzyjną, uzyskali strefy zahamowania wzrostu drobnoustrojów wynoszące 11-12 mm. Plant i Stephens (15) badali działanie olejku tą samą metodą wobec szczepów *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Serratia marcescens* i wykazali jego wpływ tylko na szczepy gronkowców. Podobnym wynikiem zakończyły się doświadczenia przeprowadzone przez Maruzzellę i wsp. (16). Użyte do badań szczepy *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella typhosa*, z wyjątkiem *Mycobacterium avium* (strefa 62 mm), nie wykazały wrażliwości na testowany olejek. Natomiast Wilkinson i wsp. (1) uzyskali wysoką aktywność olejku mirtowego wobec ocenianych 13 szczepów różnych gatunków bakterii, w tym *Clostridium perfringens*, *Pseudomonas aeruginosa* i szczepu *Staphylococcus aureus* opornego na metycylinę.

Wnioski

1. Olejek mirtowy wykazał największą aktywność wobec szczepów bakterii beztlenowych z gatunków *Prevotella oralis*, *Prevotella oris* i szczepów z rodzaju *Clostridium*.
2. Najmniej wrażliwe okazały się szczepy z gatunków *Prevotella buccalis*, *Prevotella levii*, *Prevotella loescheii*, *Bacteroides uniformis* i *Parabacteroides distasonis*.
3. Olejek mirtowy wykazał podobne działanie wobec ocenianych Gram-ujemnych i Gram-dodatnich bakterii beztlenowych.

Piśmiennictwo

1. Wilkinson JM, Hipwell M, Rayan T i wsp. Bioactivity of *Backhousia citriodora*: antibacterial and antifungal activity. *J Agric Food Chem* 2003; 51(1):76-81.
2. Sultanabawa Y. Lemon myrtle of (*Backhousia citriodora*) oils. Essential oils in food preservation and safety. Elsevier 2016; (59):517-21.
3. Kean OB, Yusoff N, Mohamed A i wsp. Chemical composition and antioxidant properties of *Backhousia citriodora* volatile oil. The Open Conference Proceedings. *J Biol Sci, Chem Sci, Physiolog Sci, Med Engineering Technol* 2018; 9.
4. Munakata K, Yoshizawa-Fujita M, Rikukawa M i wsp. Improved extraction field of citral from lemon myrtle using a cellulose-dissolving ionic liquid. *Austral J Chem* 2016; 70(6):699-704.
5. Saito Y, Ito S, Koltunow AM i wsp. Crystallization and preliminary X-ray analysis of geranial dehydrogenase from *Backhousia citriodora* (Lemon Myrtle). *Acta Crystallogr* 2011; 67(Pt 6):665-7.
6. Southwell IA, Russell M, Smith RL i wsp. *Backhousia citriodora* F. Muell. (*Myrtaceae*) a super source of citral. *J Essential Oil Res* 2000; 12(6):735-41.
7. Buchailot A, Caffin A, Bhandari B. Drying of lemon myrtle (*Backhousia citriodora*) leaves: retention of volatiles and color. *Drying Technol* 2009; 27:445-50.
8. Jones A, Shalliker RA, Pravadali-Cekic S. A rapid screening analysis of antioxidant compounds in Native Australian Food Plants using multiplexed detection with active flow technology columns. *Molecules* 2016; 21(1):118-24.
9. Burke BE, Baillie JE, Olson RD. Essential oil of Australian lemon myrtle (*Backhousia citriodora*) in the treatment of *Moluscum contagiosum* in children. *Biomed Pharmacother* 2004; 58(4):245-7.
10. Kędzia A, Ostrowski-Meissner H. The effect of selected essential oils on anaerobic bacteria isolated from respiratory tract. *Herba Pol* 2003; 49(1/2):29-35.
11. Hayes AJ, Markovic B. Toxicity of Australian essential oil *Backhousia citriodora* (Lemon myrtle). Part 1. Antimicrobial activity and *in vitro* cytotoxicity. *Food Chem Toxicol* 2002; 40(4):535-43.
12. Lazar-Baker EE, Hetherington SD, Ku VV i wsp. Evaluation of commercial essential oil samples on the growth of postharvest pathogen *Monilinia fructicola* (G. Winter) honey. *Lett Appl Microbiol* 2011; 52:227-32.
13. Holderna-Kędzia E, Kędzia B, Ostrowski-Meissner H. Australijskie olejki eteryczne o działaniu przeciwbakteryjnym i przeciwgrzybiczym. *Post Fitoter* 2006; (4):186-94.
14. Morris JA, Khettry A, Seitz EW. Antimicrobial activity of aroma chemicals and essential oils. *J Am Oil Chem Soc* 1979; 56:595-603.
15. Plant J, Stephens B. Evaluation of the antibacterial activity of sizable set of essential oils. *Med Aromat Plants* 2016; 4(2):189-90.
16. Maruzzella JC, Sicurella NA. Antibacterial activity of essential oil vapors. *J Am Pharm Assoc* 1960; 49:692-4.

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów
None

otrzymano/received: 11.06.2018

zaakceptowano/accepted: 28.06.2018

Adres/address:

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