

ANALIZA LOTNYCH SKŁADNIKÓW WYBRANYCH OLEJKÓW ETERYCZNYCH O DZIAŁANIU RELAKSACYJNYM

ANALYSIS OF VOLATILE INGREDIENTS
OF SELECTED ESSENTIAL OILS WITH A RELAXING EFFECT

Małgorzata Kucharska¹, Jadwiga A. Szymańska², Wiktor Wesołowski³, Barbara Frydrych¹, Elżbieta Bruchajzer¹

¹ Uniwersytet Medyczny w Łodzi / Medical University of Lodz, Łódź, Poland
Zakład Toksykologii, Międzywydziałowa Katedra Farmakologii Ogólnej, Klinicznej i Toksykologii / Department of Toxicology,
Interdepartmental Chair of General and Clinical Pharmacology and Toxicology

² Uniwersytet Medyczny w Łodzi / Medical University of Lodz, Łódź, Poland
Profesor emerytowany Zakładu Toksykologii / Retired professor of Toxicology Department

³ Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera / Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland
Zakład Monitoringu Biologicznego i Środowiska / Department of Biological and Environmental Monitoring

STRESZCZENIE

Wstęp: Stres jest wynikiem zaburzenia homeostazy i może być przyczyną wielu chorób. Jedną z metod walki z nim jest aromaterapia, wykorzystująca olejki eteryczne o właściwościach rozluźniających i odprężających. Celem pracy była analiza jakościowa wybranych olejków eterycznych o działaniu relaksacyjnym. **Materiał i metody:** Badania dotyczyły 6 preparatów dostępnych na polskim rynku, którym przypisuje się funkcje antystresowe. Analizę jakościową przeprowadzono techniką chromatografii gazowej ze spektrometrią mas, która pozwala oznaczyć w badanych olejkach zarówno substancje główne, jak i śladowe. Składniki poszczególnych próbek porównano z danymi z piśmiennictwa. **Wyniki:** W badanych próbkach zidentyfikowano 9–36 substancji. Największy udział w składzie badanych próbek mają: limonen (0,5–91%), octan linalilu (16,8–39,2%), cytronelal (0,1–28,7%), linalol (0,8–46,5%), walerianol (17,6%), geraniol (16,4%) i cytronelol (14%). **Wnioski:** Według danych z piśmiennictwa główne składniki badanych olejków eterycznych mają niską toksyczność ostrą. Mogą być zatem, w ilościach zalecanych przez producenta i zgodnie z przeznaczeniem, bezpiecznie stosowane. Należy jednak pamiętać o potencjalnym działaniu synergistycznym w wyniku narażenia na substancje z różnych źródeł (żywność, kosmetyki, środki czystości itp.), a także o właściwościach uczulających niektórych związków obecnych w olejkach. Sugeruje się, że – pomimo różnej budowy chemicznej substancji czynnych zawartych w badanych olejkach – mechanizm działania relaksacyjnego wiąże się z hamowaniem neuroprzekazywania glutaminergicznego, podobnym do działania benzodiazepin. Med. Pr. 2019;70(2):229–247

Słowa kluczowe: olejki eteryczne, analiza GC-MS, skład chemiczny, substancje zapachowe, bezpieczeństwo stosowania, działanie relaksacyjne

ABSTRACT

Background: Stress is a result of disturbed homeostasis and can contribute to the development of many diseases. One of the methods of combating stress is aromatherapy, which uses essential oils with a calming and relaxing effect. The aim of the work was to perform a qualitative analysis of selected essential oils with a relaxing effect. **Material and methods:** The research concerned 6 preparations available on the Polish market, which are attributed with anti-stress activity. The qualitative analysis was carried out by gas chromatography with mass spectrometry, which allows the determination of both main and trace substances in the tested oils. The components of individual samples were compared with data from the literature. **Results:** In the samples tested 9–36 substances were identified. The following substances had the largest share in the composition of the studied samples: limonene (0.5–91%), linalool acetate (16.8–39.2%), citronellal (0.1–28.7%), linalool (0.8–46.5%), valerianol (17.6%), geraniol (16.4%), and citronellol (14%). **Conclusions:** According to literature data, the main components of the studied essential oils have low acute toxicity. They can be safely used as intended and in the quantities recommended by the manufacturer. However, one should remember the potential synergistic effect (as a result of exposure to the abovementioned substances from various sources, such as: food, cosmetics, cleaning agents, etc.), as well as sensitizing effects of some compounds contained in oils. Despite the different chemical structure of active substances contained in the tested oils, it is suggested that the mechanism of the relaxing effect is identical and is associated with the inhibition of glutamatergic neurotransmission, similar to the action of benzodiazepines. Med Pr. 2019;70(2):229–47

Key words: essential oils, GC-MS analysis, chemical composition, aromatic substances, application safety, relaxing effect

Autorka do korespondencji / Corresponding author: Małgorzata Kucharska, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Zakład Toksykologii, Międzywydziałowa Katedra Farmakologii Ogólnej, Klinicznej i Toksykologii, ul. Muszyńskiego 1, 90-151 Łódź, e-mail: małgorzata.kucharska@umed.lodz.pl
Nadesłano: 29 maja 2018, zatwierdzono: 15 października 2018

WSTĘP

Pojęcie „stres” jest powszechnie znane i kojarzone z przeciążeniem wywołanym trudną sytuacją, chorobą lub przykrym przeżyciem. Stres wywołują negatywne bodźce (stresory) przyczyniające się do zaburzeń czynnościowych. W terminologii medycznej jest to zaburzenie homeostazy spowodowane czynnikiem fizycznym lub psychicznym.

Uważa się, że przyczyną wielu chorób somatycznych jest niezdolność człowieka do radzenia sobie ze stresem. Przewlekły stres może być przyczyną np. choroby wrzodowej żołądka i dwunastnicy, chorób układu sercowo-naczyniowego, cukrzycy i astmy. Reakcja organizmu na stres może być oceniana na podstawie wskaźników fizjologicznych (np. przyspieszony puls), psychologicznych (np. rozdrażnienie, lęk) i behawioralnych (np. zaburzenia snu).

Człowiek nie może uniknąć stresu. Sposób, w jaki sobie z nim radzi, zależy w dużej mierze od niego samego. Walka ze stresem nie jest łatwa, zwłaszcza jeśli nie można wyeliminować jego źródła. Niektóre zachowania pozwalają jednak minimalizować skutki stresu. Za skuteczne uważane są techniki relaksacyjne. Jedną z metod walki ze stresem i jego skutkami jest aromaterapia.

Aromaterapia jest definiowana jako użycie olejków eterycznych w celu zapobiegania chorobom, łagodzenia ich objawów lub – wspomagająco – w ich leczeniu. Uważana jest za bardzo prostą i skuteczną, a przy tym przyjemną, metodę usuwania wielu dolegliwości. Wiele badań potwierdziło, że olejki eteryczne wykazują aktywność m.in. przeciwbakteryjną, przeciwwirusową, przeciwgrzybiczą oraz przeciw pasożytniczą [1–5]. Naturalne olejki eteryczne to zawierające związki zapachowe skoncentrowane ciecze hydrofobowe pozyskiwane z roślin, posiadające określone właściwości terapeutyczne. Można je stosować pojedynczo lub przygotowywać mieszanki olejków o podobnych właściwościach. Coraz częściej wykorzystywane są one do inhalacji, masażu lub kąpeli w terapii wspomagającej leczenie różnych chorób.

Autorzy niniejszej pracy skoncentrowali się na wybranych olejkach eterycznych o właściwościach uspokajających, łagodzących stres i zaburzenia układu ner-

wowego. Do badań wybrano dostępne na polskim rynku najbardziej znane i skuteczne olejki: lawendowy, bergamotowy, melisowy, pomarańczowy i „sandałowy zachodnioindyjski” oraz 1 kompozycję olejku bergamotowego. Przypisuje się im działanie rozkurczające i rozluźniające, dzięki czemu dają poczucie wyciszenia i odprężenia, łagodząc objawy stresu.

Naturalny olejek bergamotowy (*Oleum Bergamotae*) otrzymuje się z owoców drzewa bergamotowego. Dzięki bogatemu składowi chemicznemu jest stosowany w różnych chorobach i stanach patologicznych. Jest doskonałym antyseptykiem i znajduje szerokie zastosowanie w terapii różnych infekcji. Łagodzi napięcie nerwowe, stres, emocje, stany depresji i melancholii. Wykorzystuje się go do aromatyzowania artykułów spożywczych (np. herbaty Earl Grey) oraz w produkcji perfum, wód perfumowanych i mydeł toaletowych [6]. Na polskim rynku pod nazwą „olejek bergamotowy” dostępny jest również preparat stanowiący kompozycję o zapachu i składzie przypominającym oryginał, złożoną ze zmieszanych w odpowiednich proporcjach składników otrzymanych z innych surowców roślinnych.

Olejek lawendowy (*Oleum Lavandulae*) jest uważany za jeden z najbezpieczniejszych i najbardziej wartościowych olejków eterycznych – jest jednym z niewielu olejków, które można stosować bezpośrednio na skórę. Uzyskiwany ze świeżych roślin rodzaju lawenda (*Lavandula* L.) jest bezbarwną lub jasnożółtą cieczą o charakterystycznym słodkim, ziołowo-kwiatowym zapachu. Ma złożoną strukturę chemiczną i zawiera do 150 aktywnych składników, co wyjaśnia jego skuteczność. Składniki olejku lawendowego wzmacniają i regenerują układ nerwowy, łagodzą niepokój, a także rozdrażnienie i nadmierną pobudliwość, które towarzyszą zespołowi napięcia przedmiesiączkowego oraz menopauzie. Zapach lawendy jest również pomocny w zaburzeniach snu, a nawet w łagodzeniu stanów depresyjnych. Ze względu na swoje właściwości olejek znalazł zastosowanie w przemyśle m.in. farmaceutycznym, perfumeryjnym, kosmetycznym i spożywczym. Naukowcy próbują ustalić, czy olejek jest także istotnym czynnikiem terapeutycznym o dużym potencjale klinicznym, czy jedynie korzystnie działającym dodatkiem do innych produktów [2].

Olejek melisowy (*Oleum Melissa officinalis*), otrzymywany z ziela melisy lekarskiej, jest kojarzony przede wszystkim z działaniem uspokajającym. Oznacza to, że służy często jako środek wzmacniający dla układu nerwowego, utrzymując jego prawidłowe funkcje. Dzięki właściwościom olejku objawy takie jak zawroty głowy, nerwowość, a nawet drgawki mogą zostać znacznie zredukowane, a ich leczenie jest bardziej efektywne. Olejek melisowy doskonale odpręża, przynosząc uczucie spokoju i zadowolenia. Uznawany jest też za skuteczny środek przeciwwgrzybiczy i bakteriobójczy [2].

Olejek pomarańczowy (*Oleum Citrus dulcis*) otrzymuje się z owoców drzewa pomarańczowego (*Citrus aurantium var. dulcis*). Oprócz charakterystycznego dla olejków cytrusowych działania antyseptycznego wykazuje też bardzo skuteczne działanie uspokajające, łagodząc nadmierną nerwowość, wzmacnia pozytywne myślenie. Dlatego doskonale sprawdza się w leczeniu depresji, stanów lękowych, napięć nerwowych i bezsenności. Stosowany jest również jako środek aromatyzujący w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym oraz spożywczym (dodatek do słodczy i napojów) [7].

„Olejek eteryczny naturalny sandałowy zachodnioindyjski” (*Oleum Amyris balsamifera*), należący do grupy olejków sandałowych, znacząco różni się zapachem i składem od właściwego olejku sandałowego „wschodnioindyjskiego” (*Oleum Santali*). Ma specyficzny balsamiczny zapach. Jest wykorzystywany do pielęgnacji skóry (ma działanie antyseptyczne). W literaturze z dziedziny aromaterapii podaje się, że ma również działanie relaksacyjne i odprężające [3].

Do oceny składu jakościowego przedstawionych w niniejszej pracy olejków zastosowano technikę chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS), która pozwala na jednoczesne oznaczenie w badanym preparacie zarówno składników głównych, jak i śladowych. Określenie składu jakościowego miało na celu sprawdzenie, czy skład dostępnych na polskim rynku olejków jest zgodny z danymi z piśmiennictwa oraz czy ich działanie może być przypisane obecności konkretnych substancji.

W trakcie analizy zwrócono również uwagę na obecność substancji potencjalnie alergizujących, które mogą wpływać niekorzystnie na zdrowie osób stosujących badane olejki do celów leczniczych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań

W ramach prowadzonych badań analizowano 5 dostępnych na polskim rynku olejków o działaniu re-

laksującym, tj. olejek lawendowy [*Oleum Lavandulae*, według międzynarodowego nazewnictwa składników kosmetyków (*International Nomenclature of Cosmetic Ingredients –INCI*) – *Lavandula angustifolia oil*], „sandałowy zachodnioindyjski” (*Oleum Amyris balsamifera*, według INCI – *Amyris balsamifera oil*), pomarańczowy (*Oleum Citrus dulcis*, według INCI – *Citrus aurantium dulcis oil*), bergamotowy (*Oleum Bergamottae*, według INCI – *Citrus bergamia oil*) oraz melisowy (*Oleum Melissa officinalis*, według INCI – *Melissa officinalis oil*) (według specyfikacji zamieszczonych na opakowaniach przez producentów). Przeprowadzono także analizę preparatu o nazwie „olejek bergamotowy – kompozycja”, który następnie porównano z właściwym olejkiem bergamotowym. Analizie poddano 1-procentowe roztwory wymienionych olejków w dichlorometanie (czystość 99,8%, prod. Avantor Performance Materials Poland S.A., Polska).

Aparatura analityczna

Badania przeprowadzono techniką chromatografii gazowej ze spektrometrią mas w warunkach opisanych we wcześniejszej pracy, w której zamieszczono dokładny opis aparatury i warunki analizy [4].

WYNIKI

Przeprowadzono analizę składu wybranych olejków, którym przypisuje się działanie relaksacyjne. Uzyskane wyniki przedstawiono na rycinach oraz w tabelach. Na rycinach zamieszczono chromatogramy próbek uzyskane techniką GC-MS, rozwijane na polarnej kolumnie kapilarnej HP-INNOWax (prod. Agilent J&W, Stany Zjednoczone). Analizy wszystkich próbek wykonywano w takich samych warunkach, całkowity czas analizy zawsze wynosił 30 min. W zależności od składu badanej próbki piki chromatograficzne pojawiały się w różnym czasie, np. w ciągu 8,6–19,2 min w przypadku olejku lawendowego, 16,8–27,5 min – olejku „sandałowego zachodnioindyjskiego”, pozostałych – od 8,6 min do ok. 22 min. Badane olejki zawierały w składzie kilka-kilkadziesiąt substancji dających sygnał chromatograficzny.

W tabeli 1 zestawiono substancje występujące w badanych próbkach w największych ilościach.

Piki substancji wymienionych w tabeli 1 stanowiły ponad 90% w chromatogramach badanych próbek – za kryterium zamieszczenia związków w tym zestawieniu przyjęto co najmniej 1-procentowy udział w chromatogramie przynajmniej w 1 olejku.

Na chromatogramie olejku lawendowego (rycina 1) początkowo (8.–14. min) zaobserwowano piki odpo-

Tabela 1. Główne składniki olejków eterycznych (lawendowego, bergamotowego, melisowego, pomarańczowego i „sandałowego zachodnioindyjskiego”) stosowanych w celach relaksacyjnych – wyniki badania przeprowadzonego w Zakładzie Toksykologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi w 2017 r.

Table 1. Main compounds in the essential oils (lavender, bergamot, lemon balm, orange, and West Indian sandalwood) used for relaxation – the results of a study carried out at the Toxicology Department of the Medical University of Lodz in 2017

Ip. No.	Nazwa zwyczajowa substancji Common substance name	Nazwa systematyczna substancji Chemical substance name	Wzór sumaryczny Molecular formula	CAS	RT [min]	Udział pików w chromatogramie Peak share in the chromatogram [%]				
						OL-LA (95,27%) ^a	OL-SN (94,63%) ^a	OL-PM (97,41%) ^a	OL-ML (90,58%) ^a	OL-BE (95,81%) ^a
1	α -pinen / α -pinene	2,6,6-trimetylobicyklo[3.1.1]hept-2-en / 2,6,6-trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene	C ₁₀ H ₁₆	7785-70-8	8,64	4,60	1,23	0,92	0,16	0,16
2	kamfen / camphene	2,2-dimetylo-3-metylenobicyklo[2.2.1]heptan / 2,2-dimethyl-3-methylenebicyclo[2.2.1]heptane	C ₁₀ H ₁₆	79-92-5	9,62	1,45			0,03	0,03
3	β -pinen / β -pinene	6,6-dimetylo-2-metylenobicyklo[3.1.1]heptan / 6,6-dimethyl-2-methylenebicyclo[3.1.1]heptane	C ₁₀ H ₁₆	127-91-3	10,53	1,53			0,02	0,02
4	3-karen / 3-carene	3,7,7-trimetylobicyklo[4.1.0]-3-hepten / 3,7,7-trimethylbicyclo[4.1.0]-3-heptene	C ₁₀ H ₁₆	13466-78-9	11,39	1,78	0,20			
5	β -felandren / β -phellandrene	3-izopropyl-6-metyleno-1-cykloheksen / 3-isopropyl-6-methylene-1-cyclohexene	C ₁₀ H ₁₆	555-10-2	11,63	3,31	3,48	0,11	1,26	1,26
6	D-limonen / D-limonene	4-izopropenyl-1-metylo-1-cykloheksen / 4-isopropenyl-1-methyl-1-cyclohexene	C ₁₀ H ₁₆	5989-27-5	12,44	0,52	91,02	4,44	35,05	35,05
7	eukaliptol / eucalyptol	1,3,3-trimetylo-2-oksabicyklo[2.2.2]oktan / 1,3,3-trimethyl-2-oxabicyclo[2.2.2]octane	C ₁₀ H ₁₈ O	470-82-6	12,62	1,59		0,10		
8	γ -terpinen / γ -terpinene	1-metylo-4-(1-metyloetylo)-1,4-cykloheksadien / 1-methyl-4-(1-methylethyl)-1,4-cyclohexadiene	C ₁₀ H ₁₆	99-85-4	13,3	0,18		0,10	0,13	0,13
9	cis-ocymen / cis-ocimene	cis-3,7-dimetylo-1,3,6-oktatrien / cis-3,7-dimethyl-1,3,6-octatriene	C ₁₀ H ₁₆	3338-55-4	13,34	1,16		0,06	0,40	0,40
10	o-cymen / o-cymene	1-metylo-2-(1-metyloetylo)benzen / 1-methyl-2-(1-methylethyl)benzene	C ₁₀ H ₁₄	527-84-4	13,76	3,14		0,06	0,38	0,38
11	(R)-(+)-cytronelal / (R)-(+)-citronellal	3,7-dimetylo-6-oktanal / 3,7-dimethyl-6-octenal	C ₁₀ H ₁₈ O	2385-77-5	16,44		0,09	28,74		
12	linalol / linalool	2,6-dimetylo-2,7-oktadien-6-ol / 2,6-dimethyl-2,7-octadien-6-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	78-70-6	16,95	26,47	0,82	1,21	16,80	16,80
13	octan linalilu (bergamol) / linalool acetate (bergamol)	octan 3,7-dimetylo-1,6-oktadien-3-ylu / 3,7-dimethyl-1,6-octadien-3-yl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	115-95-7	17,11	27,47			16,79	16,79
14	izoterpinolen / isoterpinolene	3-metylo-6-(1-metyloetylideno)-1-cykloheksen / 3-methyl-6-(1-methylethylidene)-1-cyclohexene	C ₁₀ H ₁₆	586-63-0	17,31				1,27	1,27
15	izopregol (<i>p</i> -mento-8-en-3-ol) / isopregol (<i>p</i> -menth-8-en-3-ol)	2-izopropenyl-5-metylocykloheksanol / 2-isopropenyl-5-methylcyclohexanol	C ₁₀ H ₁₈ O	7786-67-6	17,35			2,08		

16	octan geraniolu / geraniol acetate	octan (2E)-3,7-dimetylo-2,6-oktadienyli / (2E)-3,7-dimetyl-2,6-oktadienyl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	105-87-3	17,50	2,10	
17	β-elemen / β-elemene	2,4-diizopropenyl-1-metylo-1-winylocykloheksan / 2,4-diisopropenyl-1-methyl-1-vinylcyclohexane	C ₁₅ H ₂₄	515-13-9	17,51	0,02	3,15
18	<i>p</i> -mento-1(7)-en-9-ol / <i>p</i> -menth-1(7)-en-9-ol	2-(4-metylenocykloheksylo)-1-propanol / 2-(4-methylenecyclohexyl)-1-propanol	C ₁₀ H ₁₈ O	29548-16-1	17,53		2,38
19	(-)-terpinen-4-ol / (-)-terpinen-4-ol	(R)-4-metylo-1-(1-metyloetylo)-3-cykloheksen-1-ol / (R)-4-methyl-1-(1-methylethyl)-3-cyclohexen-1-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	20126-76-5	17,59	2,77	0,15
20	kariofilen / caryophyllene	4,11,11-trimetylo-8-metylenobicyklo[7.2.0]undeka-4-en / 4,11,11-trimethyl-8-methylenebicyclo[7.2.0]undec-4-ene	C ₁₅ H ₂₄	87-44-5	17,66	4,08	0,18
21	dihydroocymen / dihydroocimene	2,6-dimetylo-2,6-oktadien / 2,6-dimethyl-2,6-octadiene	C ₁₀ H ₁₈	2792-39-4	17,93		3,78
22	β-himachalen / β-himachalene	3,5,5,9-tetrametylo-2,4a,5,6,7,8-heksahydro-1H-benzo[<i>a</i>]cyklohepten / 3,5,5,9-tetramethyl-2,4a,5,6,7,8-hexahydro-1H-benzo[<i>a</i>]cycloheptene	C ₁₅ H ₂₄	1461-03-6	18,10	2,63	
23	octan dihydrokarweolu (octan <i>p</i> -mento-8-en-2-ol) / dihydrocarveol acetate (<i>p</i> -menth-8-en-2-ol acetate)	octan 5-izopropenyl-2-metylocykloheksyli / 5-isopropenyl-2-methylcyclohexyl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	20777-49-5	18,12		1,17
24	α-terpinen / α-terpinene	1-metylo-4-(1-metyloetylo)-1,3-cykloheksadien / 1-methyl-4-(1-methylethyl)-1,3-cyclohexadiene	C ₁₀ H ₁₆	99-86-5	18,23		5,12
25	cedr-9-en (di-epi-α-cedren-1) / cedr-9-ene (di-epi-α-cedrene-1)	2,3,6,7,8,8a-heksahydro-3,6,8,8-tetrametylo-1H-3a,7-metanaozulen / 2,3,6,7,8,8a-hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-1H-3a,7-methanoazulene	C ₁₅ H ₂₄	21996-77-0	18,25	1,51	
26	α-terpinol / α-terpinol	2-(4-metylo-3-cykloheksen-1-ylo)-2-propanol / 2-(4-methyl-3-cyclohexen-1-yl)-2-propanol	C ₁₀ H ₁₈ O	98-55-5	18,27	1,32	2,21
27	octan α-terpineolu / α-terpineol acetate	octan 1-metylo-1-(4-metylo-3-cykloheksen-1-ylo)etyli / 1-methyl-1-(4-methyl-3-cyclohexen-1-yl)ethyl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	80-26-2	18,33		11,57
28	borneol	1,7,7-trimetylobicyklo[2.2.1]heptan-2-ol / 1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]heptan-2-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	507-70-0 / 464-45-9	18,37	4,06	
29	octan neryli / neryl acetate	octan (2Z)-3,7-dimetylo-2,6-oktadienyli / (2Z) 3,7-dimethyl-2,6-oktadienyl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	141-12-8	18,41	3,98	0,23
30	zingiberen / zingiberene	5-(1,5-dimetylo-4-heksenylo)-2-metylo-1,3-cykloheksadien / 5-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-2-methyl-1,3-cyclohexadiene	C ₁₅ H ₂₄	495-60-3	18,45	2,85	
31	β-bisabolon / β-bisabolene	1-metylo-4-(5-metylo-1-metyleno-4-heksenylo)-1-cykloheksen / 1-methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexenyl)-1-cyclohexene	C ₁₅ H ₂₄	495-61-4	18,50	0,58	1,25
32	germakren D / germacrene D	8-izopropyl-1-metylo-5-metyleno-1,6-cyklodekadien / 8-isopropyl-1-methyl-5-methylene-1,6-cyclodecadiene	C ₁₅ H ₂₄	23986-74-5	18,52		2,46
33	cytral / citral	3,7-dimetylo-2,6-oktadienal / 3,7-dimethyl-2,6-octadienal	C ₁₀ H ₁₆ O	5392-40-5	18,55		1,41

Tabela 1. Główne składniki olejków eterycznych (lawendowego, bergamotowego, melisowego, pomarańczowego i „sandałowego zachodnioindyjskiego”) stosowanych w celach relaksacyjnych – wyniki badania przeprowadzonego w Zakładzie Toksykologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi w 2017 r. – cd.

Table 1. Main compounds in the essential oils (lavender, bergamot, lemon balm, orange, and West Indian sandalwood) used for relaxation – the results of a study carried out at the Toxicology Department of the Medical University of Lodz in 2017 – cont.

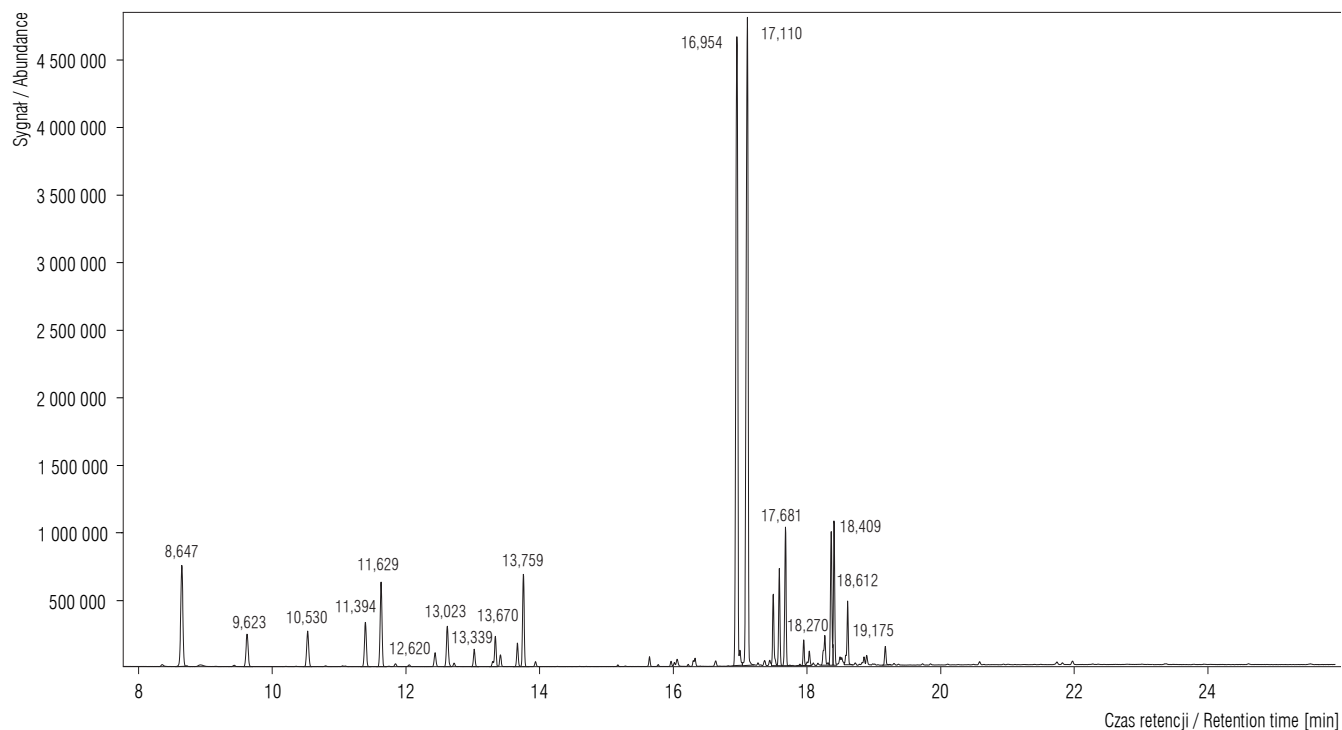
Lp. No.	Nazwa zwyczajowa substancji Common substance name	Nazwa systematyczna substancji Chemical substance name	Wzór sumaryczny Molecular formula	CAS	RT [min]	Udział pików w chromatogramie Peak share in the chromatogram [%]				
						OL-LA (95,27%) ^a	OL-SN (94,63%) ^a	OL-PM (97,41%) ^a	OL-ML (90,58%) ^a	OL-BE (95,81%) ^a
34	β-cytronelol / β-citronellol	2,6-dimetylo-2-okten-8-ol / 2,6-dimethyl-2-octen-8-ol	C ₁₀ H ₂₀ O	106-22-9	18,60				14,01	
35	propionian nerylu / neryl propionate	propionian (2Z)-3,7-dimetylo-2,6-oktadienyłu / (2Z)-3,7-dimethyl-2,6-octadienyl propionate	C ₁₃ H ₂₂ O ₂	105-91-9	18,61	2,00				0,46
36	β-dihydroagarofuran	oktahydro-2,2,5a,9-tetrametylo-2H-3,9a-metano-1- benzoksepin / octahydro-2,2,5a,9-tetramethyl-2H-3,9a- methano-1-benzoxepin	C ₁₅ H ₂₆ O	5956-09-2	18,70		2,24			
37	(-)-β-kadinen / (-)-β-cadinene	(1S,4aR,8aS)-4,7-dimetylo-1-propan-2-yl-1,2,4a,5,8,8a- heksahydronaftalen / (1S,4aR,8aS)-4,7-dimethyl-1-propan- 2-yl-1,2,4a,5,8,8a-hexahydronaphthalene	C ₁₅ H ₂₄	523-47-7	18,79				3,23	
38	α-kurkumen / α-curcumene	1-(1,5-dimetylo-4-heksenyl)-4-metylobenzen / 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methylbenzene	C ₁₅ H ₂₂	644-30-4	18,84		7,44			
39	α-amorfen / α-amorphene	1-izopropyl-4,7-dimetylo-1,2,4a,5,6,8a-heksahydronaftalen / 1-isopropyl-4,7-dimethyl-1,2,4a,5,6,8a-hexahydronaphthalene	C ₁₅ H ₂₄	483-75-0	18,86	0,33				0,95
40	cis-geraniol	2-cis-3,7-dimetylo-2,6-oktadien-1-ol / 2-cis-3,7-dimethyl-2,6-octadien-1-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	106-25-2	18,90	0,30				
41	selina-3,7(11)-dien / selina-3,7(11)-diene	4a,8-dimetylo-2-(1-metyloetylideno)-1,2,3,4,4a,5,6,8a- oktahydronaftalen / 4a,8-dimethyl-2-(1-methylethyliidene)- 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydronaphthalene	C ₁₅ H ₂₄	6813-21-4	19,05			1,82		
42	geraniol	3,7-dimetylo- <i>trans</i> -2,6-oktadien-1-ol / 3,7-dimethyl- <i>trans</i> -2,6-octadien-1-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	106-24-1	19,18	0,55			16,41	
43	niezidentyfikowany / unidentified				19,92		1,35			
44	±- <i>trans</i> -nerolidol	(6E)-3,7,11-trimetylo-1,6,10-dodekatrien-3-ol / (6E)-3,7,11-trimethyl-1,6,10-dodecatrien-3-ol	C ₁₅ H ₂₆ O	40716-66-3	20,43		0,99			
45	elemol	2-(3-izopropenyl-4-metylo-4-winylocykloheksylo)propan-2-ol / 2-(3-isopropenyl-4-methyl-4-vinylcyclohexyl)propan-2-ol	C ₁₅ H ₂₆ O	639-99-6	20,95		11,11		4,23	
46	τ-eudesmol	2-(4a,8-dimetylo-1,2,3,4,4a,5,6,7-oktahydro-2-naftalenylo)- propan-2-ol / 2-(4a,8-dimethyl-1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydro-2- naphthalenylo)propan-2-ol	C ₁₅ H ₂₆ O	1209-71-8	21,38		9,11			
47	α-elemen / α-elemene	1-izopropyl-6-metylo-3-(1-metyloetylideno)-6-winylo-1- cykloheksen / 1-isopropyl-6-methyl-3-(1-methylethyliidene)- 6-vinyl-1-cyclohexene	C ₁₅ H ₂₄	5951-67-7	21,50		1,68			

48	agarospirol / agarospirol	2-(6,10-dimetylospiro[4.5]dek-6-en-2-yl)propan-2-ol / 2-(6,10-dimetylospiro[4.5]dek-6-en-2-yl)propan-2-ol	C ₁₅ H ₂₆ O	1460-73-7	21,59	1,09	
49	eugenol	2-metoksy-4-(2-propenyl)fenol / 2-methoxy-4-(2-propenyl)phenol	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	97-53-0	21,71	0,44	1,60
50	γ-eudesmol	[2R-cis]-1,2,3,4,4a,5,6,7-oktahydro-α,α,4a,8-tetrametylo-2-naftalenometanol / [2R-cis]-1,2,3,4,4a,5,6,7-oktahydro-α,α,4a,8-tetrametylo-2-naphthalenemethanol	C ₁₅ H ₂₆ O	–	21,76	7,89	
51	β-gurjunen / β-gurjunene	[1aR-(1aα,7α,7aα,7bα)]-1a,2,3,5,6,7,7a,7b-oktahydro-1,1,7,7a-tetrametylo-1H-cyclopropa[<i>a</i>]naftalen / [1aR-(1aα,7α,7aα,7bα)]-1a,2,3,5,6,7,7a,7b-oktahydro-1,1,7,7a-tetrametylo-1H-cyclopropa[<i>a</i>]naphthalene	C ₁₅ H ₂₄	17334-55-3	21,89	1,21	
52	α-murolen / α-muurolene	1-izopropyl-4,7-dimetylo-1,2,4a,5,6,8a-heksahydronaftalen / 1-isopropyl-4,7-dimethyl-1,2,4a,5,6,8a-hexahydronaphthalene	C ₁₅ H ₂₄	31983-22-9	22,09	1,04	
53	walerianol / valerianol	2-(8,8a-dimetylo-2,3,4,6,7,8-heksahydro-1H-naftalen-2-yl)opropan-2-ol / 2-(8,8a-dimethyl-2,3,4,6,7,8-hexahydro-1H-naphthalen-2-yl)propan-2-ol	C ₁₅ H ₂₆ O	94201-45-6 / 20489-45-6	22,21	17,58	
54	α-kadinol / α-cadinol	4a-metylo-1-metyleno-7-(1-metyloetylideno)-dekahydronaftalen / 4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethylidene)decahydronaphthalene	C ₁₅ H ₂₆ O	481-34-5	22,29	1,34	
55	α-eudesmol	[2R-(2α,4αα,8αβ)]-1,2,3,4,4a,5,6,8a-oktahydro-α,α,4a,8-tetrametylo-2-naftalenometanol / [2R-(2α,4αα,8αβ)]-1,2,3,4,4a,5,6,8a-oktahydro-α,α,4a,8-tetrametylo-2-naphthalenemethanol	C ₁₅ H ₂₆ O	473-16-5	22,30	5,84	
56	7-epi-α-selinen / 7-epi-α-selinene	(2S,4aR,8aR)-4a,8-dimethlo-2-(prop-1-en-2-yl)-1,2,3,4,4a,5,6,8a-oktahydronaftalen / (2S,4aR,8aR)-4a,8-dimethyl-2-(prop-1-en-2-yl)-1,2,3,4,4a,5,6,8a-oktahydronaphthalene	C ₁₅ H ₂₄	123123-37-5	22,39	5,55	
57	β-eudesmol	2-[(2R,4aR,8aS)-4a-metylo-8-metylideno-1,2,3,4,5,6,7,8a-oktahydronaftalen-2-yl]opropan-2-ol / 2-[(2R,4aR,8aS)-4a-methyl-8-methylidene-1,2,3,4,5,6,7,8a-oktahydronaphthalen-2-yl]propan-2-ol	C ₁₅ H ₂₆ O	473-15-4	22,51	5,29	
58	p-anizoin / p-anisoin	2-hydroksy-1,2-bis(4-metoksyfenyl)etanon / 2-hydroxy-1,2-bis(4-methoxyphenyl)ethanone	C ₁₆ H ₁₆ O ₄	119-52-8	23,11	1,21	
59	(+)-(Z)-longipinan / (+)-(Z)-longipinane	2,6,6,9-tetrametylotricyklo[5.4.0.0.2,8]undekanon / 2,6,6,9-tetramethyltricyclo[5.4.0.0.2,8]undecanone	C ₁₅ H ₂₆	–	23,24	1,12	
60	drimenol	(2,5,5,8a-tetrametylo-1,4,4a,5,6,7,8a-oktahydro-1-naftalenyl)metanol / (2,5,5,8a-tetramethyl-1,4,4a,5,6,7,8a-octahydro-1-naphthalenyl)methanol	C ₁₅ H ₂₆ O	19078-37-6	25,87	2,65	

CAS – oznaczenie numeryczne Chemical Abstracts Service / Chemical Abstracts Service number, RT – czas retencji piklu chromatograficznego / chromatographic peak retention time.

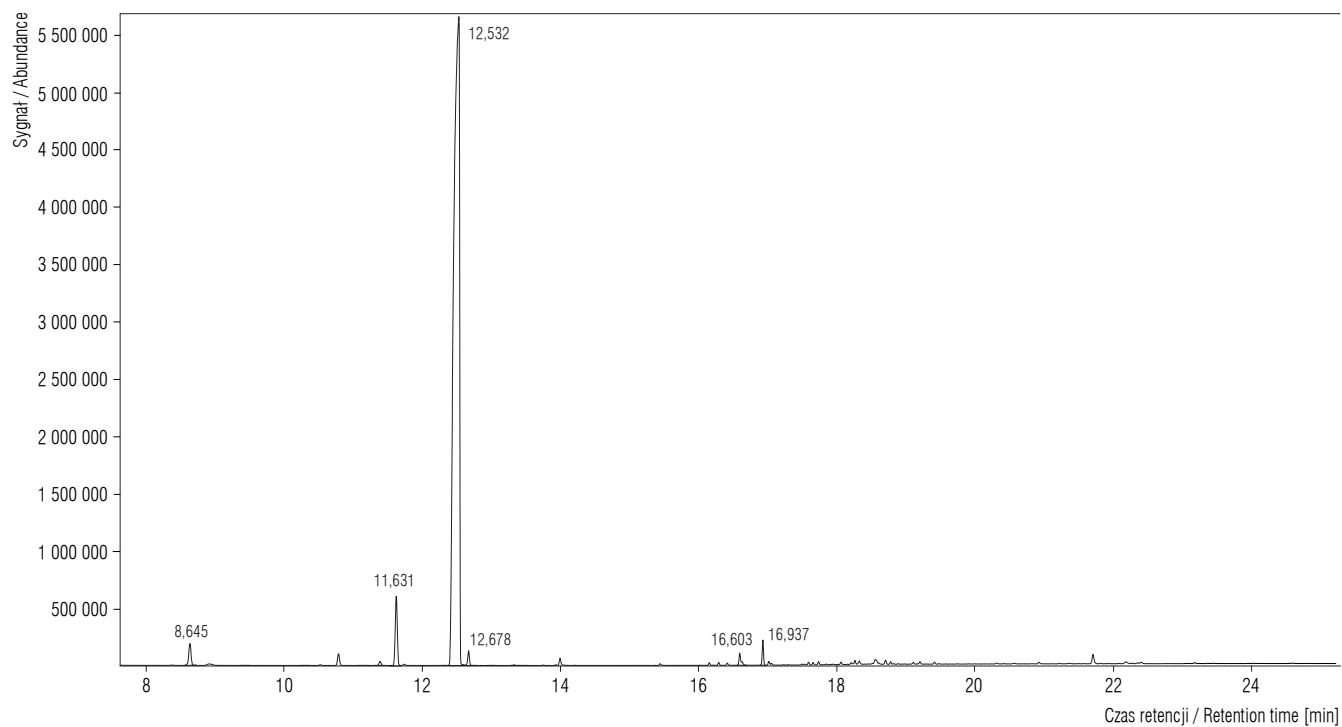
OL-BE – olejek bergamotowy / bergamot oil, OL-ML – olejek melisowy / lemon balm oil, OL-LA – olejek lawendowy / lavender oil, OL-PM – olejek pomarańczowy / orange oil, OL-SN – olejek „sandalowy zachodnioindyjski” / West Indian sandalwood oil.

^a Udział ogółem / Total share.



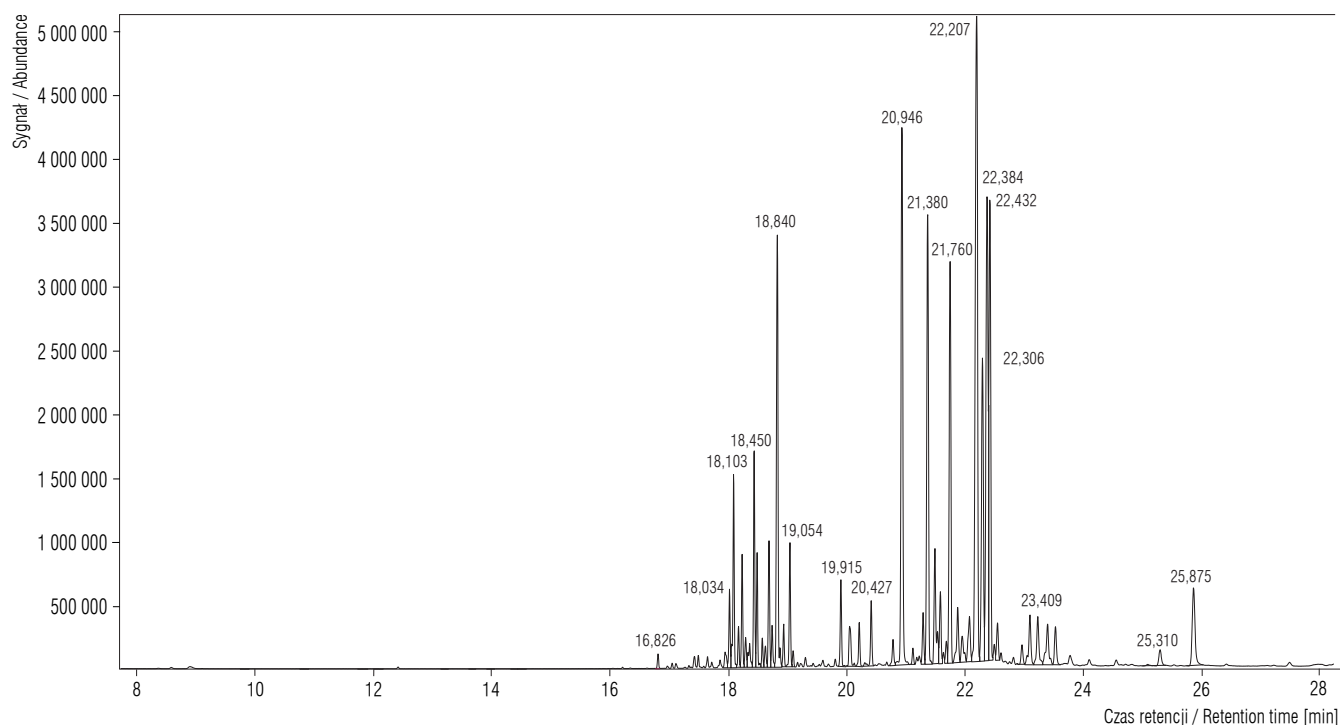
Rycina 1. Chromatogram olejku lawendowego (OL-LA) – badania przeprowadzone w Zakładzie Toksykologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi w 2017 r.

Figure 1. Chromatogram of lavender oil (OL-LA) – research carried out at the Department of Toxicology, Medical University of Lodz in 2017



Rycina 2. Chromatogram olejku pomarańczowego (OL-PM) – badania przeprowadzone w Zakładzie Toksykologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi w 2017 r.

Figure 2. Chromatogram of orange oil (OL-PM) – research carried out at the Department of Toxicology, Medical University of Lodz in 2017



Rycina 3. Chromatogram „olejku eterycznego naturalnego sandałowego zachodnioindyjskiego” (OL-SN) – badania przeprowadzone w Zakładzie Toksykologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi w 2017 r.

Figure 3. Chromatogram of West Indian sandalwood oil (OL-SN) – research carried out at the Department of Toxicology, Medical University of Lodz in 2017

wiadające mono- i bicyklicznym terpenom, takim jak α - i β -pinen, izomery karenu, kamfen czy limonen. W dalszej części chromatogramu (po 16. min) pojawiły się główne piki: linalol – nienasycony alkohol terpenowy, i jego ester – octan linalilu [czas retencji (*retention time* – RT), odpowiednio, 16,95 min i 17,11 min] oraz kolejne, które odpowiadały seskwiterpenom (np. kariofilen), a także alkoholom i estrom innych monoterpénów (np. octan geraniolu, α -terpinol).

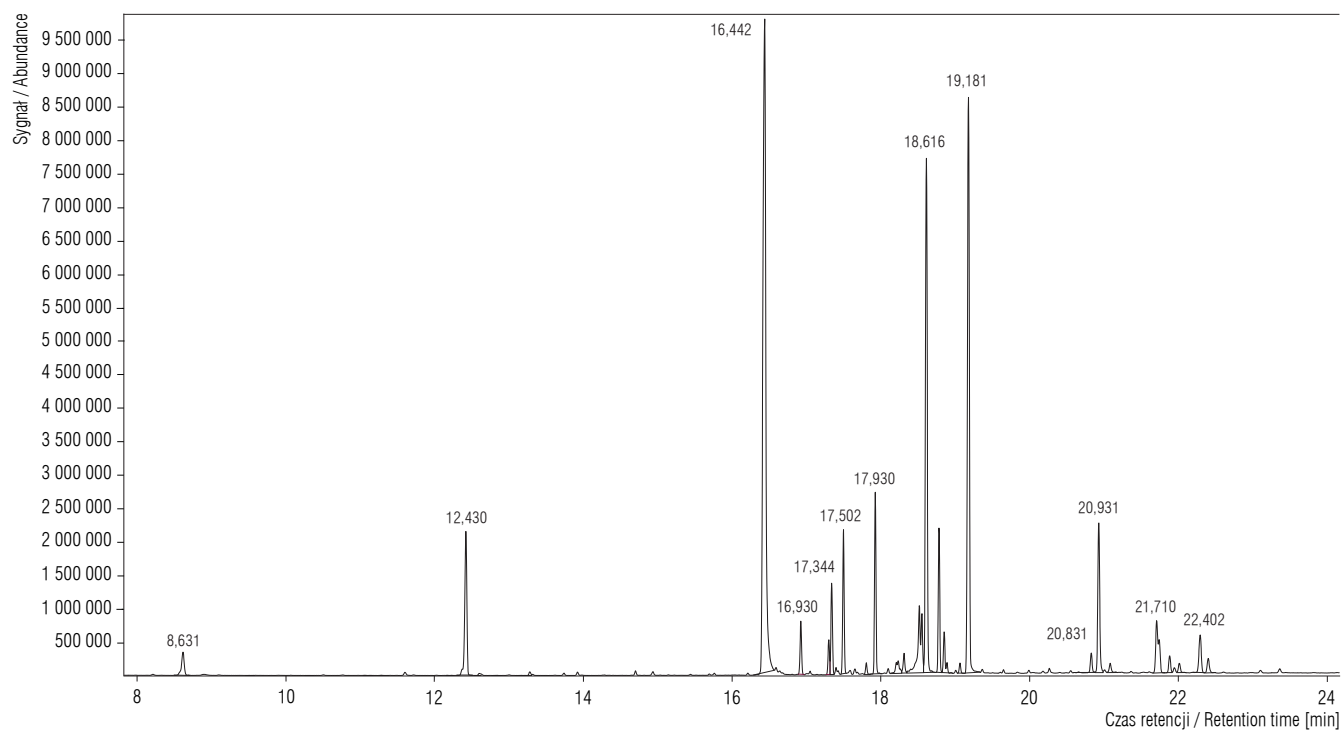
W olejku lawendowym (OL-LA) głównymi składnikami były linalol i jego ester (octan linalilu), które stanowiły ponad 50% składu. Pozostałe składniki zidentyfikowane w tej próbce to: α - i β -pinen, octan nerylu, kariofilen, borneol, β -felandren i *o*-cymen (tabela 1 i rycina 1). Z danych z piśmiennictwa wynika, że olejek izolowany z lawendy wąskolistnej (*Lavandula angustifolia*), z odmian rosnących na terenie Polski, zawiera w największych ilościach: linalol (15,9–33,8%), octan linalilu (ok. 21,9%), geraniol (1,4–8,8%), octan bornyłu (ok. 6,1%) i *trans*-kariofilen (ok. 6,1%). W mniejszych ilościach występowały w tym olejku borneol, terpineol, limonen, α - i β -pineny [2]. Kamfora występowała w ilości 0,7% [2]. Olejek z lawendy wąskolistnej o właściwościach relaksacyjnych zaliczany jest do olejków o niskiej

zawartości kamfory (< 2%). Olejki z odmian o wyższej zawartości kamfory są stosowane m.in. jako repelenty [5]. W analizowanym w tej pracy olejku lawendowym (OL-LA) kamfora stanowiła 0,56% (dane niezamieszczone w tabeli 1), dlatego może on być stosowany do celów relaksacyjnych.

Na chromatogramie olejku pomarańczowego (rycina 2) jest tylko kilka pików. Pik o czasie retencji 12,53 min, zidentyfikowany jako D-limonen, stanowił główny pik w próbce. Ze względu na jego dominujący udział, nawet w próbce o dużym rozcieńczeniu (1-procentowy roztwór w dichlorometanie) używanym w analizie, zarejestrowany sygnał był przeładowany, co skutkowało przesunięciem czasu retencji.

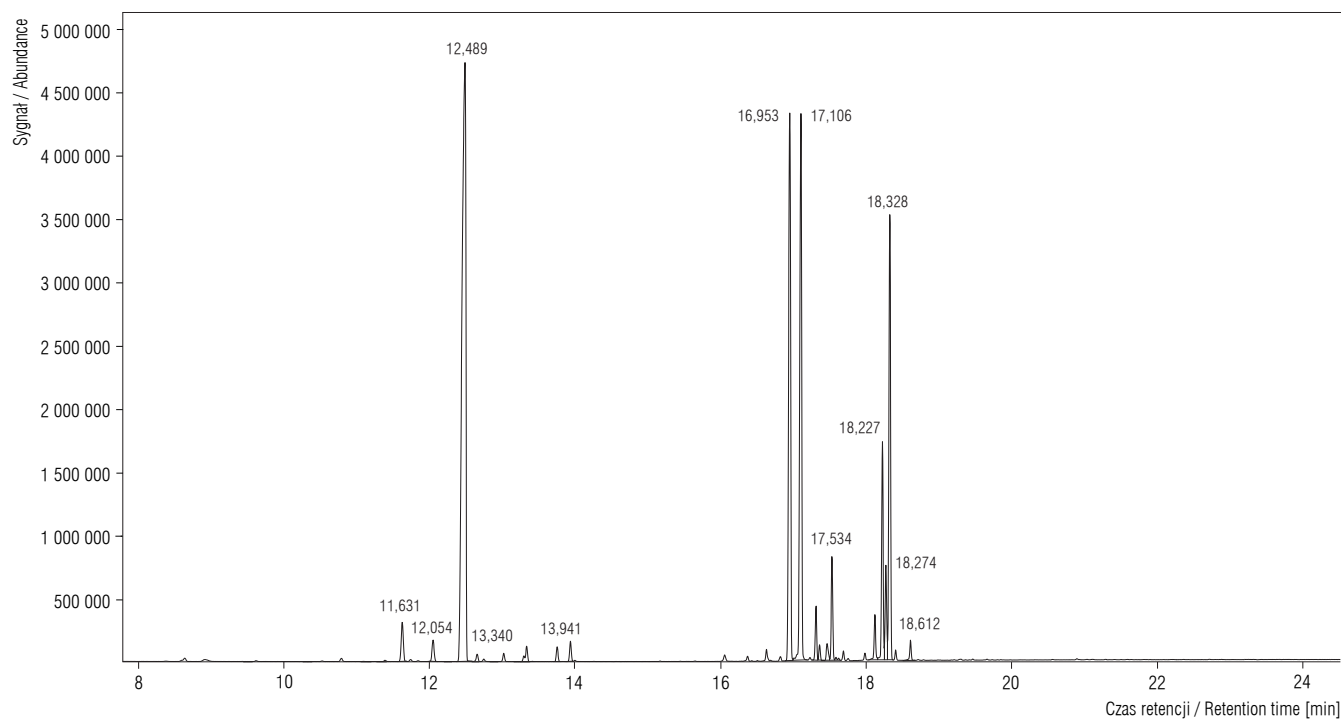
Olejek pomarańczowy (OL-PM) stanowił mieszaninę, w której dominującą substancją był limonen (91%). Pozostałe piki odpowiadały m.in. takim substancjom jak: β -felandren, α -pinen i linalol (tabela 1 i rycina 2). Także inni autorzy stwierdzili w olejku pomarańczowym obecność przede wszystkim D-limonenu (92,7–95,9%) [8].

Odmienne w stosunku do wcześniej omawianych olejków skład ma olejek „sandałowy zachodnioindyjski” (OL-SN) (rycina 3 i tabela 1). W początkowym biegu



Rycina 4. Chromatogram olejku melisowego (OL-ML) – badania przeprowadzone w Zakładzie Toksykologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi w 2017 r.

Figure 4. Chromatogram of lemon balm oil (OL-ML) – research carried out at the Department of Toxicology, Medical University of Lodz in 2017



Rycina 5. Chromatogram olejku bergamotowego (OL-BE) – badania przeprowadzone w Zakładzie Toksykologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi w 2017 r.

Figure 5. Chromatogram of bergamot oil (OL-BE) – research carried out at the Department of Toxicology, Medical University of Lodz in 2017

chromatogramu nie było pików charakterystycznych dla mono- i bicyklicznych terpenów. Próbka rozwijała się dopiero ok. 18. min – wtedy pojawiały się piki seskwiterpenów. Największy udział (17,6%) w chromatogramie miał walerianol – alkohol seskwiterpenowy. Kolejne istotne piki również pochodziły od alkoholi seskwiterpenowych – różnych izomerów eudesmolu (łącznie 28,1%) oraz elemolu (11,1%). Według Howesa i wsp. [9] w olejku „sandałowym zachodnioindyjskim” (z *Amyris balsamifera*) w największych ilościach występują: walerianol (15,1–21,5%), α -eudesmol (4,4–16,2%), 7-epi- α -eudesmol (do 10,7%), 10-epi- γ -eudesmol (5,3–9,7%) i elemol (6,6–9,1%).

Na rycinie 4 przedstawiono chromatogram olejku melisowego. W początkowym fragmencie (8.–14. min) zaobserwowano nieliczne piki chromatograficzne odpowiadające monocyklicznym terpenom, takim jak α -pinen i limonen. W dalszej części chromatogramu główne piki stanowiły terpeny alifatyczne (cytronelal, cytronelol i geraniol).

Olejek melisowy (OL-ML) składał się głównie z cytronelalu (28,7%), geraniolu (16,4%) oraz cytronelolu (14,0%) (tabela 1 i rycina 4). Zawierał także substancje wykryte w innych olejkach, np.: limonen (jak w olejku pomarańczowym i bergamotowym), elemol (jak w „sandałowym zachodnioindyjskim”) i linalol (jak w lawendowym, pomarańczowym i bergamotowym), choć udział poszczególnych pików był w każdym z badanych olejków inny. Olejek melisowy miał najmniejszy udział procentowy substancji wymienionych w tabeli 1 wśród wszystkich badanych preparatów (90,6%). Na chromatogramie zintegrowano 74 piki: 21 z nich zamieszczono w tabeli 1 (zgodnie z przyjętymi kryteriami). Pozostałe, choć o niewielkim jednostkowym udziale w chromatogramie, stanowiły 9,4% składu (tabela 1). Dane z piśmiennictwa wskazują, że głównymi składnikami olejku z melisy lekarskiej są neral i geranial. Abdellatif i wsp. [10] podają, że składniki te stanowią, odpowiednio: 30,2% i 44,2%, a według Andrade’a i wsp. [11] – odpowiednio: ok. 37% i 52%. Oprócz wymienionych substancji w olejku melisowym występują w znacznej ilości także cytronelol (6,2%) i cytronelal (12,9%) [12]. W badanym przez autorów niniejszej pracy preparacie (OL-ML) cytronelal, cytronelol i geraniol dominowały, stanowiąc, odpowiednio: 28,7%, 14% i 16,4% składu. W preparacie nie wykryto neralu i geranialu.

Chromatogram próbki olejku bergamotowego (OL-BE) (rycina 5) profilem przypomina chromatogram olejku lawendowego (rycina 1 i tabela 1). Występują w nim monocykliczne terpeny, takie jak β -felandren czy

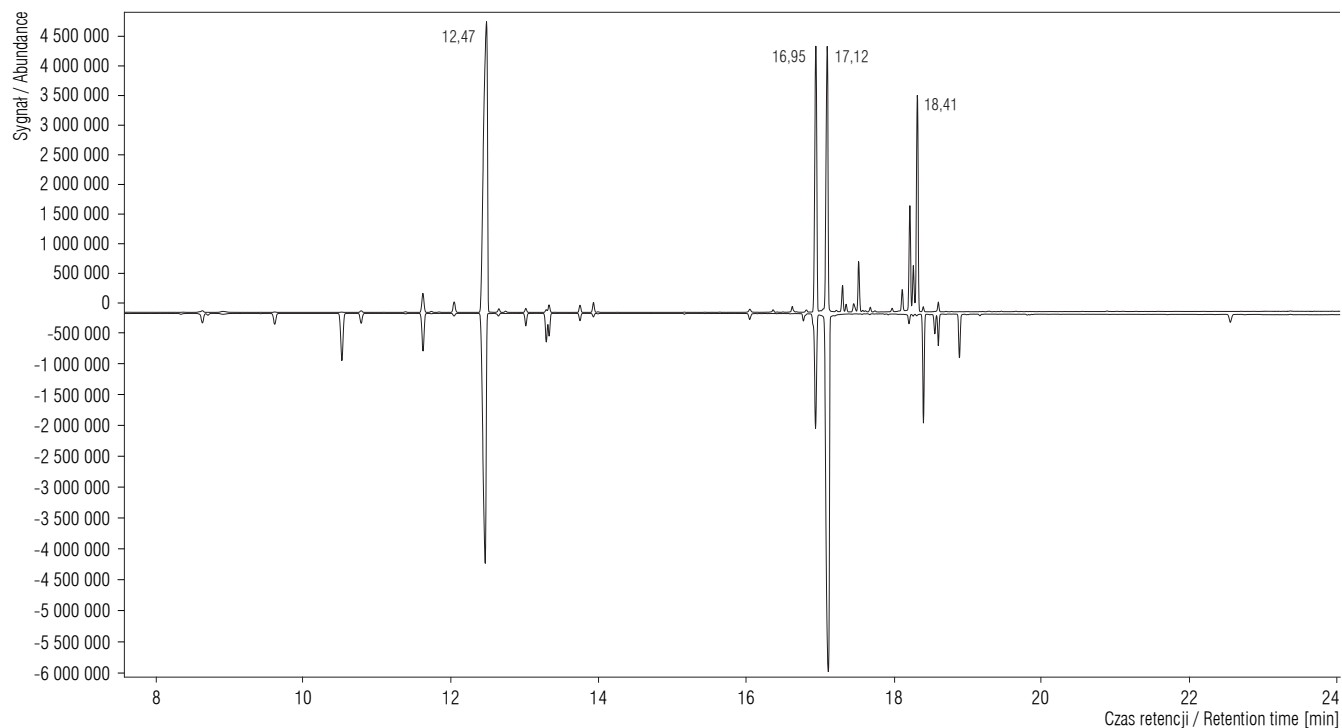
limonen (pojawiające się w początkowym fragmencie). W dalszej części (po 16 min analizy) stwierdzono obecność pochodnych monoterpenów, takich jak alkohole i estry (np. linalol i jego octan). O ile można porównywać badane olejki pod względem jakościowym, o tyle udział procentowy poszczególnych pików w próbkach jest zupełnie inny.

Główny pik w olejku bergamotowym stanowił limonen (35%), który w olejku lawendowym występował w śladowych ilościach (0,5%). Linalol i octan linalilu miały znaczący udział w badanej próbce (po 16,8%, łącznie 33,6%). Kolejnym znaczącym pikiem był pik octanu α -terpineolu (11,6%) (tabela 1). Olejek bergamotowy (z *Citrus bergamia*) według Navarry i wsp. [6] zawiera: limonen (25–53%), linalol (2–20%), octan linalilu (15–40%), a także γ -terpinen i β -pinen.

Dla porównania przeprowadzono także analizę preparatu o nazwie „olejek bergamotowy – kompozycja” (OL-BEK), który producent określił jako „wierną imitację naturalnego olejku eterycznego zarówno pod względem zapachowym, jak i pod względem składu”. Preparat ten powstał w wyniku zmieszania w odpowiednich proporcjach składników otrzymanych z innych surowców roślinnych. Wyniki analizy przedstawiono na rycinie 6 i w tabeli 2. W tabeli 2 zamieszczono pełny skład badanych próbek, tzn. wyszczególniono wszystkie zintegrowane piki chromatograficzne, nawet o niewielkiej intensywności. Stąd różnica w opisie olejku bergamotowego (OL-BE) zamieszczonym w tabeli 1, w którego przypadku zastosowano inne kryterium zapisu (1-procentowy udział pików w chromatogramie w co najmniej 1 z badanych próbek). Według danych zamieszczonych w tabeli 2 olejek składał się z 37 substancji (w tym 1 niezidentyfikowanej), które stanowiły 100% zintegrowanych pików chromatograficznych. W tabeli 1 wymieniono tylko 20 substancji, które stanowiły aż 95,8% chromatogramu.

Jak pokazano na rycinie 6, przebieg obu chromatogramów jest podobny: różnice uwidoczniły się po 16 min. Piki o czasach retencji 16,95 min i 17,11 min, odpowiadające linalolowi i octanowi linalilu, miały różny udział w badanych próbkach. W próbce właściwego olejku (OL-BE) ok. 18. min występowały: terpinen, terpinol i octan terpineolu, których nie było w próbce kompozycji (OL-BEK), a nieco dalej (18,4 min) w chromatogramie kompozycji pojawiły się piki cytralu i *cis*-geraniolu, nieobecne we właściwym olejku bergamotowym.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że zarówno olejek bergamotowy (OL-BE), jak i „olejek bergamotowy – kompozycja” (OL-BEK) zawierają limonen, lina-



Rycina 6. Chromatogramy właściwego olejku bergamotowego (OL-BE) (górny) i kompozycji (OL-BEK) (dolny) – badania przeprowadzone w Zakładzie Toksykologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi w 2017 r.

Figure 6. Chromatograms of essential bergamot oil (OL-BE) (top) and mixture oil (OL-BEK) (bottom) – research carried out at the Department of Toxicology, Medical University of Lodz in 2017

lol i octan linalilu w ilościach zbliżonych do podanych przez Navarrę i wsp. [6]. W olejku bergamotowym (OL-BE) stwierdzono także obecność znacznej ilości octanu terpineolu (ok. 11,6%); w kompozycji występował on w śladowych ilościach (0,13%) (tabela 2). W preparacie „olejek bergamotowy – kompozycja” (OL-BEK) występował β -pinen (3,7%), γ -terpinen (1,8%) i octan nerylu (5,4%). W preparacie OL-BEK zidentyfikowano także cytral (1,0%) i *cis*-geraniol (2,3%) – substancje niewykryte we właściwym olejku bergamotowym (tabela 2).

OMÓWIENIE

Aromatoterapia, która może wspomagać tradycyjną farmakoterapię, wykorzystuje pozyskane z roślin olejki aromatyczne (eteryczne). Olejki te są mieszaniną wielu związków o różnej budowie chemicznej i różnym udziale procentowym. Składniki olejków pojawiają się we krwi szybko, niezależnie od drogi podania, co świadczy o ich łatwym wchłanianiu (m.in. szybka dyfuzja olejków z płuc do krwiobiegu). Cechę tę można wykorzystywać w terapii klimatycznej w strefie specjalne komponowanych

skupisk różnych drzew iglastych. Najwyższe ryzyko wystąpienia objawów toksycznego działania olejków związane jest z ich przyjęciem doustnym, m.in. ze względu na możliwe całkowite wchłonięcie składników olejków oraz kontakt ze śluzówką przewodu pokarmowego [2].

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badania składu dostępnych na polskim rynku 5 olejków i 1 kompozycji, których wspólną cechą jest rodzaj działania farmakologicznego (biologicznego). Olejki pochodzą z roślin z rodziny *Lamiaceae* (wargowe, olejki lawendowy i melisowy) oraz z rodziny *Rutaceae* (rutowate, pozostałe) [13]. Rośliny należące do tych rodzin zaliczamy do roślin olejkodajnych. Wykazują one działanie m.in. antystresowe, antyseptyczne i przeciwgrzybicze. Głównym celem pracy była próba stwierdzenia, czy badane olejki mają podobne składy chemiczne oraz które z głównych składników mogą być odpowiedzialne za ich działanie biologiczne.

Porównano również skład badanych olejków z dostępnymi danymi z piśmiennictwa. W większości przypadków otrzymane wyniki były zgodne, tylko olejek melisowy odbiegał składem od opisywanego w piśmiennictwie.

Analizowanym preparatom przypisuje się właściwości m.in. relaksujące. Pomimo podobnego działania róż-

Tabela 2. Zestawienie pełnego składu olejku bergamotowego właściwego (OL-BE) i kompozycji (OL-BEK) – wyniki badania przeprowadzonego w Zakładzie Toksykologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi w 2017 r.
Table 2. Comparison of the full composition of essential bergamot oil (OL-BE) and mixture (OL-BEK) – the results of a study carried out at the Toxicology Department of the Medical University of Lodz in 2017

Lp. No.	Nazwa zwyczajowa substancji Common substance name	Nazwa systematyczna substancji Chemical substance name	Wzór sumaryczny Molecular formula	CAS	RT [min]	Udział pików w chromatogramie Peak share in the chromatogram [%]	
						OL-BE (100%) ^a	OL-BEK (100%) ^a
1	tricyklen / tricyclene	1,7,7-trimetylotricyklo[2.2.1.0(2,6)]heptan / 1,7,7-trimethyltricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane	C ₁₀ H ₁₆	508-32-7	8,36	0,08	0,08
2	α-pinen / α-pinene	2,6,6-trimetylobicyklo[3.1.1]hept-2-en / 2,6,6-trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene	C ₁₀ H ₁₆	7785-70-8	8,64	0,16	0,79
3	α-tujen / α-thujene	5-izopropyl-2-metlobicyklo[3.1.0]heks-2-en / 5-isopropyl-2-methylbicyclo[3.1.0]hex-2-ene	C ₁₀ H ₁₆	2867-05-2	8,72	0,13	0,13
4	woda / water		H ₂ O	7732-18-5	8,92	0,16	0,15
5	kamfen / camphene	2,2-dimetylo-3-metylenobicyklo[2.2.1]heptan / 2,2-dimethyl-3-methylenebicyclo[2.2.1]heptane	C ₁₀ H ₁₆	79-92-5	9,62	0,03	0,85
6	β-pinen / β-pinene	6,6-dimetylo-2-metylenobicyklo[3.1.1]heptan / 6,6-dimethyl-2-methylenebicyclo[3.1.1]heptane	C ₁₀ H ₁₆	127-91-3	10,54	0,02	3,66
7	β-tujen / β-thujene	1-izopropyl-4-metylobicyklo[3.1.0]heks-2-en / 1-isopropyl-4-methylbicyclo[3.1.0]hex-2-ene	C ₁₀ H ₁₆	28634-89-1	10,79	0,10	0,71
8	β-felandren / β-phellandrene	3-izopropyl-6-metyleno-1-cykloheksen / 3-isopropyl-6-methylene-1-cyclohexene	C ₁₀ H ₁₆	555-10-2	11,63	1,26	2,67
9	α-felandren / α-phellandrene	5-izopropyl-2-metylo-1,3-cykloheksadien / 5-isopropyl-2-methyl-1,3-cyclohexadiene	C ₁₀ H ₁₆	99-83-2	11,74	0,06	0,06
10	2-karen / 2-carene	3,7,7-trimetylobicyklo[4.1.0]hept-2-en / 3,7,7-trimethylbicyclo[4.1.0]hept-2-ene	C ₁₀ H ₁₆	554-61-0	12,05	0,69	0,18
11	D-limonen / D-limonene	4-izopropenyl-1-metylo-1-cykloheksen / 4-isopropenyl-1-methyl-1-cyclohexene	C ₁₀ H ₁₆	5989-27-5	12,47	35,05	26,04
12	β-terpinen / β-terpinene	1-izopropyl-4-metyleno-1-cykloheksen / 1-isopropyl-4-methylene-1-cyclohexene	C ₁₀ H ₁₆	99-84-3	12,65	0,22	0,19
13	pseudolimonen / pseudolimonene	1-izopropenyl-4-metylenocykloheksan / 1-isopropenyl-4-methylenecyclohexane	C ₁₀ H ₁₆	499-97-8	12,75	0,07	0,07
14	β-trans-ocymen / β-trans-ocimene	(E)-3,7-dimetylo-1,3,6-oktatrien / (E)-3,7-dimethyl-1,3,6-octatriene	C ₁₀ H ₁₆	3779-61-1	13,03	0,22	0,74
15	γ-terpinen / γ-terpinene	1-metylo-4-(1-metyloetyl)-1,4-cykloheksadien / 1-methyl-4-(1-methylethyl)-1,4-cyclohexadiene	C ₁₀ H ₁₆	99-85-4	13,30	0,13	1,76
16	cis-ocymen / cis-ocimene	cis-3,7-dimetylo-1,3,6-oktatrien / cis-3,7-dimethyl-1,3,6-octatriene	C ₁₀ H ₁₆	3338-55-4	13,34	0,40	1,28
17	o-cymen / o-cymene	1-metylo-2-(1-metyloetyl)benzen / 1-methyl-2-(1-methylethyl)benzene	C ₁₀ H ₁₄	527-84-4	13,76	0,38	0,42
18	α-terpinolen / α-terpinolene	1-metylo-4-(1-metyloetylideno)-1-cykloheksen / 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-1-cyclohexene	C ₁₀ H ₁₆	586-62-9	13,94	0,52	0,20
19	allo-ocymen / allo-ocimene	(4E,6E)-2,6-dimetylo-2,4,6-oktatrien / (4E,6E)-2,6-dimethyl-2,4,6-octatriene	C ₁₀ H ₁₆	673-84-7	15,17	0,04	0,04

Tabela 2. Zestawienie pełnego składu olejku bergamotowego właściwego (OL-BE) i kompozycji (OL-BEK) i kompozycji (OL-BEK) – wyniki badania przeprowadzonego w Zakładzie Toksykologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi w 2017 r. – cd.
Table 2. Comparison of the full composition of essential bergamot oil (OL-BE) and mixture (OL-BEK) – the results of a study carried out at the Toxicology Department of the Medical University of Lodz in 2017 – cont.

Lp. No.	Nazwa zwyczajowa substancji Common substance name	Nazwa systematyczna substancji Chemical substance name	Wzór sumaryczny Molecular formula	CAS	RT [min]	Udział pików w chromatogramie Peak share in the chromatogram [%]	
						OL-BE (100%) ^a	OL-BEK (100%) ^a
20		kwas octowy / acetic acid	C ₂ H ₄ O ₂	64-19-7	16,06	0,22	0,41
21	octan fenchylu / fenchyl acetate	octan 1,3,3-trimetylobicyklo[2.2.1]hept-2-ylu / 1,3,3-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	13851-11-1	16,37	0,14	
22	antranilan linalilu / linalyl anthranilate	2-aminobenzoesan 1,5-dimetylo-1-winylo-4-heksenyli / 1,5-dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl 2-aminobenzoate	C ₁₇ H ₂₃ NO ₂	7149-26-0	16,64	0,36	
23	niezidentyfikowany / unidentified				16,78		0,45
24	plinol A	3-izopropenyl-1,2-dimetylocyklopentanol / 3-isopropenyl-1,2-dimethylcyclopentanol	C ₁₀ H ₁₈ O	4028-59-5	16,82	0,13	
25	linalol / linalool	2,6-dimetylo-2,7-oktadien-6-ol / 2,6-dimethyl-2,7-octadien-6-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	78-70-6	16,95	16,80	7,82
26	octan linalilu (bergamol) / linalool acetate (bergamol)	octan 3,7-dimetylo-1,6-oktadien-3-ylu / 3,7-dimethyl-1,6-octadien-3-yl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	115-95-7	17,12	16,79	39,21
27	octan neomentolu / neomenthol acetate	octan 2-izopropyl-5-metylocykloheksylu / 2-isopropyl-5-methylcyclohexyl acetate	C ₁₂ H ₂₂ O ₂	2230-87-7	17,23	0,11	
28	izoterpinolen / isoterpinolene	3-metylo-6-(1-metyloetylideno)-1-cykloheksen / 3-methyl-6-(1-methylethyliidene)-1-cyclohexene	C ₁₀ H ₁₆	586-63-0	17,31	1,27	
29	plinol C	3-izopropenyl-1,2-dimetylocyklopentanol / 3-isopropenyl-1,2-dimethylcyclopentanol	C ₁₀ H ₁₈ O	4028-60-8	17,36	0,37	
30	octan D,L-izobornylu / D,L-isobornyl acetate	octan 1,7,7-trimetylobicyklo[2.2.1]hept-2-ylu / 1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	92618-89-8	17,47	0,54	
31	p-ment-1(7)-en-9-ol / p-menth-1(7)-en-9-ol	2-(4-metylenocykloheksylo)propan-1-ol / 2-(4-methylenecyclohexyl)propan-1-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	29548-16-1	17,54	2,38	
32	(-)-terpinen-4-ol /	(R)-4-metylo-1-(1-metyloetylo)-3-cykloheksen-1-ol / (R)-4-methyl-1-(1-methylethyl)-3-cyclohexen-1-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	20126-76-5	17,59	0,15	
33	kariofilen / caryophyllene	4,11,11-trimetylo-8-metylenobicyklo[7.2.0]undec-4-en / 4,11,11-trimethyl-8-methylenebicyclo[7.2.0]undec-4-ene	C ₁₅ H ₂₄	87-44-5	17,68	0,23	0,04
34	β-terpineol	1-metylo-4-prop-1-en-2-ylocykloheksan-1-ol / 1-methyl-4-prop-1-en-2-ylocyclohexan-1-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	138-87-4	17,76	0,06	
35	dihydroocymen / dihydroocimene	2,6-dimetylo-2,6-oktadien / 2,6-dimethyl-2,6-octadiene	C ₁₀ H ₁₈	2792-39-4	17,94		0,06

36	niezidentyfikowany / unidentified		17,99	0,22			
37	octan dihydrokarweolu / dihydrocarveol acetate	octan 5-izopropenyl-2-metylocykloheksylu (octan <i>p</i> -ment-8-en-2-olu) / 5-izopropenyl-2-metylocyklohexyl acetate (<i>p</i> -menth-8-en-2-ol acetate)	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	20777-49-5	18,13	1,17	
38	α-terpinen / α-terpinene	1-metylo-4-(1-metyloetylo)-1,3-cykloheksadien / 1-metylo-4-(1-metyloetylo)-1,3-cyclohexadiene	C ₁₀ H ₁₆	99-86-5	18,22	5,12	0,69
39	α-terpinol	2-(4-metylo-3-cykloheksen-1-ylo)propan-2-ol / 2-(4-metylo-3-cyklohexen-1-yl)propan-2-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	98-55-5	18,27	2,21	0,13
40	octan α-terpineolu / α-terpineol acetate	octan 1-metylo-1-(4-metylo-3-cykloheksen-1-ylo)etylu / 1-metylo-1-(4-metylo-3-cyklohexen-1-yl)ethyl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	80-26-2	18,32	11,57	0,13
41	octan neryl / neryl acetate	octan (2Z)-3,7-dimetylo-2,6-oktadienylo / (2Z)-3,7-dimetylo-2,6-oktadienyl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	141-12-8	18,41	0,23	5,35
42	cytral / citral	3,7-dimetylo-2,6-oktadienal / 3,7-dimetylo-2,6-oktadienal	C ₁₀ H ₁₆ O	5392-40-5	18,57		1,04
43	propionian nerylu / neryl propionate	propionian (2Z)-3,7-dimetylo-2,6-oktadienylo / (2Z)-3,7-dimetylo-2,6-oktadienyl propionate	C ₁₃ H ₂₂ O ₂	105-91-9	18,61	0,46	1,48
44	cis-geraniol	2-cis-3,7-dimetylo-2,6-oktadien-1-ol / 2-cis-3,7-dimetylo-2,6-oktadien-1-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	106-25-2	18,90		2,25
45	geraniol	3,7-dimetylo-2,6-oktadien-1-ol / 3,7-dimetylo-2,6-oktadien-1-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	624-15-7	19,18		0,10
46	benzylkarbinol / benzyl carbinol	alkohol 2-fenyletylowy / 2-phenylethyl alcohol	C ₈ H ₁₀ O	60-12-8	19,82		0,11
47	antranilan metylu / methyl anthranilate	2-aminobenzoesan metylu / methyl 2-aminobenzoate	C ₈ H ₉ NO ₂	134-20-3	22,57		0,62
48	3-BHA	3-tert-butyl-4-hydroksyanizol / 3-tert-butyl-4-hydroxyanisole	C ₁₁ H ₁₆ O ₂	121-00-6	25,30		0,21

^a Udział ogółem / Total share.

nią się one składem jakościowym i/lub ilościowym (tabela 1 i 2). Najczęściej lub w największej ilości wykryto następujące substancje:

- limonen – w 5 preparatach na 6 (0,5–91,0%),
- linalol – w 5 preparatach na 6 (0,8–26,5%),
- octan linalilu – w 3 preparatach na 6 (16,8–39,2%),
- α -pinen – w 5 preparatach na 6 (0,2–4,6%),
- (R)-(+)-cytronelal – w 2 preparatach na 6 (0,1% i 28,7%),
- β -cytronelol – w 1 preparacie na 6 (14,0%),
- walerianol – w 1 preparacie na 6 (17,6%),
- izomery eudesmolu – w 1 preparacie na 6 (28,1%),
- geraniol (różne izomery) – w 3 preparatach na 6 (0,3–16,4%).

D-limonen (cykliczny monoterypen) wykryto w 5 preparatach z 6 przebadanych. W 3 olejkach (pomarańczowym, bergamotowym i w kompozycji bergamotowej) był jednym ze składników dominujących (odpowiednio: 91,0%, 35,1% i 26,0%) (tabela 1). Jego obecności nie stwierdzono tylko w olejku „sandałowym zachodnioindyjskim” wyizolowanym z *Amyris balsamifera* L. Związek ten znajduje się także w różnych pokarmach (przeciętne dzienne spożycie to 0,3 mg/kg m.c./dobę). Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) zaleca, aby dzienne spożycie nie przekraczało 1,5 mg/kg m.c./dobę [7]. Limonen jest związkiem dodawanym do wielu produktów stosowanych w gospodarstwie domowym, np. do odświeżaczy powietrza, środków czystości itp. [14]. U myszy LD_{50} (dawka śmiertelna – *dosis letalis*) D-limonenu po podaniu doustnym to 5,6–6,6 g/kg m.c. [7]. Zarówno badania przeprowadzane na zwierzętach, jak i obserwacje dotyczące ludzi wykazały, że limonen w postaci czystej nie powoduje alergii kontaktowych. Działanie uczulające wykazują produkty jego utleniania [15]. Innym niekorzystnym działaniem limonenu może być wpływ hepatotoksyczny [16]. Należy jednak podkreślić, że związek ten działa korzystnie w wielu kierunkach, m.in. przeciwzapalnie i przeciwstresowo. D'Alessio i wsp. [17] badali wpływ D-limonenu na układ nerwowy szczurów, a Zhou i wsp. [18] – na poziomy wybranych neurotransmiterów po podaniu S-limonenu. W badaniach tych potwierdzono jego działanie antystresowe. Wpływa hamująco na oś podwzgórze–przysadka mózgowa–nadnercze, a jego działanie antystresowe wynika z reakcji limonenu z receptorem $GABA_A$ (receptor jonotropowy wiążący kwas γ -aminomasłowy) [17,18].

Linalol jest alkoholem terpenowym, występującym w postaci 2 stereoisomerów. Znaczną ilość linalolu (odpowiednio: 26,5%, 16,8% i 7,8%) stwierdzono w olejkach: lawendowym, bergamotowym i jego kompozycji,

przebadanych przez autorów niniejszej pracy. Związek ten szybko wchłania się z przewodu pokarmowego, ulega metabolizmowi i jest wydalany z moczem, wydychanym powietrzem (jako CO_2) oraz żółcią. Mechanizm działania linalolu wiąże się z hamowaniem neuroprzekaznictwa glutaminergicznego w korze mózgowej [kompetycyjne hamowanie receptorów glutaminergicznego typu NMDA (receptor N-metylo-D-asparaginowy)] [19], stąd działanie sedatywno-usypiające oraz przeciwdrgawkowe. Linalol ma także działanie przeciwbólowe. Dla linalolu podanego myszom drogą pokarmową DL_{50} to 2,2–3,5 g/kg m.c. [20].

Octan linalilu (bergamol) jest estrem linalolu i kwasu octowego, który w kontakcie z sokiem żołądkowym i trzustkowym ulega szybkiej hydrolizie. Prawdopodobnie to linalol jest wchłaniany do krążenia po spożyciu octanu linalilu [7], zatem jego działanie będzie analogiczne do opisanego powyżej. W badanych preparatach związek ten został wykryty w olejku lawendowym (27,5%), bergamotowym (16,8%) oraz w kompozycji bergamotowej (39,2%). Olejek bergamotowy, którego głównymi składnikami były limonen, linalol i octan linalolu, wykazywał w badaniach na szczurach działanie przeciwłękowe/relaksacyjne. Rombola i wsp. [21] porównują te efekty do działania benzodiazepin (diazepamu).

Pinen należy do 2-pierścieniowych nienasyconych monoterypenów. Jest związkiem optycznie czynnym, występującym w 3 odmianach izomerycznych. Autorzy niniejszej pracy wykryli go w olejkach lawendowym (OL-LA), bergamotowym (OL-BE) i w kompozycji bergamotowej (OL-BEK) (w postaci izomerów α - i β -) oraz w olejkach pomarańczowym i melisowym (tylko izomer α). Pinen wchłania się zarówno po podaniu doustnym, jak i po narażeniu inhalacyjnym (biodostępność 40–48%). W organizmie metabolizowany jest do *cis*- i *trans*-werbenolu, mirtenolu i borneolu. α -Pinen jest monoterypenem, często występującym w olejkach eterycznych. Po narażeniu wziewnym większość metabolitów wydalana się z moczem w ciągu 20 godz. Mechanizm działania pinenów nie jest do końca poznany. α -Pinen działa u ludzi rozszerzająco na oskrzela, ma także działanie przeciwzapalne. Z nowszych badań wynika, że może gromadzić się w mózgu. Po podaniu inhalacyjnym wykazuje działanie anksjolityczne. Działa poprzez receptory benzodiazepinowe $GABA_A$ [22]. Badania na zwierzętach wskazują, że α - i β -pinen mają niską toksyczność ostrą. Po doustnym podaniu szczurom LD_{50} to 3,4–5,0 g/kg m.c. [7].

Cytronelol (dihydrogeraniol) jest alkoholem monoterypenowym, który w warunkach naturalnych wystę-

puje w formie 2 enancjomerów [7]. Charakteryzuje się niską toksycznością ostrą. Po podaniu królikom drogą pokarmową DL_{50} to 2,65 g/kg m.c., a po podaniu szczurów – 3,45 g/kg m.c. [20].

Cytronelal (rodinal) jest aldehydem monoterpenu. Cechuje się słabym działaniem drażniącym na skórę, może wywoływać kontaktowe zapalenie skóry [7]. Cytronelol i cytronelal występowały w olejku melisowym opisywanym w niniejszej pracy (OL-ML), odpowiednio, w postaci alkoholu – 14% i aldehydu – 28,7%.

Seskwiterpeny, takie jak walerianol i eudesmol, wykryto tylko w 1 z badanych olejków – „sandałowym zachodnioindyjskim”, którego skład różni się od składu pozostałych preparatów. Działanie uspokajające seskwiterpenów, tj. walerianonu, walerianolu, walerianolu, kwasu walerianowego i jego pochodnych, jest wynikiem pobudzenia receptorów $GABA_A$, powodującego otwarcie kanałów chlorkowych błony neuronalnej i zwiększony przepływ jonów chlorkowych do wnętrza komórki. Hamuje to odpowiedź na bodźce depolaryzujące, pobudliwość neuronów ulega zmniejszeniu [2].

Eudesmol, występujący w przyrodzie w postaci kilku izomerów, np. α -, β - i γ -eudesmolu, wykazuje wiele korzystnych efektów, m.in. obniża ciśnienie tętnicze krwi, zapobiega migrenom, działa antyangiogenicznie, przeciwpadaczkowo, przeciwbakteryjnie i przeciwzapalnie [23]. Eudesmole działają także cytotoksycznie na komórki nowotworowe. β -Eudesmol jest inhibitorem Na^+/K^+ ATP-azy [24], a także blokerem receptora cholinergicznego nikotynowego (*nicotinic acetylcholine receptor*) [25].

Geraniol jest wielonienasyconym alkoholem terpenowym. W przebadanych przez autorów niniejszego artykułu olejkach geraniol wykryto w największej ilości w olejku melisowym (16,4%), a w śladowych ilościach – w olejku lawendowym i kompozycji olejku bergamotowego. Wartość DL_{50} dla królików to > 5 g/kg m.c., a dla szczurów – 3,6 g/kg m.c. [26]. Geraniol występuje w olejkach eterycznych izolowanych z wielu roślin i jest szeroko stosowany, np. jako dodatek do żywności, napojów, kosmetyków (występuje w składzie 76% dezodorantów na rynku europejskim), środków czystości (w 41% preparatów) [27]. Ze względu na dużą lotność składników olejków eterycznych substancje takie jak geraniol, limonen, pineny czy linalol znajdują się w powietrzu pomieszczeń mieszkalnych i biurowych. Belsito i wsp. [20] ocenili narażenie ludzi na związki zapachowe pochodzące z różnych źródeł (np. z żywności, kosmetyków, powietrza) i stwierdzili, że narażenie na geraniol jest powszechne. Geraniol

może ulegać utlenieniu do wodoronadtlenków (podobnie jak limonen, linalol i octan linalilu) o właściwościach silnie alergizujących [27]. W badaniach na myszach wykazano jego antydepresyjne działanie [28]. Tabari i wsp. [29], badając działanie anksjolityczne oraz antydepresyjne podanego myszom olejku z *Pelargonium roseum*, zaobserwowali synergistyczne działanie 2 jego głównych składników – cytronelolu (35,9%) i geraniolu (18,5%).

Istotnym problemem związanym ze stosowaniem olejków eterycznych jest bezpieczeństwo, na które składa się kilka czynników. Oceniając je, należy wziąć pod uwagę m.in. toksyczność ostrą i przewlekłą, drogi ekspozycji, czas stosowania, możliwości narażenia z różnych źródeł, ewentualne działanie synergistyczne składników olejków, działanie drażniące i alergizujące.

Część informacji na temat bezpieczeństwa powinna znajdować się na opakowaniach olejków, jednak dane na temat składu oferowanych produktów są zwykle niepełne. Na większości opakowań badanych olejków wymieniane są substancje o potencjalnym działaniu uczulającym (zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1223/2009 [30], zał. III), jednak nie zawsze informacje podane na opakowaniach przebadanych olejków zgadzały się z wynikami badań [30]. W 50% badanych próbek w składzie podawano więcej substancji, niż udało się zidentyfikować. Na przykład w składzie olejku pomarańczowego wymieniono: limonen, linalol, cytral, cytronelol, geraniol, a wykryto tylko pierwsze 2 substancje. W przypadku olejku „sandałowego zachodnioindyjskiego” na opakowaniu nie podano składu, olejku melisowego – wymieniono tylko limonen i linalol, a w analizach zidentyfikowano także inne substancje potencjalnie uczulające, takie jak: cytral, cytronelol, geraniol i eugenol.

WNIOSKI

Skład analizowanych olejków w większości przypadków nie odbiegał od składu przedstawianego przez autorów innych artykułów. Tylko w przypadku olejku melisowego nie wykryto substancji (neralu i geraniolu) wskazanych przez innych autorów jako składniki dominujące. W badanych próbkach olejków zidentyfikowano następujące główne związki: limonen, linalol, octan linalilu, α -pinen, cytronelol, geraniol, walerianol i izomery eudesmolu.

Na podstawie danych z piśmiennictwa można stwierdzić, że wymienione substancje mają niską toksyczność ostrą (LD_{50} od 2,2 g/kg m.c. dla linalolu do

6,6 g/kg m.c. dla limonenu). Nie można jednak wykluczyć toksyczności przewlekłej (np. hepatotoksyczności limonenu), gdy stosowane są wielokrotnie niskie dawki substancji, a także niekorzystnego działania produktów ich przemiany (np. utleniania). Poza tym badane substancje mogą być dostarczane do organizmu różnymi drogami (pokarmową, inhalacyjną, dermalną) ze względu na ich występowanie w różnych produktach, np. w żywności, środkach czystości, wyrobach drogeryjnych.

Substancje czynne zawarte w badanych olejkach mają różną budowę i należą do różnych grup związków. Piny i limonen to cykliczne monoterpény, linalol to nienasycony alkohol alifatyczny należący do grupy terpenów, a octan linalilu to jego ester. Cytronelol i geraniol to również nienasycone alkohole terpenowe, a cytronelal to nienasycony aldehyd terpenowy. Eudesmol i walerianol to alkohole seskwiterpenowe. Uważa się, że – niezależnie od budowy chemicznej wymienionych substancji – mechanizm działania relaksującego jest podobny i wiąże się z podobnym do działania benzodiazepin hamowaniem neuroprzekazywania glutaminergicznego. Można zatem uznać, że wszystkie badane olejki mogą być używane w celach relaksacyjnych.

Olejki eteryczne dostępne na polskim rynku, także te badane przez autorów niniejszej pracy, są mieszaninami, które – w ilości zalecanej przez producenta – mogą być bezpiecznie stosowane zgodnie z przeznaczeniem. Przegląd literatury wskazuje, że toksyczność głównych składników jest niska, a czynniki potencjalnie alergizujące, które mogą uczulać osoby wrażliwe, są zwykle wymienione na opakowaniu preparatu zgodnie z obowiązującym prawem.

PIŚMIENNICTWO

- Król S.K., Skalicka-Woźniak K., Kandfer-Szerszeń M., Stepulak A.: Aktywność biologiczna i farmakologiczna olejków eterycznych w leczeniu i profilaktyce chorób infekcyjnych. *Postępy Hig. Med. Dośw.* 2013;67:1000–1007
- Pisulewska E., Janeczko Z.: Krajowe rośliny olejkowe – występowanie, uprawa, skład chemiczny, zastosowanie. *Know-How*, Kraków 2008
- Vican P.: Olejki eteryczne. 65 roślin leczniczych. *Bauer-Weltbild*, Warszawa 2010
- Kucharska M., Szymańska J.A., Wesołowski W., Bruchajzer E., Frydrych B.: Porównanie składu chemicznego wybranych olejków eterycznych stosowanych w chorobach układu oddechowego. *Med. Pr.* 2018;69(2):167–178, <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00673>
- Cavanagh H.M.A., Wilkinson J.M.: Biological activities of lavender essential oil. *Phytother. Res.* 2002;16:301–308, <https://doi.org/10.1002/ptr.1103>
- Navarra M., Mannucci C., Delbò M., Calapai G.: Citrus bergamia essential oil: from basic research to clinical application. *Front. Pharmacol.* 2015;6:1–7, <https://doi.org/10.3389/fphar.2015.00036>
- Ciszowski K.: Skutki toksyczne olejków eterycznych i roślin przyprawowych. W: *Antyodżywcze i antyzdrowotne aspekty żywienia*. Kolarzyk E. [red.]. Wyd. 1. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2016, ss. 623–706
- Geraci A., Di Stefano V., Di Martino E., Schillaci D., Schicchi R.: Essential oil components of orange peels and antimicrobial activity. *Nat. Prod. Res.* 2017;31(6):653–659, <https://doi.org/10.1080/14786419.2016.1219860>
- Howes M.J.R., Simmonds M.S.J., Kite G.C.: Evaluation of the quality of sandalwood essential oils by gas chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatogr. A* 2004;1028:307–312, <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2003.11.093>
- Abdellatif F., Boudjella H., Zitouni A., Hassani A.: Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil from leaves of Algerian *Melissa officinalis* L. *EXCLI J.* 2014;13:772–781
- Andrade M.A., dos Santos Azevedo C., Motta F.N., dos Santos M.L., Silva C.L., de Santana J.M. i wsp.: Essential oils: in vitro activity against *Leishmania amazonensis*, cytotoxicity and chemical composition. *BMC Complement. Altern. Med.* 2016;16:444–451, <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1401-9>
- Sadraei H., Ghannadi A., Malekshahi K.: Relaxant effect of essential oil of *Melissa officinalis* and citral on rat ileum contractions. *Fitoterapia* 2003;74:445–452, [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(03\)00109-6](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(03)00109-6)
- Frohne D.: *Leksykon roślin leczniczych*. MedPharm, Wrocław 2010
- Wolkoff P., Nielsen G.D.: Effects by inhalation of abundant fragrances in indoor air – an overview. *Environ. Int.* 2017;101:96–107, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.01.013>
- Lipsa D., Barrero-Moreno J., Coelhan M.: Exposure to selected limonene oxidation products: 4-OPA, IPOH, 4-AMCH induces oxidative stress and inflammation in human lung epithelial cell lines. *Chemosphere* 2018;191:937–945, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.10.065>
- Zarybnicky T., Bousova I., Ambroz M., Skalova L.: Hepatotoxicity of monoterpenes and sesquiterpenes. *Arch. Toxicol.* 2018;92:1–13, <https://doi.org/10.1007/s00204-017-2062-2>
- D'Alessio P.A., Bisson J.F., Bene M.C.: Anti-stress effects of d-limonene and its metabolite perillyl alcohol. *Rejuve-*

- nation Res. 2014;17:145–149, <https://doi.org/10.1089/rej.2013.1515>
18. Zhou W, Yoshioka M, Yokogoshi H.: Sub-chronic effects of s-limonene on brain neurotransmitter levels and behavior of rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 2009;55:367–373, <https://doi.org/10.3177/jnsv.55.367>
19. Wotman M., Levinger J., Leung L., Kallush A., Mauer E., Kacker A.: The efficacy of lavender aromatherapy in reducing preoperative anxiety in ambulatory surgery patients undergoing procedures in general otolaryngology. *Laryngoscope Investig. Otolaryngol.* 2017;2:437–441, <https://doi.org/10.1002/lio2.121>
20. Belsito D., Bichers D., Bruze M., Calw P., Greim H., Hanfin J.M. i wsp.: A toxicologic and dermatologic assessment of cyclic and non-cyclic terpene alcohols when used as fragrance ingredients. *Food Chem. Toxicol.* 2008;46:1–71
21. Rombola L., Tridico L., Scuteri D., Sakurada T., Sakurada S., Mizoguchi H. i wsp.: Bergamot essential oil attenuates anxiety-like behaviour in rats. *Molecules* 2017;22:614–624, <https://doi.org/10.3390/molecules22040614>
22. Yang H., Woo J., Pae A.N., Um M.Y., Cho N.C., Park K.D. i wsp.: α -Pinene, a major constituent of pine tree oils, enhances non-rapid eye movement sleep in mice through GABAA-benzodiazepine receptors. *Mol. Pharmacol.* 2016; 90:530–539, <https://doi.org/10.1124/mol.116.105080>
23. Bomfim D.S., Ferraz R.P.C., Carvalho N.C., Soares M.B.P., Pinheiro M.L.B., Costa E.V. i wsp.: Eudesmol isomers induce caspase-mediated apoptosis in human hepatocellular carcinoma HepG2 cells. *Basic Clin. Pharmacol. Toxicol.* 2013;113:300–306, <https://doi.org/10.1111/bcpt.12097>
24. Obara Y., Aoki T., Kusano M., Ohizumi Y.: β -Eudesmol induces neurite outgrowth in rat pheochromocytoma cells accompanied by an activation of mitogen-activated protein kinase. *J. Pharmacol. Exp. Therap.* 2002;301:803–811, <https://doi.org/10.1124/jpet.301.3.803>
25. Jiang L., Zhang C., Li H.: Quantification of β -eudesmol in rat plasma using LC-MS/MS and its application to a pharmacokinetic study. *Biomed. Chromatogr.* 2017;31(12):e4023, <https://doi.org/10.1002/bmc.4023>
26. Lapczynski A., Bhatia S.P., Foxenberg R.J., Letizia C.S., Api A.M.: Fragrance material review on geraniol. *Food Chem. Toxicol.* 2008;46:160–170, <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.06.048>
27. Hagvall L., Karlberg A.T., Christensson B.: Contact allergy to air-exposed geraniol: clinical observations and report of 14 cases. *Contact Dermatitis* 2012;67:20–27, <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2012.02079.x>
28. Deng X.Y.D., Xue J.S., Li H.Y., Ma Z.Q., Fu Q., Qu R. i wsp.: Geraniol produces antidepressant-like effects in a chronic unpredictable mild stress mice model. *Physiol. Behav.* 2015;152:264–271, <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.10.008>
29. Tabari M.A., Moghaddam A.H., Maggi F.: Anxiolytic and antidepressant activities of *Pelargonium roseum* essential oil on Swiss albino mice: possible involvement of serotonergic transmission. *Phytother. Res.* 2018;32(6):1–9
30. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1223/2009 z dnia 30 listopada 2009 r. dotyczące produktów kosmetycznych. *DzUrz UE* z 2009 r., L 342/59 z późn. zm.