

Katedra Warzywnictwa i Roślin Leczniczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. S. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail: renata.nurzynska@up.lublin.pl

RENATA NURZYŃSKA-WIERDAK

Terapeutyczne właściwości olejków eterycznych

Therapeutic properties of essential oils

Streszczenie. Olejki lotne wykorzystywane są w przemyśle spożywczym jako dodatki aromatyzujące i przyprawy, w przemyśle perfumeryjnym i kosmetycznym oraz w celach leczniczych. Aromaterapia staje się coraz bardziej popularną dziedziną medycyny naturalnej. Bogaty skład chemiczny oraz wszechstronne właściwości lecznicze olejków eterycznych stwarzają szerokie możliwości zastosowania ich w celach profilaktycznych i terapeutycznych. Właściwości terapeutyczne olejków są bardzo różnorodne i związane najczęściej z działaniem składników dominujących. Związkami dominującymi są głównie monoterpeny, seskwiterpeny i fenylopropany. Aktywność biologiczna olejków eterycznych jest efektem działania poszczególnych składników dominujących lub synergistycznego działania kompleksu związków. Olejki działają drażniąco na skórę i błony śluzowe, drażnią i zabijają komórki drobnoustrojów wywołujących stany zapalne. Niektóre olejki wykazują aktywność przeciwdrobnoustrojową, spazmolityczną, antyoksydacyjną, przeciwnowotworową; inne działają wykrztuśnie, uspokajająco i nasennie, znieczulająco, moczopędnie, żółciopędnie i żółciotwórczo, pobudzają czynność żołądka i wydzielanie soków trawiennych. Olejki eteryczne mogą być brane pod uwagę jako potencjalne środki terapeutyczne i profilaktyczne, wspomagające leczenie konwencjonalne lub stosowane w ramach medycyny naturalnej.

Słowa kluczowe: związki biologicznie aktywne, substancje lotne, rośliny olejkowe

WYSTĘPOWANIE OLEJKÓW ETERYCZNYCH

Olejki eteryczne (*oleum aetherium*, *oleum aethereum*), otrzymywane z różnych surowców roślinnych, wykorzystywane są szeroko w celach terapeutycznych, a także jako aromaty spożywcze, kosmetyczne i farmaceutyczne. Na świecie występuje około 18 tysięcy gatunków roślin olejkowych. Na skalę przemysłową wytwarza się około 300 różnych olejków eterycznych, z których tylko kilkadziesiąt ma większe znaczenie użytkowe [Góra i Lis 2004, Kohlmünzer 2014]. Za gatunki roślin olejkowych uznaje

się zwykle takie, które zawierają więcej niż 0,01% olejku eterycznego w powietrznie suchej masie surowca. Udział olejku eterycznego mieści się w bardzo szerokim zakresie: od 0,01% (*Rosae oleum*) do 22% (*Caryophylli oleum*). W poszczególnych gatunkach roślin olejek znajduje się zwykle w tych samych organach. U roślin z rodziny jasnotowatych (*Lamiaceae*) olejek gromadzi się w liściach i kwiatach (*Lavandulae flos*, *Melissae folium*, *Menthae folium*, *Basilici herba*), u roślin selerowatych (*Apiaceae*) najzasobniejsze w olejek są owoce i korzenie (*Carvi fructus*, *Foeniculi fructus*, *Angelicae radix*, *Levistici radix*), a u roślin z rodziny astrowatych (*Asteraceae*) – kwiaty, liście i korzenie (*Chamomillae flos*, *Millefolii folium*, *Dracunculi herba*). Wytwarzanie olejków odbywa się w cytoplazmie komórkowej i może przebiegać w różny sposób. Jedną z teorii głosi, że olejek może wytwarzać się w komórkach epitelu w wyniku degeneracji treści komórkowej i powstania wydzieliny lub wskutek odrzucenia całych, wypełnionych wydzieliną komórek wchodzących w skład włosków gruczołowych [Kohlmünzer 2014]. W związku z prawdopodobnie różnymi możliwościami wytworzenia się tych wydzielin w świecie roślin spotykamy różne twory tkanki wydzielniczej: włoski gruczołowe, gruczoły olejkowe, komórki olejkowe, zbiorniki olejkowe schizogeniczne i lizygeniczne, przewody i kanały olejkowe i żywiczne. Rodzaj i budowa zbiorników olejkowych są charakterystyczne dla całej rodziny botanicznej i mogą być wykorzystywane do określania tożsamości surowca. W rodzinie jasnotowatych występują 8-komórkowe włoski różyczkowate typu *Lamiaceae*, w rodzinie astrowatych – włoski dwoinkowe typu *Asteraceae*, a w rodzinie selerowatych – przewody olejkowe [Rumińska 1983].

CHARAKTERYSTYKA FIZYKOCHEMICZNA OLEJKÓW ETERYCZNYCH

Olejki eteryczne stanowią mieszaniny substancji lotnych o różnym charakterze chemicznym. Są produktami egzo- i endogennej tkanki wydzielniczej, charakterystycznymi tylko dla niektórych rodzin, rodzajów czy gatunków roślin. Składniki olejków występują w stanie wolnym, a także jako substancje związane glikozydowo (olejki gorczyczne). Olejki wyróżnia swoisty, najczęściej przyjemny zapach, dzięki czemu mogą być wykorzystywane przez rośliny do przywabiania owadów zapylających. Wśród substancji zapachowych duże znaczenie mają estry i etery, o przyjemnym naturalnym zapachu kwiatów i owoców (tab. 1). Walory aromatyczne związków lotnych są nie tylko ważne dla przetwórstwa spożywczego i perfumeryjnego, ale także wzmacniają niektóre właściwości olejków (uspokajające, antydepresyjne, poprawiające nastrój, odświeżające). Olejki eteryczne są przeważnie cieczami o jasnożółtym, zielonawym lub niebieskawym zabarwieniu, słabo rozpuszczalnymi w wodzie, natomiast bardzo dobrze w tłuszczach i niektórych rozpuszczalnikach organicznych. Do charakterystyki olejków wykorzystywane są takie dane fizykochemiczne, jak: gęstość, współczynnik załamania światła, skręcalność właściwa, rozpuszczalność oraz oznaczenia chemiczne głównych składników: alkoholi, fenoli, aldehydów lub ketonów, estrów. Badania jakościowe i ilościowe przeprowadza się obecnie metodą chromatografii gazowej, która zastąpiła wcześniej stosowaną destylację frakcjonowaną [Kohlmünzer 2014].

Tabela 1. Charakterystyka zapachowa wybranych estrów i eterów [Kołodziejczyk 2003]
 Table 1. Odor characteristic of chosen esters and ethers [Kołodziejczyk 2003]

Związek Compound	Zapach Odor	Związek Compound	Zapach Odor
mrówczan etylu ethyl formate	rumowo- jabłkowy rum-apple	maślan metylu methyl butyrate	jabłkowy apple
octan n-propylu n-propyl acetate	gruszkowy pear	maślan etylu ethyl butyrate	cytrusowo-gruszkowy citrus-pear
octan n-butylu n-butyl acetate	jabłkowy apple	maślan izopentylu izopentyl butyrate	gruszkowy pear
octan izopentylu isopentyl acetate	bananowy banana	izowalerian etylu ethyl isovalerate	jabłkowo-truskawkowy apple-strawberry
octan izoamylu isoamyl acetate	bananowy banana	izowalerian izoamylu isoamyl isovalerate	bananowo-miętowy banana and mint
octan oktylu octyl acetate	pomarańczowy orange	kapronian allilu allyl caproate	ananasowy pineapple
octan benzylu benzyl acetate	brzoskwiniowy peach	antranilan metylu methyl anthranilate	winogronowy grape
propionian etylu ethyl propionate	winno-rumowy wine and rum	eter metylowo- β -naftolowy methyl- β -naphtholic ether	kwiatu pomarańczy i jaśminowy orange blossom and jasmine
propionian benzylu benzyl propionate	jaśminowy jasmine	eter etylowo- β -naftolowy ethyl- β -naphtholic ether	kwiatu pomarańczy i jaśminowy orange blossom and jasmine

Większość olejków eterycznych ma bardzo złożony skład chemiczny, obejmujący od kilkudziesięciu do kilkuset składników. Udział poszczególnych związków jest bardzo różny, od ilości śladowych <0,05% do zawartości >90% [Nurzyńska-Wierdak 2012]. Związkami dominującymi są głównie monoterpény, seskwiterpény i fenylopropany [Amiri 2012, Bayala i in. 2014, Mihajilov-Krstev i in. 2014]. Skład ilościowy i jakościowy olejków eterycznych, a tym samym ich aktywność biologiczna, podlega różnym rodzajom zmienności: genetycznej, ontogenetycznej, środowiskowej. Przykładowo kompozycja olejku eterycznego bazylii pospolitej (*Ocimum basilicum* L.) podlega zarówno zmienności genetycznej, jak i ontogenetycznej. Olejek poszczególnych chemotypów bazylii charakteryzuje się zróżnicowaniem zawartości pochodnych estragolu (metylochawikol), eugenolu i metyloeugenolu, podobnie jak alkoholu monoterpenu: linalolu [Lewinsohn i in. 2000]. Koncentracja linalolu, głównego składnika olejku europejskich odmian bazylii, wynosi od 55,4 do 69,8%, zależnie od odmiany i fazy rozwoju rośliny, a zawartość metylochawikolu i metyloeugenolu zmniejsza się w miarę rozwoju rośliny [Nurzyńska-Wierdak i in. 2012]. Związane jest to z tym, że młode liście bazylii odznaczają się wysoką aktywnością O-metylotransferazy [Lewinsohn i in. 2000], enzymu przenoszącego resztę metylową. Można zatem otrzymać olejek bazyliowy o zwiększonej koncentracji linalolu, związku wykazującego aktywność przeciwwzapalną i przeciwskurczową [Rekha i in. 2014], obiecującego składnika terapii nowotworowej [Chang i Shen

2014], jednocześnie charakteryzującego się zmniejszoną zawartością związków o prawdopodobnej aktywności kancerogennej: metylochawikolu i metylo Eugenolu [De Vincenzi i in. 2000, Kaledin i in. 2009]. Olejek eteryczny otrzymywany z liści męskich roślin *Pistacia atlantica* Desf. różni się od olejku z roślin żeńskich zarówno pod względem składników dominujących, jak i aktywności antyoksydacyjnej [Gourine i in. 2010]. Stwierdzono, że olejek otrzymywany z liści roślin żeńskich jest bardziej aktywny niż olejek z roślin męskich. Ponadto stwierdzono najwyższą aktywność antyoksydacyjną olejku z liści zbieranych w czerwcu (rośliny męskie) i podczas sezonu jesiennego: od września do października (rośliny żeńskie) [Gourine i in. 2010]. Porównując kompozycję olejku eterycznego jednorocznych i dwuletnich roślin melisy lekarskiej (*Melissa officinalis* L.), wykazano, że szczególnie dużym wahaniom podlegał udział cytronelalu (odpowiednio: 8,67 i 0,43%), geraniolu (odpowiednio: ślady i 0,62%), octanu geranylu (odpowiednio: 0,51 i 3,01%), a także, między innymi, izogeraniolu, E-kariofilenu, tlenku kariofilenu, germakrenu D i karwakrolu [Nurzyńska-Wierdak i in. 2014]. W przypadku niektórych gatunków roślin olejkowych możliwość bardziej lub mniej intensywnej syntezy poszczególnych związków czynnych jest właściwością uwarunkowaną genetycznie. Przy zbiorze roślin dziko rosnących należy liczyć się ze zmiennością osobniczą, występowaniem ras i ekotypów, różniących się składem chemicznym surowca. Koszyczki rumianku pospolitego pochodzące z uprawy zawierają dwukrotnie więcej olejku eterycznego niż pozyskane ze stanu naturalnego. Związkiem dominującym olejku roślin dziko rosnących jest tlenek α -bisabololu A (31,70%), a u roślin uprawnych – chamazulen (24,85%) [Nurzyńska-Wierdak 2011].

TERAPEUTYCZNE WŁAŚCIWOŚCI OLEJKÓW ETERYCZNYCH

Właściwości terapeutyczne roślin olejkowych, znanych i cenionych tradycyjnych środków leczniczych, są obecnie potwierdzane licznymi badaniami naukowymi. Jednym z przykładów jest *Mentha cervina* L. (*Lamiaceae*), popularna w Portugalii roślina przyprawowa i lecznicza. Wyniki badań Gonçalves i in. [2007] oraz Rodrigues i in. [2012] wskazują na potencjalną rolę olejku eterycznego *M. cervina* jako środka antybakteryjnego i przeciwgrzbiczego, potwierdzając tradycyjne wykorzystanie tej rośliny. Innym przykładem jest *Croton adamantinus* Müll. Arg. (*Euphorbiaceae*), stosowany w Brazylii jako lek przeciwpalny w leczeniu chorób skóry i zranień. Wyniki badań dowodzą aktywności antybakteryjnej olejku eterycznego *C. adamantinus* i potwierdzają etnobotaniczne zastosowanie tego gatunku [Matos Ximenes i in. 2013]. Bogaty skład chemiczny olejków eterycznych warunkuje ich wielokierunkową aktywność biologiczną. Właściwości terapeutyczne olejków są bardzo różnorodne i związane najczęściej z działaniem składników dominujących. Olejki działają drażniąco na skórę i błony śluzowe [Kohlmünzer 2014]. W małych dawkach stosuje się je jako leki. Podawane są najczęściej przez drogi oddechowe, skórę i błony śluzowe. Unika się natomiast wprowadzania olejków przez układ pokarmowy, aby wyeliminować ewentualne zmiany składu chemicznego i aktywności powodowane obecnością flory bakteryjnej. W terapii inhalacyjnej rekomendowane jest użycie olejków, których składniki prawdopodobnie nie wykazują aktywności cytotoksycznej, olejki stosuje się w stężeniach ledwie wyczuwalnych powonieniem [Suschke i in. 2007].

Olejki o właściwościach drażniących (*rubefacientia, irritantia*) drażnią czuciowe i bólowe zakończenia nerwów, rozszerzają naczynia krwionośne, wywołując przekrwienie i stany zapalne, czasem powstawanie pęcherzy [Kohlmünzer 2014]. Wymienione działania przyspieszają wytwarzanie przeciwciał w ustroju. Ten typ aktywności jest charakterystyczny przede wszystkim dla olejków zawierających jako główne składniki monoterpenu: pineny i limonen (olejki terpentynowe), związki terpenowe: kamforę, borneol, cyneol (*Rosmarini oleum, Eucalypti oleum*) oraz izosiarkocyjaniny (*Sinapis oleum*). Jako środki drażniące i rumieniące stosowane są zarówno olejki, jak i ich główne składniki: kamfora, borneol i jego estry, cyneol, pineny, limonen.

Olejki o właściwościach antyseptycznych (*antiseptica*) to przede wszystkim olejki zawierające znaczne ilości związków fenolowych, tymolu i eugenolu: *Thymi oleum, Caryophylli oleum*. Związki fenolowe znane są ze swoich działań przeciwdrobnoustrojowych (tab. 2). Bakteriobójcze działanie związków fenolowych może obejmować między innymi degradację ścian komórkowych, wchodzenie w interakcję z błonami cytoplazmatycznymi i ich przerywanie, uszkodzenie białek membran, zaburzenia mechanizmów enzymatycznych, oddziaływanie na syntezę RNA i DNA [Kazemi i in. 2012, Almeida Freires i in. 2014]. Wstępne badania [Lakis i in. 2012] wskazują na możliwości zastosowania olejków *Thymus vulgaris* L. i *Origanum syriacum* L. (*Lamiaceae*), zawierających tymol i karwakrol, jako składników preparatów antyseptycznych stosowanych w jamie ustnej. Olejki o właściwościach przeciwbakteryjnych działają bakteriobójczo lub wstrzymują rozwój bakterii (*Thymi oleum, Menthae oleum, Anisi oleum, Majoranae oleum, Melissa oleum*). Są bardzo lotne w temperaturze pokojowej i mogą być podawane drogą inhalacji, w odróżnieniu od antybiotyków. Działanie olejków oraz ich komponentów jest niekiedy silniejsze niż antybiotyków. Olejek tymiankowy okazał się skutecznym środkiem przeciwbakteryjnym w odniesieniu do szczepu *Enterococcus faecalis* opornego na działanie wankomycyny, co wskazuje na możliwości jego zastosowania w terapii naturalnej chorób infekcyjnych [Sienkiewicz i in. 2007]. W badaniach aktywności antybakteryjnej olejku lawendowego i melisowego [Rostami i in. 2012] dowiedziono, że spośród wszystkich składników olejków najsilniejsze właściwości, przewyższające działanie streptomycyny, wykazują: tymol, karwakrol i mentol. Podobnie olejki *Thymus vulgaris* L. (*Lamiaceae*) i *Tanacetum parthenium* L. (*Asteraceae*), których głównymi składnikami były monoterpenu: karwakrol, tymol i p-cymen, wywołały silniejszy efekt bakteriobójczy niż streptomycyna [Kazemi i in. 2012]. Spośród testowanych składników badanych olejków najbardziej aktywne okazały się tymol i karwakrol [Karami-Osboo i in. 2010, Mahboubi i Kazempour 2011, Kazemi i in. 2012], co potwierdzają dane o aktywności antybakteryjnej wymienionych składników [Botelho i in. 2007, Cheurfa i in. 2013]. Frakcje olejku jałowcowego zawierające czysty α -pinen oraz mieszaninę α -pinenu i sabinenu skutecznie hamowały rozwój bakterii, grzybów i drożdży, wykazując jednocześnie szersze spektrum działania niż testowane antybiotyki, m.in. gentamycyna, erytromycyna, streptomycyna, ampicylina i penicylina [Gliścić i in. 2007]. Aktywność biologiczna olejków eterycznych wynika z działania pojedynczych składników, ale także może być wynikiem działań synergistycznych. Olejek eukaliptusowy zawierający 85,8% 1,8-cyneolu ma silne właściwości antymikrobowe, szczególnie względem: *Streptococcus pyogenes, Escherichia coli, Candida albicans, Staphylococcus aureus, Acinetobacter baumannii* oraz *Klebsiella pneumoniae* [Damjanović-Vratnica i in. 2011]. Olejek tatarakowy (*Calami oleum*), którego głównym składnikiem jest

β -azaron (72,7%), wykazuje szerokie spektrum aktywności przeciwbakteryjnej i przeciwgrzybiczej [Shukla i in. 2013]. Skuteczność antybakteryjna olejku *Pistacia lentiscus* L. (*Anacardiaceae*) wynika natomiast z działania synergistycznego dużej liczby składników, wśród których dominują: limonen, α -pinen, mircen i β -kariofilen [Aouinti i in. 2014]. Stosowanie wyizolowanych związków olejku kolendrowego prowadzi do osłabienia działania antymikrobowego [Almeida Freires i in. 2014]. Olejek eteryczny *Thymus algeriensis* Boiss. et Reut (*Lamiaceae*), gatunku dziko rosnącego w Libii, wykazuje silniejszy efekt antybakteryjny niż jego składniki: tymol i karwakrol, co wskazuje na synergizm w działaniu wymienionych składników [Giweli i in. 2013]. Synergizm działania przeciwbakteryjnego i przeciwadherentnego w stosunku do *Candida* spp., a także proteolitycznego przeciwko *Candida albicans* węglowodorów mono- i seskwiterpenowych wykazano w przypadku olejku kolendry (*Coriandrum sativum* L.) [Almeida Freires i in. 2014].

Tabela 2. Fenole roślinne wykazujące aktywność przeciwdrobnoustrojową [Kędzia i Holderna-Kędzia 2012]

Table 2. Plant phenols with antimicrobial activity [Kędzia and Holderna-Kędzia 2012]

Fenole roślinne Plant phenols	Drobnoustroje Microorganisms	Aktywność przeciwdrobnoustrojowa Antimicrobial activity MIC ($\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$)
Hydrochinon Hydroquinone	ziarniaki Gram-dodatnie/ Gram-positive cocci grzyby drożdżoidalne/ yeast fungi	30 10–20
Alkohol cynamonowy Cinnamic alcohol	ziarniaki Gram-ujemne/ Gram-negative cocci	10
Aldehyd cynamonowy Cinnamic aldehyde	ziarniaki Gram-dodatnie/ Gram-positive cocci grzyby drożdżoidalne/ yeast fungi	75 10–100
Kurkumina Curcumin	ziarniaki Gram-dodatnie/ Gram-positive cocci laseczki tlenowe <i>Bacillus</i> / <i>Bacillus</i> aerobic bacilli laseczki beztlenowe <i>Clostridium</i> / <i>Clostridium</i> anaerobic bacilli	15–100 5–15 15–40
α -azaron α -asarone	ziarniaki Gram-dodatnie/ Gram-positive cocci pałeczki Gram-ujemne/ Gram-negative bacteria grzyby drożdżoidalne/ yeast fungi	250–750 250–1000 250–500

W związku z pojawieniem się oporności bakterii na wiele leków rozpatruje się alternatywne rozwiązania z zastosowaniem olejków eterycznych w połączeniu z konwencjonalnymi środkami przeciwdrobnoustrojowymi. Jednak przeszkodą w niektórych rozwiązaniach może być niewłaściwa interakcja między wymienionymi środkami. Przykładem jest wykazanie antagonizmu w kombinacji olejku drzewa herbacianego, tymianku, mięty i rozmarynu z cyprofloksacyną i amfoterycyną B [Vuusen i in. 2009].

Olejki o właściwościach wykrztuśnych (*expectorantia*) wykorzystywane są w leczeniu chorób układu oddechowego, głównie stanów zapalnych górnych dróg odde-

chowych. Pobudzają wydzielanie śluzu i dezynfekują drogi oddechowe (*Pini oleum*, *Eucalypti oleum*, *Anisi oleum*, *Foeniculi oleum*, *Thymi oleum*, *Serpylli oleum*, *Salviae oleum*, *Menthae oleum*, *Alli oleum*). Olejek tymiankowy działający wykrztuśnie, przeciwbakteryjnie i spazmolitycznie jest stosowany w kaszlu oraz zapaleniu oskrzeli. Olejki anyżowy i z kopru włoskiego, zawierające trans-anetol, działają sekretolitycznie, spazmolitycznie i przeciwgrzybiczo [Szumny i in. 2007, Committee... 2008]. Olejek miętowy i jego główny składnik, mentol, działające spazmolitycznie, przeciwbakteryjnie, sekretolitycznie i chłodząco, stosowane są w schorzeniach górnych dróg oddechowych [Szumny i in. 2007].

Olejki o działaniu moczopędnym (*diuretica*), poprzez drażnienie kanalików nerkowych powodują zwiększenie wydzielania moczu, działają też dezynfekująco na drogi moczowe (*Juniperi oleum*, *Petroselinii oleum*). Olejek jałowcowy wykazuje aktywność przeciwko różnym szczepom bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych (m.in. *Escherichia coli*), a także drożdżom, grzybom drożdżoidalnym i dermatofitom [Pepeljnjak i in. 2005]. Podobnie szerokim spektrum aktywności antybakteryjnej odznacza się olejek pietruszkowy [Nawel i in. 2014]. W wyniku stosowania olejku rozmarynowego (*Rosmarini oleum*) uzyskano na tyle obiecujące rezultaty w przypadku zwalczania bakterii Gram-dodatnich, że może być on brany pod uwagę w opracowywaniu alternatywnych metod terapii zakażeń dróg moczowych [Villas Boas Petrolini i in. 2013].

Olejki żółciopędne i żółciotwórcze (*cholagoga, choleretica*) pobudzają wydzielanie i przepływ żółci, przeciwdziałają skurczom woreczka żółciowego (*Menthae piperite oleum*, *Thymi oleum*, *Raphani oleum*). Wykorzystywane są szeroko w licznych preparatach kompleksowych zawierających olejki lub ich składniki (mentol, borneol, fenchol, terpineol, lotne substancje siarkowe) [Kohlmünzer 2014]. Olejek mięty pieprzowej (*Mentha × piperita* L., *Lamiaceae*) lub jego główne składniki znajdują się w licznych preparatach: Raphacholin, Aromatol, Mentoval, Argol, Sanofil, Amol, Soma, Vics-Vaporub, Dentosan A, Rubarom, Fitolizyna, Krople miętowe, Krople żółdkowe, Mucosit, Bronchicum, Salvament i Salviasept. Mentol, uzyskiwany z olejku mięty pieprzowej przez wymrażanie, wchodzi w skład różnych preparatów działających żółciopędnie i odkażająco na drogi żółciowe (Terpichol, Terpinen, Rowatinex i Rowachol) [Kędzia 2007].

Olejki pobudzające czynność żołądka i wydzielanie soków trawiennych (*remedia stomachica et digestiva*) ułatwiają trawienie i przyswajanie składników pokarmowych. Są to głównie olejki eteryczne roślin selerowatych (*Apiaceae*), otrzymywane z owoców, korzeni i ziela. Działanie to wiąże się niejednokrotnie z aktywnością przeciwdrobnoustrojową oraz przeciwskurczową wymienionych olejków i jest wykorzystywane w leczeniu różnych schorzeń układu pokarmowego. Olejek tymiankowy (*Thymi oleum*) wskazywany jest jako dobry środek ochronny przeciwko bakteriom wywołującym schorzenia układu pokarmowego [Cheurfa i in. 2013]. Olejek cząbrzy górskiego (*Satureja montana* L. ssp. *montana*) wykazuje silne działanie przeciwdrobnoustrojowe i może być naturalnym źródłem tymolu, karwakrolu i linalolu, związków stosowanych w leczeniu zatruc pokarmowych [Mihajilov-Krstew i in. 2014]. Z kolei olejek tatarakowy (*Calami oleum*) stymuluje układ trawienny poprzez aktywację pracy gruczołów wydzielania wewnętrznego, zmniejsza też napięcie mięśni gładkich przewodu pokarmowego, redukując wzdęcia i bóle brzucha [Devi i in. 2014]. Olejek arcydzięgla (*Archangelica officinalis* Hoffm.), zawierający głównie węglowodory monoterpene [Nivinskienė i in. 2005],

działa rozkurczowo i wiatropędnie oraz pobudza wydzielanie soków żołądkowych i żółci. Olejek kopru włoskiego (*Foeniculum capillaceum* Gilib.) wykazuje aktywność spazmolityczną, zmniejsza napięcie mięśni gładkich przewodu pokarmowego, pobudza wydzielanie soku żołądkowego, a także wspomaga perystaltykę jelit [Comitee... 2008].

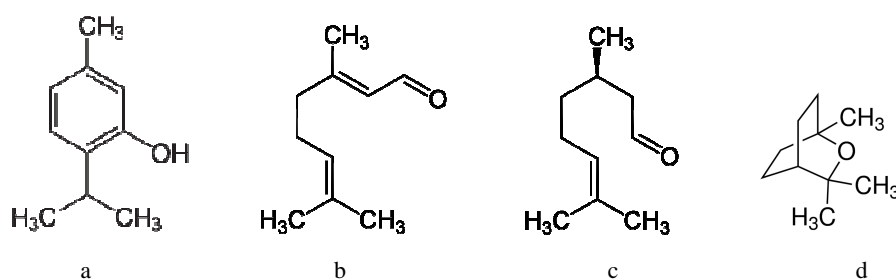
Olejki o właściwościach spazmolitycznych, czyli rozkurczowych (*spasmolytica*) działają głównie w obrębie przewodu pokarmowego. Mechanizm działania nie jest jeszcze w pełni wyjaśniony. Jako leki spazmolityczne wykorzystywane są m.in. surowce i olejki pozyskiwane z rumianku pospolitego, kminku zwyczajnego, kopru włoskiego, kolendry siewnej, tataraku zwyczajnego; często w praktyce pediatrycznej [Kohlmünzer 2014]. Właściwości spazmolityczne zostały udowodnione m.in. dla olejków *Ocimum basilicum* L., *O. gratissimum* L., *Satureja hortensis* L., *Hyssopus officinalis* L., *Lavandula officinalis* Chaix., *Melissa officinalis* L. (*Lamiaceae*), *Achillea millefolium* L. (*Asteraceae*), *Alpinia speciosa* K. Schum. (*Zingiberaceae*), *Nigella sativa* L. (*Ranunculaceae*), *Cinnamomum zeylanicum* Blume (*Lauraceae*) [Król i Kapka-Skrzypczak 2011]. Jako główne związki odpowiedzialne za działanie rozkurczowe wymienionych olejków wskazywane są: eugenol (1,8-cyneol), γ -terpinen, karwakrol, aldehyd cynamonowy, linalol, octan linalolu, cytral, kamfora. Niektóre z wymienionych olejków (lawendowy, melisowy, bazyliowy) wykazują także właściwości uspokajające, co może być wykorzystane w leczeniu dolegliwości pokarmowych o podłożu psychicznym [Król i Kapka-Skrzypczak 2011].

Olejki uspokajające (*sedativa*) i nasenne (*hypnotica*) działają głównie na ośrodki kory mózgowej oraz rdzenia przedłużonego, wykazując także właściwości znieczulające (*Valerianae oleum*, *Lavandulae oleum*, *Melissae oleum*, *Calami oleum*, *Caryophylli oleum*). Właściwości przeciwlękowe, uspokajające i przeciwdepresyjne wykazują niektóre olejki cytrusowe (*Citri aurantii oleum*, *C. limonis oleum*) [Carvalho-Freitas i Costa 2002, Lopes Campêlo i in. 2011]. Roślinne leki uspokajające hamują nadmierne pobudzenie, napięcie i niepokój oraz ułatwiają sen. Hipoteza aromaterapeutyczna mówi, że olejki eteryczne działają farmakologicznie na funkcje mózgu i mogą być uwzględniane jako łagodne regulatory zaburzeń nerwowych [Lim i in. 2005]. Zapach herbaty jaśminowej wywołuje efekt uspokajający, porównywalny z działaniem zapachu lawendowego [Kuroda i in. 2005]. Wdychanie olejku lawendowego i hyzopowego może wywoływać zarówno efekt stymulujący, jak i uspokajający i może być stosowane jako łagodna terapia zaburzeń nerwowych [Lim i in. 2005]. Wiele zaburzeń neurologicznych wiąże się ze zwiększeniem aktywności cholinesterazy. Olejek cząbrku górskiego (*Satureja montana* L. ssp. *montana*) hamuje aktywność cholinesterazy w surowicy krwi i może być dobrym środkiem w leczeniu schorzeń neurologicznych [Mihajilov-Krstev i in. 2014].

Skuteczność działania różnych surowców i ekstraktów roślinnych potwierdzona jest zarówno tradycyjnym wieloletnim stosowaniem, jak i aktualnymi badaniami naukowymi. Przeciwlękowe działanie olejku eterycznego *Casimiroa pringeli* Llave et Lex. (*Rutaceae*), gatunku rodzimego dla Meksyku i Ameryki Środkowej, rośliny stosowanej tradycyjnie przeciwko bezsenności i lękom, zostało potwierdzone badaniami klinicznymi [Landerverde i in. 2009]. Jako potencjalny środek uspokajająco-nasenny wymieniany jest olejek kolendrowy otrzymywany z owoców *Coriandrum sativum* L. (*Apiaceae*) [Emamghoreishi i Heidari-Hamedani 2006] oraz jego główny składnik linalol [Kuroda i in. 2005]. Aktywność przeciwdepresyjna olejku melisowego (*Melissae oleum*) jest porów-

nywalna z działaniem imipraminy [Emamghoreishi i Talebianpour 2009], pierwszego w pełni skutecznego leku antydepresyjnego. Olejek mirtowy (*Myrti oleum*) otrzymany ze świeżych liści *Myrtus communis* L. (*Myrtaceae*) wykazuje działanie uspokajająco-nasenne oraz antydepresyjne [Walle i in. 2014]. Wymieniony olejek profilem chemicznym może przypominać inne leki nasenne, jak benzodiazepiny i barbiturany. Olejek wskazywany jest w leczeniu bezsenności jako alternatywny środek w stosunku do innych leków. Olejek otrzymany ze świeżych liści *Microtoena patchoulii* C.B. Clarke Ex J.D. Hooker (*Lamiaceae*) oraz jego główne składniki: terpinolen i 1-okten-3-ol wykazują aktywność uspokajającą [Ito i Ito 2011, 2013]. Wymienione związki olejku w niskich stężeniach mogą być podawane drogą inhalacji i stosowane jako lek uspokajający w leczeniu dzieci z ADHD lub pacjentów z demencją.

Olejki o właściwościach przeciwzapalnych (*antiphlogistica*) to przede wszystkim olejki zawierające azuleny, jak *Chamomillae oleum*, *Millefolii oleum*. Rozległe działanie przeciwzapalne wykazują także 1,8-cyneol (ryc. 1), składnik olejku eukaliptusowego i bazyliowego, oraz linalol i octan linalolu, występujące w oleju lawendowym i bazyliowym. Podobne właściwości mają również olejek mirtowy, pomarańczowy, jodłowy, jałowcowy i cynamonowy, a ich działanie związane jest z hamowaniem uwalniania mediatorów stanu zapalnego [Król i in. 2013]. Właściwości przeciwskurczowe i przeciwzapalne wykazano dla olejku eterycznego *Jasminum polyanthum* Franch. (*Oleaceae*) oraz linalolu, jednego z głównych jego składników [Rekha i in. 2014]. Przewlekły stan zapalny jest uważany za główny czynnik przyczyniający się do rozwoju takich chorób, jak astma, artretyzm, nowotwory czy zapalenie jelit. Stosowanie naturalnych substancji przeciwzapalnych, jakimi są olejki eteryczne, wydaje się być dobrym rozwiązaniem profilaktycznym i terapeutycznym. Tymochinon, tymohydrochinon i tymol (ryc. 1) – główne składniki olejku czarnuszki siewnej (*Nigella sativa* L.) tłumią stany zapalne u szczurów, a tymochinon zmniejszał także ostre i przewlekłe stany zapalne, m.in. dróg oddechowych [Mańkowska i Byłka 2009]. Olejki eteryczne otrzymane z *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf i *Eucalyptus citriodora* L., zawierające jako składniki dominujące geranial, neral, mircen i cytronelal (ryc. 1), wykazywały właściwości przeciwzapalne. Wymienione substancje można określić jako potencjalne środki wspomagające w terapii chorób zapal-



Ryc. 1. Związki aktywne olejków lotnych: a – tymol ($C_{10}H_{14}O$), b – cytral ($C_{10}H_{16}O$), c – cytronelal ($C_{10}H_{18}O$), d – 1,8-cyneol ($C_{10}H_{18}O$)

Fig. 1. The active compounds of volatile oils: a – thymol ($C_{10}H_{14}O$), b – citral ($C_{10}H_{16}O$), c – citronellal ($C_{10}H_{18}O$), d – 1,8-cineole ($C_{10}H_{18}O$)

nych [Gbenou i in. 2013]. Podobnie olejek czosnkowy (*Allii oleum*) wskazywany jest jako obiecujący środek w leczeniu pacjentów z chorobami przewodu pokarmowego, m.in. rakiem żołądka [Li i in. 2010].

Tabela 3. Aktywność antyoksydacyjna niektórych olejków eterycznych [Amorati i in. 2013]
Table 3. Antioxidant activity of some essential oils [Amorati *et al.* 2013]

Olejek eteryczny Essential oil	Składniki dominujące Main compounds	Aktywność antyoksydacyjna Antioxidant activity
Olejek czarnuszki Coriander oil	tymochinon/ thymoquinone*, karwakrol/ carvacrol	bardzo dobra/ very good
Olejek lebidki Oregano oil	tymol/ thymol, karwakrol/ carvacrol, γ -terpinen/ γ -terpinene	dobra/ good
Olejek tymianku Thyme oil	tymol/ thymol	dobra/ good
Olejek goździkowca Clove oil	eugenol/ eugenol	dobra/ good
Olejek bazylii greckiej Bunsh basil oil	eugenol/ eugenol, α -terpinolen/ α -terpinolene, 1,8-cyneol/ 1,8-cineol	dobra/ good
Olejek macierzanki Wild thyme oil	karwakrol/ carvacrol, tymol/ thymol, γ -terpinen/ γ -terpinene, p-cymen/ p-cymene	średnia/ medium
Olejek cząbrzu górskiego Winter savory oil	tymol/ thymol, p-cymen/ p-cymene, γ -terpinen/ γ -terpinene, karwakrol/ carvacrol	średnia/ medium

* Tymochinon działa ponadto przeciwnowotworowo, nie powodując żadnych skutków ubocznych (działa selektywnie na komórki nowotworowe, nie wpływając na morfologię oraz proliferację komórek prawidłowych), hepatoprotownie, ochronnie na błonę śluzową żołądka, obniża poziom mocznika, trójglicerydów i cholesterolu [Mańkowska i Byłka 2009]

* Thymoquinone also acts anti-cancer without causing any side effects (it is selective for tumor cells without affecting the morphology and proliferation of normal cells), has a protective effect on the liver, protects the gastric mucosa, lowers the levels of urea, triglycerides and cholesterol [Mańkowska and Byłka 2009]

Obiektem licznych badań naukowych są ostatnio olejki o właściwościach antyoksydacyjnych, z uwagi na potencjalne działanie prozdrowotne oraz ważną rolę w terapii chorób cywilizacyjnych. Powstawanie nadmiernej liczby wolnych rodników (ang. reactive oxygen species – ROS) jest zjawiskiem negatywnym. Wolne rodniki działają destrukcyjnie: utleniają główne składniki komórki, doprowadzając do ich dysfunkcji. Ponadto przy braku sprawnie działającego mechanizmu antyoksydacyjnego pojawia się stres oksydacyjny – element składowy molekularnych mechanizmów wielu chorób [Czajka 2006]. Aktywność antyoksydacyjna olejków eterycznych wynika ze znacznej koncentracji silnie aktywnych składników lub synergistycznego działania licznych komponentów olejku. Silne właściwości przeciwutleniające olejku goździkowego, bazyliowego i laurowego powodowane są najprawdopodobniej obecnością eugenolu i metylo-

eugenolu [Politeo i in. 2006]. Z licznych badań wynika, że najsilniejsze właściwości antyoksydacyjne wykazują olejki zawierające związki fenolowe, niektóre terpenoidy (tab. 3) oraz inne związki, na przykład zawierające siarkę [Amorati i in. 2013]. Badania *in vitro* [Pérez Gutiérrez i in. 2006] potwierdziły działanie antyoksydacyjne olejku aksamitki (*Tagetes erecta* L.), którego głównymi składnikami są: β -kariofilen, limonen, metyl-eugenol i E-cymen. Olejek eteryczny otrzymany z kwitnącego zieleńki lawendy, zawierający głównie 1,5-dimetylo-1-winylo-4-heksanylo-maślan, wykazywał silne działanie antyoksydacyjne – zapobiegał peroksydacji lipidów w układzie modelowym kwasu linolowego [Lu i in. 2010]. Olejki eteryczne otrzymane z zieleńki dziko rosnących w Iranie gatunków z rodzaju *Thymus*, bogate w fenole monoterpene (głównie tymol i karwakrol), okazały się aktywnymi przeciwutleniaczami [Amiri 2012], podobnie jak olejek eukaliptusowy, zawierający p-cymen i 1,8-cyneol [Sahin Basak i Candan 2010]. Właściwości przeciwutleniające i przeciwdrobnoustrojowe olejku rozmarynowego (*Rosmarini oleum*) mogą wynikać z obecności składników dominujących, takich jak: 1,8-cyneol i kamfora [Karakaya i in. 2014]. Z badań nad aktywnością biologiczną olejku melisowego [Mimica-Dukic i in. 2004] wynika, że najsilniejsze właściwości neutralizacji ROS mają aldehydy i ketony monoterpene (neral, geranial, cytronelal, izomenton i menton) oraz węglowodory mono- i seskwiterpene (E-kariofilen). Z kolei aktywność biologiczna olejku eterycznego *Petroselinum crispum* (Mill.) Fus. związana jest z obecnością dwóch składników dominujących: mirystycyny, o zmiennej aktywności przeciwutleniającej, i apiolu – prawdopodobnie głównego czynnika antyoksydacyjnego [Zhang i in. 2006]. Aktywność antygenotoksyczna niektórych olejków może być związana z ich właściwościami antyoksydacyjnymi. Przykładem jest olejek eteryczny cząbrzu ogrodowego (*Satureja hortensis* L.), substancja silnie antyoksydacyjna i antygenotoksyczna, której głównym składnikiem jest karwakrol (79,17%), związek o wymienionych właściwościach biologicznych [Ceker i in. 2014].

INNE RODZAJE AKTYWNOŚCI OLEJKÓW ETERYCZNYCH

Niektóre olejki eteryczne oraz ich składniki przejawiają aktywność przeciwcukrzycową. Olejek melisowy podany w niskim stężeniu okazał się skutecznym czynnikiem hipoglikemicznym [Chung i in. 2010]. Olejek eukaliptusowy działał przeciwcukrzycowo poprzez inhibicję α -amylazy i α -glukozydazy [Sahin Basak i Candan 2010]. Olejek eteryczny z nasion czarnuszki siewnej oraz jeden z jego składników, tymochinon, powodowały obniżenie poziomu glukozy i wzrost wydzielania insuliny u szczurów z cukrzycą indukowaną streptozotocyną. Ponadto zwłaszcza olejek eteryczny czarnuszki poprawiał funkcjonowanie nerwów kulszowych szczurów, co pozwala przypuszczać, że zarówno olejek, jak i tymochinon mogą być skuteczne w łagodzeniu neuropatii obwodowych [Mańkowska i Byłka 2009]. Kombinacja limonenu i linalolu, składników licznych olejków eterycznych, wykazywała według badań More i in. [2014] wyraźny efekt synergistyczny w działaniu przeciwcukrzycowym.

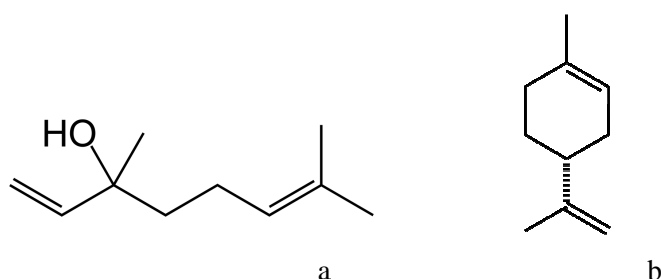
Olejki eteryczne działają też korzystnie na serce i układ krążenia. Hajhashemi i Abbasi [2008] dowiedli, że olejek kopru ogrodowego (*Anethum graveolens* L.), zawierający jako składniki dominujące α -felandren, limonen i karwon, obniża poziom chole-

sterolu ogółem, triglicerydów i lipoprotein niskiej gęstości (LDL) oraz zwiększa poziom lipoprotein o dużej gęstości (HDL) i jest obiecującym środkiem kardioprotekcyjnym.

Aktywność przeciwkonwulsyjna olejku eterycznego *Vitex negundo* L. (*Verbenaceae*) stwarza duże możliwości zastosowania go jako środka wspomagającego razem ze standardowymi środkami (fenytoina, diazepam), przy jednoczesnej możliwości obniżenia dawki wymienionych farmaceutyków [Khokra i in. 2011].

Aktywność bójczą olejków eterycznych dotyczy także innych niż drobnoustroje organizmów, co stwarza duże możliwości wykorzystania olejków w terapii różnych schorzeń. Niezwykle cenne są właściwości larwobójcze olejku eterycznego *Coleus aromaticus* Benth. (*Lamiaceae*) i jego głównego składnika tymolu, szczególnie w odniesieniu do komarów – wektorów groźnych chorób, jak denga, malaria, filarioza [Govindarajan i in. 2013]. Niektóre olejki eteryczne mogą być stosowane jako skuteczne i bezpieczne leki przeciw pasożytnicze i roztoczbójcze. Olejek z nasion czarnuszki siewnej (*Nigella sativa* L.) stosowany w rozcieńczeniu 1 : 100 wykazywał działanie przeciwtasiemcze u dzieci z tasiemczycą. Okazał się również skuteczny w przypadku zakażenia przywrą *Schistoma mansoni*, nie powodując jednocześnie żadnych działań ubocznych [Mańkowska i Byłka 2009]. Z kolei olejek drzewa herbacianego *Melaleuca alternifolia* (Maiden et Betche) Cheel okazał się silnym i skutecznym antyseptykiem, także w przypadku zakażeń ocznych wywołanych obecnością *Demodex folliculorum*, przedstawiciela roztoczy odpornych na szereg rozwiązań antyseptycznych [Gao i in. 2005].

Przedmiotem ostatnich badań są przeciwnowotworowe właściwości olejków, związane najczęściej z aktywnością składników dominujących z grupy monoterpenów (linalol, limonen, kamfen, pinen, tymol, karwakrol, borneol), seskwiterpenów (humulen, bisabolen, kariofilen, germakren), terpenoidów (mentol, sistosterol, β -karoten), związków aromatycznych (eugenol, anetol, safrol) [Bayala i in. 2014, Vieira Sobral i in. 2014]. W olejku eterycznym *Zanthoxylum piperitum* (L.) DC (*Rutaceae*) zidentyfikowano 9 składników wykazujących aktywność przeciwnowotworową, m.in. limonen i linalol (ryc. 2) [Li i in. 2013]. Linalol, jeden ze składników różnych olejków eterycznych, okazał się silnym cytostatykiem i potencjalnym środkiem do stosowania w leczeniu nowotworów oraz w celu wzmocnienia odporności przeciwnowotworowej [Chang i Shen 2014]. Główne frakcje olejku *Zingiber moran*, dzikiego przodka *Z. officinalis* Rosc. (*Zingiberaceae*), jak: kamfen, cytral i linalol, zidentyfikowano jako aktywne cytostatycznie poprzez szlak apoptozy, mające znaczącą wartość terapeutyczną [Das i in. 2013]. Z badań nad aktywnością przeciwnowotworową i antyoksydacyjną olejku eterycznego *Salvia pisdica* Boiss. et Heldr. (*Lamiaceae*) wynika natomiast, że może mieć ona związek z obecnością innych składników dominujących: kamfory, sabinolu i 1,8-cyneolu [Özkan i in. 2010]. Z kolei badania aktywności biologicznej olejku *Origanum onites* L. (*Lamiaceae*) dowiodły, że zarówno olejek, jak i jego dwa główne składniki, tymol oraz karwakrol, działają antyoksydacyjnie oraz wykazują potencjał redukcyjny karcynogenezy [Özkan i Erdoğan 2011]. Porównanie składu chemicznego i aktywności olejków eterycznych *Melissa officinalis* L., *Nepeta cataria* L. i *N. cataria* L. var. *citriodora* Becker (*Lamiaceae*) wykazało, że olejek melisowy, którego głównymi składnikami są aldehydy monoterpenowe: neral i geranial, wykazywał największą aktywność antybakteryjną i cytotoksyczną [Suschke i in. 2007]. Z kolei olejek rozmarynowy (*Rosmarini oleum*) odznaczał się większą aktywnością przeciwbakteryjną i przeciwnowotworową niż jego składniki: 1,8-cyneol, α - i β -pinen, a działanie olejku zależne było głównie od odpowiedniej zawartości tych substancji składowych [Wang i in. 2012].



Ryc. 2. Linalool (a) i limonen (b) – związki o wielokierunkowej aktywności biologicznej
Fig. 2. Linalool (a) and limonene (b) – compounds with broad biological activity

Z badań Zu i in. [2010] wynika, że olejki eteryczne: miętowy, imbirowy, cytrynowy, grejpfrutowy, jaśminowy, lawendowy, rumiankowy, różany oraz tymiankowy i cynamonowy działają antibakteryjnie w kierunku *Propionibacterium acnes*, Gram-dodatniej bakterii uznawanej za kluczowy czynnik rozwoju trądziku, oraz działają cytotoksycznie na linie ludzkich komórek nowotworowych. Wymienione olejki można określić jako potencjalne środki w leczeniu trądziku i nowotworów. Aktywność przeciwnowotworowa olejków eterycznych jest niezwykle ważnym rodzajem aktywności biologicznej [Chen i in. 2013]. Olejek eteryczny *Casearia sylvestris* Swartz (*Salicaceae*) wykazuje aktywność cytotoksyczną w kierunku różnych komórek nowotworowych, co jest związane najprawdopodobniej z obecnością β -kariofilenu i α -humulenu [Silva i in. 2008]. Z drugiej jednak strony olejek *C. sylvestris* powoduje również hemolizę w 7 różnych typach erytrocytów, co wskazuje, że powinien być stosowany ostrożnie.

Bogaty skład chemiczny olejków eterycznych i zróżnicowana aktywność poszczególnych ich składników staje się obecnie interesującym polem do badań farmakogenomicznych. Przykładem pierwszych w tym zakresie danych naukowych są wyniki badań Almeidy Freiresa i in. [2014], wskazujące na silną aktywność przeciwdrobnoustrojową olejku kolendrowego (*Coriandri oleum*) i jego małą toksyczność w stosunku do komórek ludzkich, przedstawiające profil farmakogenomiczny *Coriandri oleum* i dostarczające informacji genomowych do dalszych badań *in vitro* i *in vivo*.

PODSUMOWANIE

Współczesne badania naukowe potwierdzają skuteczność działania roślin olejkowych, tradycyjnie wykorzystywanych w terapii schorzeń układu pokarmowego, oddechowego, moczowego, chorobach skóry i innych. Dotyczy to powszechnie znanych roślin leczniczych, jak rumianek pospolity (*Chamomilla recutita* L. Rausch.), melisa lekarska (*Melissa officinalis* L.) czy mięta pieprzowa (*Mentha piperita* L.), a także wielu mniej znanych gatunków roślin. Wyniki badań przeprowadzonych przez licznych autorów wskazują, że olejki eteryczne mogą być brane pod uwagę jako potencjalne środki terapeutyczne i profilaktyczne, wspomagające leczenie konwencjonalne lub stosowane w ramach medycyny naturalnej. Szeroki zakres aktywności biologicznej olejków eterycznych, wynikający z ich bogatego składu chemicznego, sprawia, że są one niezwykle

interesującą grupą leków naturalnych. Aktywność biologiczna olejków eterycznych jest efektem działania poszczególnych składników dominujących lub synergistycznego działania kompleksu związków. Poszczególne typy aktywności trudno jest przypisać określonej grupie związków. Niektóre olejki charakteryzują się łagodnym działaniem na organizm, inne działają silnie i powinny być stosowane z należytą ostrożnością. Olejki eteryczne lub ich składniki wydają się jednak znacznie bezpieczniejsze niż chemioterapeutyki, gdyż nie powodują niepożądanych działań ubocznych. Właściwości terapeutyczne większości olejków są wynikiem różnorodnych typów aktywności i dotyczą najczęściej więcej niż jednego narządu bądź układu. Olejek cząbrzu górskiego (*Satureja montana* L. ssp. *montana*) jest na przykład wskazywany jako źródło związków mogących znaleźć zastosowanie w terapii zatruc pokarmowych i chorób neurologicznych, zakażeń ran i innych, jak również dla ogólnej poprawy zdrowia [Mihajilov-Krstev i in. 2014]. Działanie przeciwnowotworowe olejków związane jest nie tylko z aktywnością cytostatyczną, ale także przeciwzapalną, antyoksydacyjną czy immunostymulującą [Chen i in. 2013]; właściwości wykrztuśne połączone są najczęściej z aktywnością przeciwdrobnoustrojową i przeciwzapalną. Wydaje się, że olejki eteryczne ze względu na szeroki zakres aktywności biologicznej mogą okazać się cennym materiałem dla rozwoju nutrigenomiki i nutrigenetyki, a także farmakogenomiki i farmakogenetyki. Poznanie mechanizmów zależności pomiędzy genomem i poszczególnymi genami a substancjami odżywczymi i lekami może być niezwykle istotne w opracowaniu indywidualnej diety czy formy terapii. Z tego względu olejki eteryczne i ich składniki aktywne należałoby postrzegać jako ważne elementy żywności funkcjonalnej i terapii systemowych.

PIŚMIENNICTWO

- Almeida Freires I. de, Mendonça Murata R., Fernandes Furletti V., Sartoratto A., Alencar S.M. de, Figueira G.M., Oliveira Rodrigues J.A. de, Teixeira Duarte M.C., Rosalen P.L., 2014. *Coriandrum sativum* L. (Coriander) essential oil: Antifungal activity and mode of action on *Candida* spp., and molecular targets affected in human whole-genome expression. PLoS ONE 9 (6), e99086, DOI: 10.1371/journal.pone.0099086.
- Amiri H., 2012. Essential oils composition and antioxidant properties of three *Thymus* species. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, DOI: 10.1155/2012/728065.
- Amorati R., Foti M.C., Valgimigli L., 2013. Antioxidant activity of essential oils. J. Agric. Food Chem. 61, 10835–10847.
- Aouinti F., Imelouane B., Tahri M., Wathelet J.P., Amhamdi H., Elbachiri A., 2014. New study of the essential oil, mineral composition and antibacterial activity of *Pistacia lentiscus* L. from Eastern Morocco. Res. Chem. Intermed. 40, 2873–2886.
- Bayala B., Bassole I.H.N., Scifo R., Gnoula C., Morel L., Lobaccaro J.M.A., Simpoire J., 2014. Anticancer activity of essential oils and their chemical components – a review. Am. J. Cancer Res. 4 (6), 591–607.
- Botelho M.A., Nogueira N.A.P., Bastos G.M., Fonseca S.G.C., Lemos T.L.G., Matos F.J.A., Montenegro D., Heukelbach J., Rao V.S., Brito G.A.C., 2007. Antimicrobial activity of the essential oil from *Lippia sidoides*, carvacrol and thymol against oral pathogens. Bras. J. Med. Biol. Res. 40, 349–356.
- Carvalho-Freitas M.I.R., Costa M., 2002. Anxiolytic and sedative effects of extracts and essential oil from *Citrus aurantium* L. Biol. Pharm. Bull. 25, 12, 1629–1633.

- Ceker S., Agar G., Alpsoy L., Nardemir G., Kizil H.E., 2014. Antagonistic effects of *Satureja hortensis* essential oil against AFB₁ on human lymphocytes *in vitro*. *Cytol. Genet.* 48 (5), 327–332.
- Chang M.-Y., Shen Y.-L., 2014. Linalool exhibits cytotoxic effects by activating antitumor immunity. *Molecules* 19, 6694–6706.
- Chen Y., Zhou C., Ge Z., Liu Y., Liu Y., Feng W., Li S., Chen G., Wei T., 2013. Composition and potential anticancer activities of essential oils obtained from myrrh and frankincense. *Oncol. Lett.* 6, 1140–1146.
- Cheurfa M., Allem R., Sebahia M., Belhircche S., 2013. Effet de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur les bactéries pathogènes responsables de gastroenteritis. *Phytothérapie* 11, 154–160.
- Chung M.J., Cho S.-Y., Bhuiyan J.H., Kim K.H., Lee S.-J., 2010. Anti-diabetic effects of lemon balm (*Melissa officinalis*) essential oil on glucose- and lipid-regulating enzymes in type 2 diabetic mice. *Br. J. Nutr.* 104, 180–188.
- Committee on herbal medicinal products (HMPC) assessment report on *Foeniculum vulgare* Miller, 2008. European Medicines Agency, London.
- Czajka A., 2006. Wolne rodniki tlenowe a mechanizmy obronne organizmu. *Now. Lek.* 75, 6, 582–586.
- Damjanović-Vratnica B., Dakov T., Šuković D., Damjanović J., 2011. Antimicrobial effect of essential oil isolated from *Eucalyptus globulus* Labill. from Montenegro. *Czech J. Food Sci.* 29 (3) 277–284.
- Das A., Kasoju N., Bora U., Rangan L., 2013. Chemico-biological investigation of rhizome Essentials oil of *Zingiber moran* – native to Northeast India. *Med. Chem. Res.* 22, 4308–4315.
- Devi A., Bawankar R., Babu S., 2014. Current status on biological activities of *Acorus calamus* – a review. *Int. J. Pharm. Pharm. Sci.* 6 (10), 66–71.
- De Vincenzi M., Silano M., Maialetti F., Scazzocchio B., 2000. Constituents of aromatic plants: II. Estragole. *Fitoterapia* 71, 725–729.
- Emamghoreishi M., Heidari-Hamedani G., 2006. Sedative-hypnotic activity of extracts and essential oil of *Coriander* seeds. *Int. J. Mol. Sci.* 31 (1), 22–27.
- Emamghoreishi M., Talebianpour M.S., 2009. Antidepressant effect of *Melissa officinalis* in the forced swimming test. *DARU* 17 (1), 42–47.
- Gao Y.-Y., Di Paschale M.A., Li W., Baradaran-Rafii A., Elizondo A., Kuo C.-L., Raju V.K., Steng S.C.G., 2005. In vitro and in vivo killing of ocular *Demodex* by tea tree oil. *Br. J. Ophthalmol.* 89, 1468–1473.
- Gbenou J.D., Ahounou J.F., Akakpo H.B., Laleye A., Yayi E., Gbaguidi F., Baba-Moussa L., Darboux R., Dansou P., Moudachirou M., Kotchoni S.O., 2013. Phytochemical composition of *Cymbopogon citrates* and *Eucalyptus citriodora* essential oils and their anti-inflammatory and analgesic properties on Wistar rats. *Mol. Biol. Rep.* 40, 1127–1134.
- Giweli A.A., Džamić A.M., Soković M.D., Ristić M.S., Marin P.D., 2013. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of *Thymus algeriensis* wild-growing in Libya. *Cent. Eur. J. Biol.* 8 (5), 504–511.
- Glišić S.B., Nilojević S.Ž., Dimitrijević S.I., Orlović A.M., Skala D.U., 2007. Antimicrobial activity of the essential oil and different fractions of *Juniperus communis* L. and a comparison with some commercial antibiotics. *J. Serb. Chem. Soc.* 72 (4), 311–320.
- Gonçalves M.J., Vicente A.M., Cavaleiro C., Salgueiro L., 2007. Composition and antifungal activity of the essential oil of *Mentha cervina* from Portugal. *Nat. Prod. Res.* 21 (10), 867–871.
- Gourine N., Yousfi M., Bombarda I., Nadjemi B., Gaydou E., 2010. Seasonal variation of chemical composition and antioxidant activity of essential oil from *Pistacia atlantica* Desf. leaves. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* 87, 157–166.

- Govindarajan M., Sivakumar R., Rajeswary M., Veerakumar K., 2013. Mosquito larvicidal activity of thymol from essential oil of *Coleus aromaticus* Benth. against *Culex tritaeniorhynchus*, *Aedes albopictus*, and *Anopheles subpictus* (Diptera: Culicidae). Parasitol. Res. 112, 3713–3721.
- Góra J., Lis A., 2004. Najcenniejsze olejki eteryczne. Wyd. Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Hajhashemi V., Abbasi N., 2008. Hypolipidemic activity of *Anethum graveolens* in rats. Phytother. Res. 22 (3), 372–375.
- Ito K., Ito M., 2011. Sedative effects of vapor inhalation of the essential oil of *Microtoena patchoulia* and its related compounds. J. Nat. Med. 65, 336–343.
- Ito K., Ito M., 2013. The sedative effect of inhaled terpinolene in mice and its structure–activity relationships. J. Nat. Med. 67, 833–837.
- Kaledin V.I., Pakharukova M.Y., Pivovarova E.N., Kropachev K.Y., Baginskaya N.V., Vasilieva E.D., Initskaya S.I., Nikitenko E.V., Kobzev V.F., Merkulova T.I., 2009. Correlation between hepatocarcinogenic effect of estragole and its influence on glucocorticoid induction of liver-specific enzymes and activities of FOXA and HNF4 transcription factors in mouse and rat liver. Biochemistry (Moscow) 74 (4), 377–384.
- Karakaya S., El S.N., Karagozlu N., Sahin S., Sumnu G., Bayramoglu B., 2014. Microwave-assisted hydrodistillation of essential oil from rosemary. J. Food Sci. Technol. 51 (6), 1056–1065.
- Karami-Osboo R., Khodaverdi M., Ali-Akbari F., 2010. Antibacterial effect of effective compounds of *Satureja hortensis* and *Thymus vulgaris* essential oils against *Erwinia amylovora*. J. Agr. Sci. Tech. 12, 35–45.
- Kazemi M., Mousavi E., Bandrez N., 2012. Chemical compositions and antibacterial activity of the essential oils of *Thymus vulgaris* and *Tanacetum parthenium*. Res. J. Soil. Biol. 4 (2), 21–31.
- Kędzia A., 2007. Działanie olejku z mięty pieprzowej (*Oleum menthae piperitae*) na bakterie beztlenowe. Post. Fitoter. 4, 182–186.
- Kędzia B., Hołderna-Kędzia E., 2012. Działanie przeciwdrobnoustrojowe roślinnych pochodnych fenolu. Post. Fitoter. 3, 151–155.
- Khokra S.L., Jain S., Prakash O., 2011. Anticonvulsant activity of essential oils isolated from *Vitex negundo* Linn. Pharm. Chem. J. 44 (11), 646–650.
- Kohlmünzer S., 2014. Farmakognozja. PZWL, Warszawa.
- Kołodziejczyk A., 2003. Naturalne związki organiczne. PWN, Warszawa.
- Król S.K., Kapka-Skrzypczak L., 2011. Aktywność farmakologiczna olejków eterycznych i ich składników w leczeniu schorzeń układu pokarmowego. Med. Ogólna Nauki Zdr. 17 (4), 202–205.
- Król S.K., Skalicka-Woźniak K., Kandefer-Szerszeń M., Stepulak A., 2013. Aktywność biologiczna i farmakologiczna olejków eterycznych w leczeniu i profilaktyce chorób infekcyjnych. Post. Hig. Med. Dośw. 67, 1000–1007.
- Kuroda K., Inoue N., Ito Y., Kubota K., Sugimoto A., Kakuda T., Fushiki T., 2005. Sedative effects of the jasmine tea odor and (R)-(-)-linalool, one of its major odor components, on autonomic nerve activity and mood states. Eur. J. Appl. Physiol. 95, 107–114.
- Landaverde N.A., Juárez-Flores B.I., Jiménez-Capdeville M.E., Ortiz-Pérez M.D., 2009. Anxiolytic and sedative effects of essential oil from *Casimiroa pringlei* on Wistar rats. J. Med. Plants Res. 3 (10), 791–798.
- Lakis Z., Mihele D., Nicorescu I., Vulturescu V., Udeanu D.J., 2012. The antimicrobial activity of *Thymus vulgaris* and *Origanum syriacum* essential oils on *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* and *Candida albicans*. Farmacia 60 (6), 857–865.

- Lewinsohn E., Ziv-Raz I., Dudai N., Tadmor Y., Lastochkin E., Larkov O., Chaimowitsh D., Ravid U., Putievsky E., Pichersky E., Shoham Y., 2000. Biosynthesis of estragole and methyl-eugenol in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Developmental and chemotypic association of allylphenol *O*-methyltransferase activities. *Plant Sci.* 160, 27–35.
- Li R., Chen W.-C., Wang W.-P., Tian W.-Y., Hang X.-G., 2010. Extraction of essential oils from garlic (*Allium sativum*) using ligarine as solvent and its immunity activity in gastric cancer rat. *Med. Chem. Res.* 19, 1092–1105.
- Li Z.-d., Han S.-n., Jiang J.-l., Zhang X.-h., Li Y., Chen H., Yuan Y.-j., 2013. Antitumor Compound Identification from *Zanthoxylum bungeanum* Essential Oil Based on Composition-activity Relationship. *Chem. Res. Chin. Univ.* 29 (6), 1068–1071.
- Lim W.C., Seo J.M., Lee C.I., Pyo H.B., Lee B.C., 2005. Stimulative and sedative effects of essential oils upon inhalation in mice. *Arch. Pharm. Res.* 28 (7), 770–774.
- Lopes Campêlo L.M., Gonçalves e Sá C., Almeida A.A.C. de, Pereira da Costa J., Costa Marques T.H., Mendes Feitosa C., Barros Saldanha G., Mendes de Freitas R., 2011. Sedative, anxiolytic and antidepressant activities of *Citrus limon* (Burn) essential oil in mice. *Pharmazie* 66 (8), 623–627.
- Lu H., Li H., Lu H., Li X., Zhou A., 2010. Chemical composition of lavender essential oil and its antioxidant activity and inhibition against rhinitis-related bacteria. *Afr. J. Microbiol. Res.* 4 (4), 309–313.
- Mahboubi M., Kazempour M., 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of *Satureja hortensis* and *Trachyspermum copticum* essential oil. *Iran Nat. Med. Microbiol.* 3 (4), 194–200.
- Mańkowska D., Byłka W., 2009. *Nigella sativa* L. – związki czynne, aktywność biologiczna. *Herba Pol.* 55 (1), 109–125.
- Matos Ximenes R., Morais Nogueira L. de, Rodrigues Cassundé N.M., Bezerra Jorge R.J., Santos S.M. dos, Machado Magalhaes L.P., Ribeiro Silva M., Socorro de Barros Viana G., Mendonça Araujo R., Fonseca Ribeiro de Sena K.X. da, Ferreira Cavalcanti de Albuquerque J., Martins R.D., 2013. Antinociceptive and wound healing activities of *Croton adamantinus* Müll. Arg. essential oil. *J. Nat. Med.* 67, 758–764.
- Mihajilov-Krstev T., Radnović D., Kitić D., Stankov-Jovanović V., Mitić V., Stojanović-Radić Z., Zlatković B., 2014. Chemical composition, antimicrobial, antioxidative and anticholinesterase activity of *Satureja montana* L. ssp. *montana* essential oil. *Cent. Eur. J. Biol.* 9 (7), 668–677.
- Mimica-Dukić N., Bozin B., Sokolic M., Simin N., 2004. Antimicrobial and antioxidant activities of *Melissa officinalis* L. (Lamiaceae) essential oil. *J. Agric. Food Chem.* 52 (9), 2485–2489.
- More T.A., Kulkarni B.R., Nalawade M.L., Arvindekar A.U., 2014. Antidiabetic activity of linalool and limonene in streptozotocin-induced diabetic rat: a combinatorial therapy approach. *Int. J. Pharm. Pharm. Sci.* 6 (8), 159–163.
- Nawel O., Ahmed H., Douniazad E.A., 2014. Phytochemical analysis and antimicrobial bioactivity of the Algerian parsley essential oil (*Petroselinum crispum*). *Afr. J. Microbiol. Res.* 8 (11), 1157–1169.
- Nivinskienė O., Butkienė R., Mockutė D., 2005. Chemical composition of seed (fruit) essential oils of *Angelica archangelica* L. growing wild in Lithuania. *Chemija* 16 (3–4), 51–54.
- Nurzyńska-Wierdak R., 2011. The essential oil of *Chamomilla recutita* (L.) Rausch. cultivated and wild growing in Poland. *Annales UMCS, sec. DDD, Pharmacia* 24 (2), 25, 197–206.
- Nurzyńska-Wierdak R., 2012. *Ocimum basilicum* L. – wartościowa roślina przyprawowa, lecznicza i olejkodajna. Praca przeglądowa. *Annales UMCS, sec. EEE, Horticultura* 22 (1), 20–30.
- Nurzyńska-Wierdak R., Bogucka-Kocka A., Kowalski R., Borowski B., 2012. Changes in the chemical composition of the essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) depending on plant growth stage. *Chemija* 23 (3), 216–222.

- Nurzyńska-Wierdak R., Bogucka-Kocka A., Szymczak G., 2014. Volatile constituents of *Melissa officinalis* L. leaves depending on plant age. *Nat. Prod. Comm.* 9 (5), 703–706.
- Özkan A., Erdogan A., Sokmen M., Tugrulay S., Unal O., 2010. Antitumoral and antioxidant effect of essential oils and *in vitro* antioxidant properties of essential oils and aqueous extracts from *Salvia pisidica*. *Biologia* 65 (6), 990–996.
- Özkan A., Erdoğan A., 2011. A comparative evaluation of antioxidant and anticancer activity of essential oil from *Origanum onites* (Lamiaceae) and its two major phenolic components. *Turk. J. Biol.* 35, 735–742.
- Pepeljnjak S., Kosalec I., Kalodera Z., Blažević N., 2005. Antimicrobial activity of juniper berry essential oil (*Juniperus communis* L., Cupressaceae). *Acta Pharm.* 55, 417–422.
- Pérez Gutiérrez R.M., Hernández Luna H., Hernández Garrido S., 2006. Antioxidant activity of *Tagetes erecta* essential oil. *J. Chil. Chem. Soc.* 51 (2), 883–886.
- Politeo O., Jukić M., Miloš M., 2006. Chemical composition and antioxidant activity of essential oils of twelve spice plants. *Croat. Chem. Acta* 79 (4), 545–552.
- Rekha B., Muthukumar C., Bakiyalakshmi S.V., Shakila G., 2014. *In vitro* pharmacological activity of essential oil – linalool from *Jasminum polyantham*. *BMR Pharm. Toxicol. Res.* 1 (1), 1–6.
- Rodrigues L., Duarte A., Figueiredo A.C., Brito L., Teixeira G., Moldão M., Monteiro A., 2012. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oils from the medicinal plant *Mentha cervina* L. grown in Portugal. *Med. Chem. Res.* 21, 3485–3490.
- Rostami H., Kazemi M., Shafei S., 2012. Antibacterial activity of *Lavandula officinalis* and *Melissa officinalis* against some human pathogenic bacteria. *Asian J. Biochem.* 7 (3), 133–142.
- Rumińska A., 1983. Rośliny lecznicze. PWN, Warszawa.
- Sahin Basak S., Candan F., 2010. Chemical composition and *in vitro* antioxidant and antidiabetic activities of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. essential oil. *J. Iran. Chem. Soc.* 7 (1), 216–226.
- Shukla R., Singh P., Prakash B., Dubey N.K., 2013. Efficacy of *Acorus calamus* L. essential oil as a safe plant-based antioxidant, Aflatoxin B₁ suppressor and broad spectrum antimicrobial against food-infesting fungi. *Internat. J. Food Sci. Technol.* 48, 128–135.
- Sienkiewicz M., Strycharczyk M., Denys A., Kalembe D., 2007. Aktywność przeciwbakteryjna olejku eterycznego z tymianku pospolitego (*Thymus vulgaris* L.) wobec bakterii z rodzaju *Enterococcus*. *Acta Clin. Morph.* 10 (3), 31–36.
- Silva S.L. de, Silva Chaar J. da, Maria Silva Figueiredo P. de, Yano T., 2008. Cytotoxic evaluation of essential oil from *Casearia sylvestris* Sw on human cancer cells and erythrocytes. *Acta Amazon.* 38 (1), 107–112.
- Suschke U., Sporer F., Schneele J., Geiss H.K., Reichling J., 2007. Antibacterial and cytotoxic activity of *Nepeta cataria* L., *N. cataria* var. *citriodora* (Beck.) Balb. and *Melissa officinalis* L. essential oils. *Nat. Prod. Comm.* 2 (12), 1277–1286.
- Szumny D., Szypuła E., Szydłowski M., Chlebda E., Skrzypiec-Spring M., Szumny A., 2007. Leki roślinne stosowane w chorobach układu oddechowego. *Dent. Med. Probl.* 44 (4), 507–515.
- Vieira Sobral M., Lira Xavier A., Cardoso Lima T., de Sousa D.P. de, 2014. Antitumor Activity of Monoterpenes Found in Essential Oils. *Sci. World J.*, DOI: 10.1155/2014/953451, 1–35.
- Villas Boas Petrolini F., Lucarini R., Mendes de Souza M.G., Pires R.H., Cunha W.R., Gomes Martins C.H., 2013. Evaluation of the antibacterial potential of *Petroselinum crispum* and *Rosmarinus officinalis* against bacteria that cause urinary tract infections. *Braz. J. Microbiol.* 44 (3), 829–834.
- Vuusen S.F. van, Suliman S., Viljoen A.M., 2009. The antimicrobial activity of four commercial essential oils in combination with conventional antimicrobials. *Lett. Appl. Microbiol.* 48, 440–446.

- Walle M., Walle B., Zerihun L., Makonnen E., 2014. Sedative-hypnotic like effect of the essential oil from the leaves of *Myrtus communis* on mice. *Am. J. Biomem. Life Sci.* 2 (4), 70–77.
- Wang W., Li N., Luo M., Zu Y., Efferth T., 2012. Antibacterial activity and anticancer activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to that of its main components. *Molecules* 17 (3), 2704–2713.
- Zhang H., Chen F., Wang X., Yao H.-Y., 2006. Evaluation of antioxidant activity of parsley (*Petroselinum crispum*) essential oil and identification of its antioxidant constituents. *Food Res. Internat.* 39, 833–839.
- Zu Y., Yu H., Liang L., Fu Y., Efferth T., Liu X., Wu N., 2010. Activities of ten essential oils towards *Propionibacterium acnes* and PC-3, A-549 and MCF-7 cancer cells. *Molecules* 15, 3200–3210.

Summary. Volatile oils are used in the food industry as additives in flavorings and spices, in perfumery and cosmetic as well as for medicinal purposes. Aromatherapy has become an increasingly popular field of natural medicine. A rich chemical composition of essential oils and their powerful healing properties offer great opportunities to use them as prophylactic and therapeutic agents. The therapeutic properties of essential oils are diverse and mostly associated with the effect of the dominant components. The major compounds include mainly monoterpenes, sesquiterpenes, and phenylpropane. The biological activity of essential oils is a result of the effect of the dominating elements or the synergistic effect of the complex of compounds. Essential oils irritate the skin and the mucous membranes, they irritate and kill microbial cells that cause inflammation. Some oils have antimicrobial, spasmolytic, antioxidant and anti-cancer effects; others have expectorant, sedative and hypnotic, sedative, diuretic, cholagogue and cholesteric effects and they stimulate the activity of the stomach and the secretion of digestive juices. Essential oils can be considered as potentially therapeutic and prophylactic supporting the conventional treatment or natural medicine.

Key words: biologically active compounds, volatiles, oil plants