



# Prozdrowotne działanie olejków eterycznych cytrusów

## Health-promoting effects of citrus essential oils

Paula Wróblewska-Łuczka<sup>1,B-D</sup>

<sup>1</sup> Katedra i Zakład Patofizjologii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Polska

A – Koncepcja i projekt badania, B – Gromadzenie i/lub zestawianie danych, C – Analiza i interpretacja danych, D – Napisanie artykułu, E – Krytyczne zrecenzowanie artykułu, F – Zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Paula Wróblewska-Łuczka. Prozdrowotne działanie olejków eterycznych cytrusów. Med Srod. 2020; 23(1–4): 39–43. doi: 10.26444/ms/134758

### ■ Streszczenie

**Wprowadzenie i cel.** Olejki eteryczne to lotne, aromatyczne substancje będące metabolitami wtórnymi roślin. Olejki eteryczne mają różny skład chemiczny, który wpływa na działanie biologiczne danego olejku. Olejki eteryczne są wykorzystywane zarówno w przemyśle spożywczym do aromatyzowania żywności, jak również w przemyśle kosmetycznym i perfumeryjnym. Liczne ich działania na organizm człowieka, m.in.: moczopędne, wykrztuśne, przeciwzapalne, przeciwskurczowe, uspokajające, powodują, że są one stosowane w przemyśle farmaceutycznym.

Celem tego przeglądu jest podsumowanie działań biologicznych i bezpieczeństwa stosowania olejków eterycznych z popularnych cytrusów, tj: gorzkiej pomarańczy (*Citrus aurantium L.*), mandarynki (*Citrus reticulata*), cytryny (*Citrus limon*), grejfruta (*Citrus paradisi*).

**Opis stanu wiedzy.** Olejki eteryczne są najważniejszym produktem ubocznym przetwarzania owoców cytrusowych, jego znaczne ilości znajdują się w skórce i soku owoców. Olejki zostały sklasyfikowane jako ogólnie uznane za bezpieczne – posiadają status GRAS. Olejki eteryczne z cytrusów znane są ze swoich właściwości przeciwbakteryjnych i przeciwgrzybiczych, wykazują istotny wpływ na ośrodkowy układ nerwowy, działają przeciwłękowo. Olejki cytrusów wykazują również działanie przewskurczowe, przeciwzapalne, a także odstraszać owady.

**Podsumowanie.** Obecnie olejki eteryczne cytrusów stosowane są w przemyśle spożywczym jako substancje aromatyzujące, w przemyśle kosmetycznym i perfumeryjnym – z uwagi na ich aromat oraz właściwości konserwujące i przeciwdrobnoustrojowe. Olejki eteryczne są również wykorzystywane w przemyśle farmaceutycznym – jako składniki produktów, które mają regulować funkcje układu trawiennego czy dobre samopoczucie.

### Słowa kluczowe

olejki eteryczne, cytrusy, cytryna, pomarańcza, mandarynka, grejfruta

### ■ Abstract

**Introduction and Objective.** Essential oils are volatile, aromatic substances that are secondary metabolites of plants. Essential oils have a different chemical composition which exerts an effect on the biological action of the oil. Essential oils are used both in food industry for flavouring food, as well as in the cosmetics and perfumery industry. Due to numerous effects on the human body, including: diuretic, expectorant, anti-inflammatory, antispasmodic and sedative, they are used in pharmaceutical industry. The aim of the review is to summarize the biological effects and safety of using essential oils from popular citrus, i.e. bitter orange (*Citrus aurantium L.*), tangerine (*Citrus reticulata*), lemon (*Citrus limon*), and grapefruit (*Citrus paradisi*).

**Brief description of the state of knowledge.** Essential oils are the most important by-product of citrus processing, with significant amounts in the peel and juice of the fruit. The oils have been classified as generally recognized as safe – they have the GRAS status. Citrus essential oils are known for their antibacterial and antifungal properties, have a significant effect on the central nervous system and anti-anxiety properties. Citrus oils also show anti-spasmodic, anti-inflammatory and insect repellent properties.

**Summary.** Currently, citrus essential oils are used in the food industry as flavourings, in the cosmetics and perfumery industry – due to their aroma, preservative and antimicrobial properties. Essential oils are also used in the pharmaceutical industry – as ingredients in products that are supposed to regulate the functions of the digestive system and psychological well-being.

### Key words

essential oils, citrus, lemon, orange, grapefruit, tangerine

### WPROWADZENIE

Olejki eteryczne to lotne, aromatyczne substancje będące metabolitami wtórnymi roślin. Mają różną budowę chemiczną,

jednak wszystkie są płynne, lipofilne, lotne (w odróżnieniu do tłuszczów), mają charakterystyczny zapach. Olejki są rozpowszechnionymi produktami roślinnymi, jednak za rośliny olejkowe uważa się te gatunki, które zawierają powyżej 0,01% olejku [1]. Olejki eteryczne znane są od dawna. Ze względu na łatwość ich pozyskania (poprzez destylację parą wodną lub wyciskanie) są dobrze poznanymi metabolitami roślin.

Adres do korespondencji: Paula Wróblewska-Łuczka, Katedra i Zakład Patofizjologii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Jaczewskiego 8b, 20-090, Lublin, Polska  
E-mail: paula.luczka@umlub.pl

Olejki eteryczne przechowywane są w hermetycznych pojemnikach, najczęściej z ciemnego szkła, które mają je ochronić przed dostępem powietrza oraz przed światłem. Temperatura przechowywania nie powinna przekroczyć 25°C [2].

Pod względem chemicznym olejki są mieszaniną terpenów (mono-, di-, seskwi-terpenów) oraz innych związków, np. pochodnych fenylopropanu (m.in. kwasu cynamonowego). Składniki olejków mogą mieć charakter: aldehydów, alkoholi, estrów, eterów, ketonów czy węglowodorów. Rzadko w olejkach występują związki siarkowe czy azotowe. W skład jednego olejku eterycznego danej rośliny może wchodzić kilkadziesiąt różnych związków, ale to ich mieszanina odpowiada za charakterystyczny zapach. Często dominującym składnikiem mieszanki nadaje zapach całemu olejkowi. Udział poszczególnych składników w olejku jest zmienny. Zależać może od wielu czynników, m.in.: od odmiany rośliny, stadium wegetacji, pochodzenia geograficznego, rodzaju i warunków uprawy oraz od pory zbioru. Różne organy tej samej rośliny mogą charakteryzować się innym składem olejków eterycznych [3].

Olejki eteryczne charakteryzują się wieloma właściwościami farmakologicznymi – w zależności od głównego składnika chemicznego. Wśród licznych działań olejków eterycznych można wymienić: działanie drażniące na skórę, działanie moczopędne, działanie wykrztuśne (stosowane w syropach), silne właściwości przeciwzapalne, działanie przeciwskurczowe, uspokajające czy właściwości żółciopędne [3, 4]. Szeroko wykorzystywane są także właściwości antyseptyczne olejków eterycznych, które mogą działać zarówno bakteriostatycznie i fungistatycznie. Olejki ze względu na liczne działania wykorzystywane są w przemyśle farmaceutycznym, ale także spożywczym (olejki przyprawowe) oraz kosmetycznym [3, 5].

Celem tego przeglądu jest podsumowanie działań biologicznych i bezpieczeństwa stosowania olejków eterycznych z popularnych cytrusów w Polsce, tj: gorzkiej pomarańczy (*Citrus aurantium* L.), mandarynki (*Citrus reticulata*), cytryny (*Citrus limon*), grejpfruta (*Citrus paradisi*).

## OLEJKI ETERYCZNE Z CYTRUSÓW

Owoce cytrusowe należą do roślin z rodziny *Rutaceae* (rutowate), rodzaju *Citrus* (cytrusy). Wśród najbardziej znanych gatunków cytrusów możemy wymienić: *Citrus sinensis* – pomarańcza słodka, *Citrus aurantium* – pomarańcza gorzka, *Citrus limon* – cytryna zwyczajna, *Citrus aurantifolia* – limonka, *Citrus paradise* – grejpfrut czy *Citrus reticulata* – mandarynka [6]. Owoce cytrusowe są uprawiane na całym świecie, ze względu na ich walory smakowe oraz prozdrowotne. Spożywa się je świeże lub wykorzystuje do produkcji soków czy dżemów. Są doskonałym źródłem witamin, zwłaszcza witaminy C. Przetwarzanie owoców cytrusowych powoduje powstawanie znacznych ilości odpadów (skórki, nasiona, miążga), które stanowią 50% owoców [7]. Odpady te są cennym źródłem *d*-limonenu, flawonoidów, karotenoidów, błonnika pokarmowego, cukrów rozpuszczalnych, celulozy, pektyny, polifenoli, kwasu askorbinowego i olejków eterycznych [8, 9]. Co ciekawe, olejek eteryczny jest najważniejszym produktem ubocznym przetwarzania owoców cytrusowych, z tego względu że znaczne jego ilości są w skórce owoców. Olejki eteryczne zawarte w skórce znajdują się również w większych ilościach w skoncentrowanym soku. Olejki eteryczne cytrusowe są szeroko stosowane jako naturalne

dotanki do żywności w różnych produktach spożywczych i napojach [9], ponieważ zostały sklasyfikowane jako ogólnie uznane za bezpieczne – posiadają status GRAS (Generally Recognized As Safe) [10].

Olejki eteryczne z cytrusów znane są ze swoich właściwości przeciwbakteryjnych i przeciwgrzybiczych [11]. Olejki z cytrusów wykazują działanie przeciwbakteryjne przeciwko m.in.: *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* i *Pseudomonas aeruginosa* [12]. W związku z tym olejki eteryczne cytrusów mogą stanowić alternatywę dla sztucznych dodatków do żywności chroniących przed zakażeniami grzybiczymi czy bakteryjnymi. Stosowanie odpowiednich środków konserwujących żywność ma zasadnicze znaczenie dla zachowania jej bezpieczeństwa. Olejki eteryczne z owoców cytrusowych są złożoną mieszaniną lotnych związków, które wykazują m.in. właściwości przeciwdrobnoustrojowe, hamując wzrost mikroorganizmów w sposób zależny od dawki. Niektórzy badacze przypisują aktywność przeciwdrobnoustrojową olejków eterycznych z cytrusów obecności takich składników jak: limonen, linalol lub cytral, które występują w różnych stężeniach w olejkach [13]. Inni – związkom fenolowym [14].

Cytrusowe olejki eteryczne wykazują istotny wpływ na ośrodkowy układ nerwowy [15]. Olejki eteryczne pomarańczowy i mandarynkowy działają przeciwłękowo, jak wykazano w badaniach na zwierzętach [16]. Wdychany olejek cytrynowy również może działać przeciwłękowo, jednak dłuższa ekspozycja może mieć działanie pobudzające [17].

Skład chemiczny olejków cytrusowych jest zależny od odmiany owocu, z którego jest ekstrahowany. Zróżnicowanie w składzie chemicznym olejów cytrusów wiąże się również z porą roku, klimatem, wiekiem rośliny, etapem dojrzewania, sposobem ekstrakcji. Zmienne są zwłaszcza zawartości procentowe limonenu, geraniolu czy nerolu. Olejki eteryczne ze słodkiej pomarańczy, gorzkiej pomarańczy, mandarynki i grejpfruta są bogate w monoterpeny, których głównym składnikiem jest *d*-limonen (65,3–95,9%) [10].

## Olejek eteryczny pomarańczowy

Olejek pomarańczowy powstaje z surowców rośliny pomarańczy gorzkiej (*Citrus aurantium* L.). Roślina ta to drzewko lub krzew występujący w południowo-wschodniej Azji oraz w krajach obszaru śródziemnomorskiego. Olejki z pomarańczy różnią się składem i zapachem w zależności od tego, z której części rośliny zostały pozyskiwane. Olejek z owocni (skórki) pomarańczy stanowi olejek pomarańczowy (o tym samym zapachu), natomiast z liści tej samej rośliny pozyskuje się olejek ptigenowy (fr. petit grain) o innym zapachu, bardzo cenionym w perfumiarstwie. Olejek pomarańczowy jest bogaty w terpeny, flawonoidy, pochodne flawonu (hesperydinę) [3].

Olejek eteryczny z gorzkiej pomarańczy jest używany jako łagodny środek uspokajający i nasenny ze względu na jego działanie uspokajające [18]. Wydłuża również czas snu i jest stosowany w leczeniu bezsenności [19]. Zapach gorzkiej pomarańczy działa przeciwłękowo oraz poprawia nastrój [18]. Wykazano skuteczność olejku w leczeniu objawów lęku u pacjentów z przewlekłą białaczką szpikową przed pobraniem materiału rdzeniowego [20]. Ponadto olejek z gorzkiej pomarańczy skutecznie zmniejszał nasilenie bólu i lęku w pierwszym etapie porodu u kobiet [21], a także w łagodzeniu umiarkowanego i silnego bólu kolana [22]. Wywierał działanie przeciwłękowe poprzez regulację receptorów

serotoninowych (5-HT) u szczurów [23]. Stwierdzono, że olejek eteryczny z gorzkiej pomarańczy wykazuje działanie przeciwdrgawkowe, co można zastosować w łagodzeniu napadów padaczki [19]. Dzięki obecności limonenu olejek ten wykazuje działanie ochronne na żołądek i gojenie wrzodów poprzez zwiększenie wydzielania śluzu w żołądku, co jest przydatne jako wtórna interwencja w leczeniu przewlekłych chorób zapalnych. Stosowany jest w leczeniu zaburzeń trawiennych, takich jak: zaparcia, wzdęcia, problemy żołądkowe. Olejek eteryczny z gorzkiej pomarańczy wykazuje aktywność przeciwoksydacyjną [18] oraz przeciwbakteryjną (hamuje wzrost: *Listeria innocua*, *Salmonella enterica*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens* i *Aeromonas hydrophila*) [18, 24].

Olejek eteryczny pomarańczowy wykorzystuje się w przemyśle spożywczym do aromatyzowania różnych produktów (m.in. ciast, słodczy), zaś w farmacji i medycynie wykorzystuje się go do łagodzenia stanów depresji, napięć nerwowych, stanów lękowych [25]. Rozcieńczony olejek z pomarańczy stosowany jest w leczeniu wyprysków i trądziku, jak również miejscowo w kuracji infekcji grzybiczych skóry [18, 26].

### Olejek eteryczny cytrynowy

Olejek eteryczny cytrynowy pochodzi z naowocni cytryny zwyczajnej (*Citrus limon*). Często jest wytłaczany mechanicznie. Olejek zawiera wiele związków: terpeny: limonen (56,0–78,0%),  $\beta$ -pinen (7,0–17,0%), alkohole monoterpene (cytronelol, geraniol) czy kumaryny. Olejek cytrynowy ze względu na wysoką cenę bywa fałszowany terpentyną czy olejkami lemongrasowym [2].

Olejek eteryczny cytrynowy to naturalny środek przeciwstresowy. Wdychanie go wywołuje działanie przeciwstresowe poprzez modulowanie aktywności receptorów serotoninowych 5-HT i dopaminy u myszy [27]. Olejek ten poprawia kreatywność i nastrój i uważa się, że wpływa na rytm serca [28]. Znacząco poprawił poziom uwagi, koncentrację, zdolności poznawcze, nastrój i pamięć uczniów podczas procesu uczenia się [29]. Wdychanie cytrynowego olejku zmniejsza nasilenie nudności i wymiotów u ciężarnych o 33% [28]. Wykazał również działanie przeciwskurczowe [27].

Wykazano, że olejek cytrynowy działa cytotoksyczne na ludzkie komórki raka prostaty, płuc i piersi, poprzez indukcję apoptozy [30]. Olejek cytrynowy powoduje aktywację czynności nerwu współczulnego unerwiającego białą tkankę tłuszczową, co zwiększa lipolizę i powoduje zahamowanie przyrostu masy ciała [31]. Wśród działań olejku cytrynowego można wymienić również działanie neuroprotektoryjne ze względu na niezwykłą aktywność wymiatania wolnych rodników [32].

Ponadto, olejek eteryczny cytrynowy działa silnie przeciwbakteryjnie na wiele gatunków patogennych m.in.: *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudococcus aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* [33], a także silne przeciwgrzybiczo przeciwko: *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Penicillium verrucosum*, *P. chrysogenum*, *Candida albicans* [34]. Wykazano również działanie odstraszające owady – komary gatunku *Anopheles stephensi*, będące wektorami malarii [35].

Niektóre składniki olejku mogą wywoływać objawy alergii kontaktowej, kumaryny natomiast mogą powodować fotoalergię – działanie uczulające na światło. Z tego względu olejku cytrynowego nie powinno stosować się na skórę bezpośrednio przed opalaniem. Olejek cytrynowy ma krótki

okres trwałości, zmieniony zapach świadczy o jego zepsuciu [3]. Stosowany jest w przemyśle spożywczym jako środek smakowy, a także w przemyśle kosmetycznym, np. jako składnik past do zębów. Wykorzystanie olejku w preparatach farmaceutycznych stosowanych w leczeniu infekcji gardła czy przeziębienia wynika z jego działania hamującego wzrost licznych patogennych mikroorganizmów [25].

### Olejek eteryczny mandarynkowy

Olejek eteryczny mandarynkowy jest otrzymywany metodami mechanicznymi ze świeżych owoców mandarynek – *Citrus reticulata*. Olejek jest koloru zielonkawego lub żółtego do czerwono-pomarańczowego [25]. W jego składzie znajdują się głównie:  $\alpha$ -pinen (1,5–3,0%),  $\beta$ -pinen (1,2–2,0%),  $\beta$ -mircen (1,5–2,0%), limonen (65,0–75,0%),  $\gamma$ -terpinen (16,0–22,0%) [2].

Olejek mandarynkowy ma właściwości uspokajające, łagodzi napięcia nerwowe oraz stany lękowe. Ponadto olejek wykazuje działanie obniżające ciśnienie krwi. Stosuje się go również w przypadku nudności, zaparc oraz w zaburzeniach funkcji wątroby [25]. Olejek eteryczny mandarynkowy wykazuje działanie antyproliferacyjne wobec ludzkich embrionalnych fibroblastów płuc (HELFL), jak również działanie ochronne przeciwko zwłóknieniu płuc wywołanemu bleomycyną u szczurów. Uważa się, że mechanizm tego działania polega na korygowaniu nierównowagi utleniania i przeciwutleniania oraz zmniejszaniu odkładania się kolagenu i zwłóknienia [36]. Olejek mandarynkowy wykazuje umiarkowane działanie przeciwoksydacyjne [37] oraz działanie przeciwbakteryjne i przeciwgrzybicze na szerokie spektrum gatunków mikroorganizmów, m.in.: *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* i *Staphylococcus aureus* [37, 38], a także na niektóre grzyby: *Penicillium italicum*, *P. digitatum*, *P. chrysogenum*, *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum* [38–40].

Olejek eteryczny mandarynkowy jest stosowany w przemyśle spożywczym, kosmetycznym oraz farmaceutycznym, jednak w mniejszym stopniu niż olejki z pomarańczy czy cytryny [25].

### Olejek eteryczny grejpfrotowy

Olejek grejpfrotowy ma bardzo świeży i pobudzający zapach, a otrzymywany jest poprzez wyciskanie z naowocni *Citrus paradise*. Olejek ten jest przede wszystkim doceniany ze względu na swoje działanie przeciwotyłości [41]. Zapach olejku powoduje aktywację czynności nerwu współczulnego unerwiającego białą tkankę tłuszczową, co ułatwia lipolizę, a następnie powoduje zahamowanie przyrostu masy ciała. Skutecznie hamuje adipogenezę poprzez hamowanie akumulacji trójglicerydów [42]. Orzeźwiający, świeży zapach olejku grejpfrotowego działa pobudzająco. Olejek wspomaga oczyszczanie organizmu oraz usuwanie nadmiaru płynów [26]. Wykazano, że olejek eteryczny grejpfrotowy był cytotoksyczny wobec ludzkich komórek raka prostaty i płuc [30], indukował również apoptozę w komórkach białaczki ludzkiej HL-60 [43]. Olejek grejpfrotowy wykazuje silne działanie przeciwbakteryjne przeciwko m.in.: *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella thyphimurium* i *Staphylococcus aureus* oraz silne działanie przeciwgrzybicze przeciwko: *Aspergillus niger*, *Candida albicans*, *Penicillium digitatum*, *P. italicum* i *P. chrysogenum* [44, 45]. Olejek eteryczny grejpfrotowy jest silnym larwicydem, w 95% jest śmiertelny dla jaj i larw muszek owocowych

z rodzaju *Anastrepha* [46]. Działanie olejku grejpfrutowego jest specyficzne gatunkowo. Obserwuje się, że niższe stężenia MIC (ang. *minimum inhibitory concentration*) są skuteczne w stosunku do drożdży w porównaniu do grzybów pleśniowych. Gatunki z rodzaju *Candida* są bardziej wrażliwe na działanie olejku eterycznego grejpfrutowego w porównaniu do pleśni rodzaju *Aspergillus*. Co ciekawe, olejek wykazuje silniejsze działanie przeciwgrzybicze niż czysty limonen, co wskazuje na efekt synergistyczny działania wszystkich składników olejku [47].

Olejek ma wiele zastosowań przemysłowych, jednak z uwagi na jego właściwości uczulające na promieniowanie UV ograniczone jest jego zastosowanie w kosmetykach pozostających na skórze. Wykazuje właściwości przeciwdepresyjne, tonizujące oraz przeciwbólowe – stąd jego zastosowanie w przypadku migreny. Olejek grejpfrutowy umieszcza się również w preparatach farmaceutycznych stosowanych w doległościach nerek i wątroby, a także w terapii otyłości [25].

Sok grejpfrutowy, z uwagi na obecność furanokumaryn oraz flawonoidów (znajdujących się również wśród składników olejku eterycznego), wywołuje silne interakcje z niektórymi lekami, zwłaszcza lekami kardiologicznymi, immunosupresyjnymi oraz przeciwhistaminowymi. Interakcje te oparte są głównie na mechanizmie hamowania jelitowego cytochromu P450 3A4, co powoduje, że zmniejsza się metabolizm przedukładowy i zwiększa się biodostępność leku po podaniu doustnym. Takie interakcje mogą zwiększać ryzyko rabdomiolizy podczas leczenia dyslipidemii (np. za pomocą lowastatyny lub symwastatyny), jak również powodować nadmierne rozszerzenie naczyń krwionośnych (poprzez interakcje z blokerami kanału wapniowego). Sok grejpfrutowy może nasilać toksyczność leków przeciwartemiatycznych (m.in. amiodaronu czy chinidyny) oraz wywołać hipoglikemię (wchodząc w interakcję z lekiem przeciwcukrzycowym repaglinidem). Z uwagi na liczne interakcje powinno się unikać spożycia owoców oraz soku grejpfrutowego podczas farmakoterapii [48, 49].

## PODSUMOWANIE

Do ponownego odkrycia prozdrowotnych właściwości olejków eterycznych przyczynił się rozwój metod analitycznych, takich jak: chromatografia czy spektrometria mas, które pozwalają na określenie składu chemicznego złożonych mieszanin. Obecnie olejki eteryczne oraz ich składniki terpenowe stosowane są w przemyśle spożywczym jako substancje aromatyzujące, w przemyśle kosmetycznym i perfumeryjnym – z uwagi na ich aromat oraz właściwości konserwujące i przeciwdrobnoustrojowe. Olejki eteryczne mają również zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym – jako składniki m.in.: maści, syropów czy tabletek [26, 50].

Olejki eteryczne cytrusów są nietoksyczne, niemutagenne. Opiswane olejki mają status GRAS [10], dlatego też są dopuszczone do stosowania jako składnik suplementów diety. Olejki cytrusów wykazują wpływ na regulację funkcji układu trawiennego, regulację motoryki przewodu pokarmowego oraz usuwanie gazów. Ponadto wpływają na dobre samopoczucie psychiczne [51].

W przypadku stosowania olejków w produktach kosmetycznych istnieje możliwość wystąpienia problemu uczulenia skóry, jeśli używany jest stary lub utleniony olejek z owoców cytrusowych. Olejki pozyskiwane metodami tłoczenia czy

wyciskania mechanicznego niosą niskie do umiarkowanego ryzyko fototoksyczności ze względu na obecność furanokumaryn [52]. W przypadku stosowania olejków na skórę zaleca się unikać ekspozycji na światło słoneczne przez co najmniej 12 godzin. Aby zachować bezpieczeństwo olejków oraz ich właściwości, należy je przechowywać w ciemnym, szczelnym pojemniku, w temperaturze 4°C [10].

Olejki eteryczne z cytrusów są dobrze znane ze swoich właściwości smakowych i zapachowych, a także z licznych zastosowań aromaterapeutycznych i leczniczych. Te łatwo dostępne olejki eteryczne będą niewątpliwie nadal odgrywać ważną rolę w przemyśle spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym.

## PIŚMIENNICTWO

- Mahato N, Sharma K, Koteswararao R, Sinha M, Baral E, Cho MH. Citrus essential oils: Extraction, authentication and application in food preservation. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2019; 59(4): 611–625. doi: 10.1080/10408398.2017.1384716
- Farmakopea Polska, Wydanie VIII, Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych. Warszawa: Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne; 2008.
- Lamer-Zarawska E, Kowal-Gierczak B, Niedworok J. Fitoterapia i leki roślinne. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2007.
- Adaszyńska M, Swarczewicz M, Markowska-Szczupak A. Comparison of chemical composition and antimicrobial activity of Lavender varieties from Poland. *Post Fitoter.* 2013; 2: 90–96.
- Shafaghat A, Salimi F, Amani-Hooshyar V. Phytochemical and antimicrobial activities of *Lavandula officinalis* leaves and stems against some pathogenic microorganisms. *J Med Plant Res.* 2012; 6: 455–460. doi: <https://doi.org/10.5897/JMPR11.1166>
- Comleat Botanica: <https://www.crescentbloom.com/plants/genus/c/it/citrus.htm> [dostęp: 21.02.2021].
- Sharma K, Mahato N, Cho MH, Lee YR. Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmentally friendly approaches. *Nutrition.* 2017; 34: 29–46. doi: 10.1016/j.nut.2016.09.006
- Martin MA, Siles JA, Chica AF, Martin A. Biomethanization of orange peel waste. *Bioresour Technol.* 2010; 101(23): 8993–8999. doi: 10.1016/j.biortech.2010.06.133
- Ferhat MA, Meklati BY, Smadja J, Chemat F. An improved microwave Clevenger apparatus for distillation of essential oils from orange peel. *J Chromatogr A.* 2006; 1112(1–2): 121–126. doi: 10.1016/j.chroma.2005.12.030
- Tisserand R, Young R. *Essential Oil Safety*, 2nd ed. New York, USA; Elsevier; 2014.
- Suhr KI, Nielsen PV. Antifungal activity of essential oils evaluated by two different application techniques against rye bread spoilage fungi. *J Appl Microbiol.* 2003; 94: 665–674. doi: 10.1046/j.1365-2672.2003.01896.x
- 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. doi: 10.1080/14786419.2016.1219860
- Mustafa NE. Citrus Essential Oils: Current and Prospective Uses in the Food Industry. *Recent Pat Food Nutr Agric.* 2015; 7(2): 115–27. doi: 10.2174/2212798407666150831144239
- Veldhuizen EJ, Tjeerdsma-van Bokhoven JL, Zweijter C, Burt SA, Haagsman HP. Structural requirements for the antimicrobial activity of carvacrol. *J Agri Food Chem.* 2006; 54: 1874–1879. doi: 10.1021/jf052564y
- De Sousa DP. Analgesic-like activity of essential oils constituents. *Molecules.* 2011; 16: 2233–2252. doi: 10.3390/molecules16032233
- Gargano AC, Almeida CAR, Costa M. Essential oils from *Citrus latifolia* and *Citrus reticulata* reduce anxiety and prolong ether sleeping time in mice. *Tree For Sci Biotechnol.* 2008; 2: 121–124.
- Ceccarelli I, Lariviere WR, Fiorenzani P, Sacerdote P, Aloisi AM. Effects of long-term exposure of lemon essential oil odor on behavioral, hormonal and neuronal parameters in male and female rats. *Brain Res.* 2004; 1001: 78–86. doi: 10.1016/j.brainres.2003.10.063
- Anwar S, Ahmed N, Speciale A, Cimino F, Saija A. Bitter Orange (*Citrus Aurantium L.*) Oils. In: *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. New York, NY, USA: Elsevier Inc; 2015. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00029-8>

19. Carvalho-Freitas MI, Costa M. Anxiolytic and sedative effects of extracts and essential oil from *Citrus aurantium* L. *Biol Pharm Bull.* 2002; 25(12): 1629–33. doi: 10.1248/bpb.25.1629
20. Pimenta FC, Alves MF, Pimenta MB, Melo SA, de Almeida AA, Leite JR, Pordeus LC, Diniz Mde F, de Almeida RN. Anxiolytic Effect of *Citrus aurantium* L. on Patients with Chronic Myeloid Leukemia. *Phytother Res.* 2016; 30(4): 613–617. doi: 10.1002/ptr.5566
21. Namazi M, Amir Ali Akbari S, Mojab F, Talebi A, Alavi Majd H, Janesari S. Effects of citrus aurantium (bitter orange) on the severity of first-stage labor pain. *Iran J Pharm Res.* 2014; 13(3): 1011–1018.
22. Yip YB, Tam AC. An experimental study on the effectiveness of massage with aromatic ginger and orange essential oil for moderate-to-severe knee pain among the elderly in Hong Kong. *Complement Ther Med.* 2008; 16(3): 131–138. doi: 10.1016/j.ctim.2007.12.003
23. Costa CA, Cury TC, Cassettari BO, Takahira RK, Flório JC, Costa M. *Citrus aurantium* L. essential oil exhibits anxiolytic-like activity mediated by 5-HT(1A)-receptors and reduces cholesterol after repeated oral treatment. *BMC Complement Altern Med.* 2013; 13: 42. doi: 10.1186/1472-6882-13-42
24. Iturriaga L, Olabarrieta I, de Marañón IM. Antimicrobial assays of natural extracts and their inhibitory effect against *Listeria innocua* and fish spoilage bacteria, after incorporation into biopolymer edible films. *Int J Food Microbiol.* 2012; 158(1): 58–64. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2012.07.001
25. Brud W, Konopacka I. *Pachnacja apteka. Łódź: Oficyna Wydawnicza MA; 2003.*
26. Dosoky NS, Setzer WN. Biological Activities and Safety of *Citrus* spp. Essential Oils. *Int J Mol Sci.* 2018; 19(7): 1966. doi: 10.3390/ijms19071966
27. Ogeturk M, Kose E, Sarsilmaz M, Akpinar B, Kus I, Meydan S. Effects of lemon essential oil aroma on the learning behaviors of rats. *Neurosciences (Riyadh).* 2010; 15(4): 292–293.
28. Yavari Kia P, Safajou F, Shahnazi M, Nazemiyeh H. The effect of lemon inhalation aromatherapy on nausea and vomiting of pregnancy: a double-blinded, randomized, controlled clinical trial. *Iran Red Crescent Med J.* 2014; 16(3): e14360. doi: 10.5812/ircmj.14360
29. Akpinar B. The effects of olfactory stimuli on scholastic performance. *Ir J Educ.* 2005; 36: 86–90.
30. Zu Y, Yu H, Liang L, Fu Y, Efferth T, Liu X, Wu N. Activities of ten essential oils towards *Propionibacterium acnes* and PC-3, A-549 and MCF-7 cancer cells. *Molecules.* 2010; 15(5): 3200–10. doi: 10.3390/molecules15053200
31. Nijijima A, Nagai K. Effect of Olfactory stimulation with flavor of grapefruit oil and lemon oil on the activity of sympathetic branch in the white adipose tissue of the epididymis. *Exp Biol Med.* 2003; 228: 1190–1192.
32. De Freitas RM, Campêlo LML, de Almeida AAC, de Freitas RLM, Cerqueira GS, de Sousa GF, Saldanha GB, Feitosa CM. Antioxidant and antinociceptive effects of *Citrus limon* essential oil in mice. *J Biomed Biotechnol.* 2011; 2011: 678673. doi: 10.1155/2011/678673
33. Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Perez-Álvarez J. Antibacterial activity of lemon (*Citrus limon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. *J Food Saf.* 2008; 28: 567–576. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2008.00131.x>
34. Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Perez-Álvarez J. Antifungal activity of lemon (*Citrus limon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. *Food Control.* 2008; 19: 1130–1138. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.12.003>
35. Oshaghi MA, Ghalandari R, Vatandoost H, Shayeghi M, Abolhassani M, Hashemzadeh M. Repellent effect of extracts and essential oils of *Citrus limon* (Rutaceae) and *Melissa officinalis* (Labiatae) against main malaria vector, *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). *Iran. J Public Health.* 2003; 32: 47–52.
36. Zhou XM, Zhao Y, He CC, Li JX. Preventive effects of *Citrus reticulata* essential oil on bleomycin-induced pulmonary fibrosis in rats and the mechanism. *J Chin Integr Med.* 2012; 10: 200–209. doi: 10.3736/jcim20120211
37. Yi F, Jin R, Sun J, Ma B, Bao X. Evaluation of mechanical-pressed essential oil from Nanfeng mandarin (*Citrus reticulata* Blanco cv. Kinokuni) as a food preservative based on antimicrobial and antioxidant activities. *LWT Food Sci Technol.* 2018; 95: 346–353. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.05.011>
38. Tao N, Jia L, Zhou H. Anti-fungal activity of *Citrus reticulata* Blanco essential oil against *Penicillium italicum* and *Penicillium digitatum*. *Food Chem.* 2014; 153: 265–71. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.12.070
39. Wu T, Cheng D, He M, Pan S, Yao X, Xu X. Antifungal action and inhibitory mechanism of polymethoxylated flavones from *Citrus reticulata* Blanco peel against *Aspergillus niger*. *Food Control.* 2014; 35: 354–359. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.07.027>
40. Singh P, Shukla R, Kumar A, Prakash B, Singh S, Dubey NK. Effect of *Citrus reticulata* and *Cymbopogon citratus* essential oils on *Aspergillus flavus* growth and aflatoxin production on *Asparagus racemosus*. *Mycopathologia.* 2010; 170(3): 195–202. doi: 10.1007/s11046-010-9311-8
41. de la Garza AL, Etxeberria U, Haslberger A, Aumueller E, Martínez JA, Milagro FI. Helichrysum and Grapefruit Extracts Boost Weight Loss in Overweight Rats Reducing Inflammation. *J Med Food.* 2015; 18(8): 890–8. doi: 10.1089/jmf.2014.0088
42. Nagai K, Nijijima A, Horii Y, Shen J, Tanida M. Olfactory stimulatory with grapefruit and lavender oils change autonomic nerve activity and physiological function. *Auton Neurosci.* 2014; 185: 29–35. doi: 10.1016/j.autneu.2014.06.005
43. Hata T, Sakaguchi I, Mori M, Ikeda N, Kato Y, Minamino M, Watabe K. Induction of apoptosis by *Citrus paradisi* essential oil in human leukemic (HL-60) cells. *In Vivo.* 2003; 17(6): 553–559.
44. Okunowo WO, Oyedeji O, Afolabi LO, Matanmi E. Essential oil of grape fruit (*Citrus paradisi*) peels and its antimicrobial activities. *Am J Plant Sci.* 2013; 4: 1–9. doi: 10.4236/ajps.2013.47A2001
45. Churata-Oroya DE, Ramos-Perfecto D, Moromi-Nakata H, Martínez-Cadillo E, Castro-Luna A, García-de-la-Guarda R. Antifungal effect of *Citrus paradisi* “grapefruit” on strains of *Candida albicans* isolated from patients with denture stomatitis. *Rev Estomatol Hered.* 2016; 26: 78–84.
46. Sanei-Dehkord A, Sedaghat MM, Vatandoost H, Abai MR. Chemical compositions of the peel essential oil of *Citrus aurantium* and its natural larvicidal activity against the malaria vector *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae) in comparison with *Citrus paradisi*. *J Arthropod Borne Dis.* 2016; 10: 577–585.
47. Pekmezovic M, Aleksic I, Barac A, Arsic-Arsenijevic V, Vasiljevic B, Nikodinovic-Runic J, Senerovic L. Prevention of polymicrobial biofilms composed of *Pseudomonas aeruginosa* and pathogenic fungi by essential oils from selected *Citrus* species. *Pathog Dis.* 2016; 74(8): ftw102. doi: 10.1093/femspd/ftw102
48. Bailey DG, Dresser GK. Interactions between grapefruit juice and cardiovascular drugs. *Am J Cardiovasc Drugs.* 2004; 4(5): 281–297. doi: 10.2165/00129784-200404050-00002
49. Seden K, Dickinson L, Khoo S, Back D. Grapefruit-drug interactions. *Drugs.* 2010; 70(18): 2373–2407. doi: 10.2165/11585250-000000000-00000
50. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *Int J Food Microbiol.* 2004; 94: 223–253. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022
51. Ministero Della Salute, Decreto 9 luglio 2012. [http://www.salute.gov.it/imgs/C\\_17\\_pagineAree\\_1268\\_listaFile\\_itemName\\_2\\_file.pdf\[dostep:21.02.2021\]](http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pagineAree_1268_listaFile_itemName_2_file.pdf[dostep:21.02.2021]).
52. Naganuma M, Hirose S, Nakayama Y, Nakajima K, Someya T. A study of the phototoxicity of lemon oil. *Arch Dermatol Res.* 1985; 278: 31–36.