

ALEKSANDRA JÓZEFczyk, JOANNA KOWALSKA

Katedra i Zakład Farmakognozji z Pracownią Roślin Leczniczych
Uniwersytet Medyczny w Lublinie
Chodźki 1, 20-093 Lublin
E-mail: ajozefczyk@pharmacognosy.org

OCENA SKŁADU I ZASTOSOWANIE OLEJKÓW ETERYCZNYCH Z RODZAJU *CENTAUREA L.*

WSTĘP

Olejki eteryczne pozyskiwane i wykorzystywane są przez człowieka od wieków. Ich wieloskładnikowa kompozycja, nieraz bogata w unikatowe substancje, przejawiające cenne właściwości, stanowi przedmiot licznych badań. Nie jest do końca poznana rola olejków eterycznych w funkcjonowaniu roślin, jednak wiadomo, że biorą one udział w wielu istotnych procesach i z tej przyczyny są niekiedy nazywane hormonami roślinnymi. Liczne źródła, a także fakt, że olejki znajdują się we wszystkich roślinach, potwierdzają tę teorię. Olejki eteryczne są wykorzystywane w różnych dziedzinach życia, takich jak medycyna, aromaterapia, ale również w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym, chemicznym czy spożywczym. W ostatnich latach uwaga badaczy skupiła się na olejkach eterycznych pozyskiwanych z gatunków *Centaurea L.*, które wykorzystywane są jako rośliny lecznicze w medycynie ludowej wielu krajów. Rodzaj *Centaurea L.* jest jednym z liczniejszych rodzajów rodziny Asteraceae, jednak jego morfologia i chemizm wciąż jeszcze nie są dobrze poznane. *Centaurea L.* jest polimorficznym, czwartym co do wielkości rodzajem należącym do rodziny Asteraceae, zaliczającym się do grupy roślin okrytonasiennych (kwiatowych). Obejmuje on najczęściej wieloletnie, ale również roczne i dwuletnie gatunki roślin trawiastych i krzewinek. „The Plant List” podaje 2753 nazwy naukowe gatunków rodzaju *Centaurea L.*, z czego 734 nazwy są gatunkami akceptowanymi. Gatunki *Centaurea L.* badano pod

względem morfologicznym, molekularnym i filogenetycznym. Wielkość genomu tego gatunku waha się od $2C = 1,67$ do $4,30$ pg. Dane kariologiczne dla tych taksonów są skąpe i skupiają się przede wszystkim na określeniu liczby chromosomów, natomiast badania kariotypu zostały wykonane tylko dla kilku gatunków. Rodzaj *Centaurea L.* ma kilka podstawowych liczb chromosomów, począwszy od $x = 7$ do $x = 16$. Biorąc pod uwagę te podstawowe wartości, rodzaj ten wydaje się składać w większości z gatunków diploidalnych i tetraploidalnych (DYDAK i WSPÓŁAUT. 2009).

Pod względem budowy takson ten jest bardzo zróżnicowany i wymaga dalszych badań, wykorzystujących głównie nowoczesne techniki cytologiczne i chemiczne. Ujednoczenie opisu tego rodzaju jest bardzo dużym problemem, wynikającym ze znacznych różnic morfologicznych, kariologicznych i palinologicznych roślin (DURAL I WSPÓŁAUT. 2003). Analiza budowy morfologicznej i składu chemicznego roślin z rodzaju *Centaurea L.*, w powiązaniu z pozyskiwanymi z nich olejkami eterycznymi, daje możliwość wykorzystania tych substancji roślinnych w farmakologii i medycynie powszechnej. W niniejszej pracy przedstawiono przegląd olejków eterycznych pozyskiwanych z wybranych gatunków roślin rodzaju *Centaurea L.*, ze szczególnym uwzględnieniem ich składu oraz związków w nich dominujących. Opisano właściwości tych olejków, na podstawie których można przewidywać ich potencjalne wykorzystanie w wielu gałęziach przemysłu.

WYSTĘPOWANIE

Rośliny z rodzaju *Centaurea* L. występują głównie w obszarze Morza Śródziemnego i Zachodniej Azji. Rodzaj ten jest jednym z najbogatszych pod względem występowania gatunków endemicznych. Szczególnie dużą liczbę gatunków *Centaurea* L. spotkać możemy w Turcji, gdzie, zaraz po *Astragalus* i *Verbascum*, jest trzecim pod względem liczebności rodzajem, reprezentowanym przez ok. 182 gatunki, w tym 113 endemiczne. Są one rozpowszechnione głównie w południowo-zachodniej, centralnej i wschodniej części kraju. Współczynnik endemiczny jest dość wysoki i wynosi 62,1% (KAHRIMAN i współaut. 2012). W Iranie rodzaj ten reprezentują 74 roczne lub wieloletnie gatunki zielne, które rozmieszczone są na terenie całego kraju, z czego 38 to gatunki endemiczne (ESMAEILI i współaut. 2005).

SKŁAD OLEJKÓW POZYSKIWANYCH Z ROŚLIN Z RODZAJU *CENTAUREA* L.

Opisano poniżej 50 przykładowych substancji pochodzenia roślinnego. Olejki eteryczne, otrzymywane były głównie na drodze destylacji z parą wodną.

Centaurea aladagensis Wagenitz jest wieloletnim gatunkiem endemicznym, spotykanym na obszarze Turcji. Roślina ta dorasta do 40 cm wysokości, ma słabo owłosione liście i kwiaty barwy fioletowej. W olejku eterycznym pochodzącym z części nadziemnych tego gatunku, zidentyfikowano 85 związków, których łączna zawartość wynosiła 87,3%. Skład olejku okazał się bogaty w kwasy tłuszczowe, estry i seskwiterpeny tlenowe i wykazywał działanie przeciwbakteryjne w stosunku do *Staphylococcus epidermidis*. Do głównych składników olejku eterycznego należały: kwas palmitynowy (39,3%), tlenek kariofilenu (6,6%) i heksahydrofarneszylo-aceton (4,3%) (FLAMINI i współaut. 2006, BYLENT KOSE i współaut. 2007).

Centaurea antiochia Bioss. jest wieloletnią rośliną dorastającą do 100 cm wysokości, z liśćmi owłosionymi lub nieznacznie owłosionymi, oraz czarno-fioletowymi kwiatami. Należy do gatunków endemicznych, pochodzących z terenów Turcji. Spośród wielu związków występujących w olejku eterycznym tego gatunku, otrzymanym z kwiatów, dominującym składnikiem okazał się gerkakren D (45,1%), a w mniejszych ilościach występowały: β -kariofilen (4,5%), spatulenol (3,3%) oraz dekanal (0,6%) (FLAMINI i współaut. 2006).

Cenaturea antitauri Hayek to gatunek endemiczny dla Turcji. Jest wieloletnią rośliną charakteryzującą się 45 cm prostą lo-

dygą, liśćmi z przegrodami oraz kwiatami o żółtej barwie. Do składników wyizolowanego z kwiatów olejku eterycznego należały gerkakren D (40,2%) i β -kariofilen (13,5%) (FLAMINI i współaut. 2006).

Do ekstrakcji olejku eterycznego z *Centaurea appendicigera* K. Koch (syn. *Psephelus appendicigerus* (K. Koch) Wagenitz) wykorzystano całą wysuszoną roślinę. Olejek zawierał łącznie 45 związków, stanowiących 85,5% całego destylatu, a jego głównymi składnikami były: tlenek kariofilenu (17,1%), β -kariofilen (17,5%), n-heptakozan (1,6%), cis-fitol (0,5%), (E)- β -damascenon (1,8%) (YAYLI i współaut. 2009).

Centaurea armena Boiss. jest wieloletnim gatunkiem endemicznym dla Turcji, występującym głównie na terenach wschodniej Anatolii. Olejek eteryczny, pozyskany z całych roślin, zawierał w swoim składzie 20 związków, które stanowiły łącznie 82,7% zidentyfikowanych związków. W największych ilościach występowały β -eudesmol (19,3%), kalaren (10,3%), 6,10,14-trimethyl-2-pentadekanon (5,7%) oraz β -kariofilen (5,4%) (YAYLI i współaut. 2005).

Centaurea aucheri (DC.) Wagenitz jest rośliną wieloletnią występującą na terenie całego Iranu. Nadziemne części dzikorosnących roślin zostały zebrane w okresie kwitnienia i wysuszone w warunkach naturalnych. Pozyskany z nich olejek eteryczny o silnym aromacie, zawierał 22 związki, które stanowiły łącznie 80,03% olejku, bogatego w węglowodory seskwiterpenowe (50,1%) oraz seskwiterpeny zawierające tlen (27,24%). Głównymi składnikami były tlenek kariofilenu (19,44%), β -kariofilen (14%) oraz gerkakren D (13,38%) (ASADIPOUR i współaut. 2005).

Centaurea babylonica (L.) L. jest dwuletnią rośliną dorastającą do 300 cm wysokości, z szaro-owłosionymi liśćmi i żółtymi kwiatami. Głównymi składnikami olejku eterycznego, pozyskanego z ziela były: gerkakren D (43%) oraz β -kariofilen (9,9%) (FLAMINI i współaut. 2006).

Centaurea balsamita Lam. [syn. *Stizolophus balsamita* (Lam.) K. Koch] to jednoroczna roślina, dorastająca do 120 cm wysokości. Gatunek ten wyróżnia się chropowatymi liśćmi, a jego kwiaty mają barwę żółtą. Do głównych zidentyfikowanych związków zawartych w olejku eterycznym, pozyskanym z kwiatów należą: gerkakren D (40,2%), spatulenol (2,2%) oraz β -kariofilen (1,7%) (FLAMINI i współaut. 2006).

Centaurea cadmea Boiss. jest gatunkiem endemicznym dla Turcji, należącym do sekcji *Acrolophus-Phalolepis*. Olejek eteryczny został pozyskany w procesie mikrodestylacji wysuszonych, nadziemnych części roślin. Analizie poddano dwa olejki, pozyskane z

roślin tego samego gatunku (C1 i C2), zebranych w oddalonych od siebie miejscach. Związki wchodzące w skład olejków stanowiły 88,1% olejku C1 i 86,3% C2. Związkami dominującymi w C1 były: kwas palmitynowy (23,1%), karwakrol (14,7%), kwas dodekanowy (4,4%), fitol (4,1%), kwas tetradekanowy (4,1%), heptakozan (3,8%), a w C2: kwas palmitynowy (19,5%), karwakrol (16,6%), fitol (6,0%), kwas dodekanowy (5,3%), kwas tetradekanowy (4,1%), heptakozan (4,1%). Porównanie próbek *C. cadmea* Boiss., zebranych z dwóch różnych lokalizacji, wykazało podobieństwo jakościowe i ilościowe w odniesieniu do obecności głównych składników. Niewielkie różnice obserwowane w analizie tych dwóch olejków mogą być związane z różnymi czynnikami glebowymi (KARAMENDERES i współaut. 2008).

Centaurea calcitrapa L. jest dwuletnią rośliną trawiastą, rosnącą dziko na tenarach Europy południowej, w szczególności na Sycylii. Gatunek ten preferuje żyzne mady i tworzy gęste kępy na pastwiskach, leśnych łąkach i na terenach nadrzecznych. Osiąga do 60 cm wysokości, kwitnie od lipca do sierpnia, a jego kwiaty są hermafrodytyczne. Roślina ta lokalnie nazywana jest „*fior-daliso stellato*”, czyli „chaber gwiazdzisty”. Jego liście wykorzystywane są w gastronomii, głównie do przyrządzania sałatek. W Ameryce Północnej i Południowej, Australii i Nowej Zelandii *C. calcitrapa* L. uważany jest za chwast inwazyjny, ze względu na występowanie w szerokim zakresie warunków środowiskowych, zdolny do pogorszenia jakości parków i terenów naturalnych, przez zastąpienie gatunków rodzimych. Bładożółtej barwy olejek eteryczny, pozyskany ze świeżych kwiatów *C. calcitrapa* L. nie wykazywał specyficznego zapachu. Związkami dominującymi w składzie olejku okazały się węglowodory (32,3%) i kwasy tłuszczowe (32,8%). Do głównych związków należały: kwas 9,12-oktadekadienowy (15,8%) oraz trikozan (8%). Obecne były również seskwiterpeny, w postaci węglowodorów (10,1% dla 14 składników) oraz tlenowych pochodnych (2,0% dla 4 składników), spośród których związkami najliczniejszymi były: β -bisabolen (2,0%), germakren D (1,8%) i kariofilen (1,6%) (SENATORE i współaut. 2006, DITOMASO i współaut. 2013).

Centaurea calolepis Boiss., zaliczany do sekcji *Acrolophus*, jest rośliną endemiczną występującą w Turcji na terenie zachodniej i południowej Anatolii. Olejek eteryczny został wyizolowany z wysuszonych, nadziemnych części roślin, które zostały poddane procesowi mikrodestylacji. Analiza olejku pozwoliła na zidentyfikowanie 82 związków, które łącznie stanowiły 88,6% składu olejku.

Do głównych związków należały: kwas palmitynowy (27,3%), karwakrol (18,9%), fitol (3,4%), kwas tetradekanowy (3,2%), spatulenol (3,1%) (KARAMENDERES i współaut. 2008).

Centaurea cariensis Boiss. subsp. *maculiceps* (O. Schwarz) Wagenitz (CCMA) oraz *Centaurea cariensis* Boiss. subsp. *microlepis* (Boiss.) Wagenitz (CCMI) zaliczane są do sekcji *Acrolophus-Phalolepis*. Są to rośliny endemiczne, występująca na obszarze Turcji. Olejki eteryczne uzyskane poprzez mikrodestylację wysuszonych, nadziemnych części roślin, jako główne składniki zawierały w CCMA: karwakrol (13,0%), 4-metyl-4-hepten-3-one (12,8%), kwas palmitynowy (4,9%), kwas dodekanowy (4,1%) i (Z)-3-heksenal (4,0%), a w CCMI: karwakrol (28,4%), kwas palmitynowy (10,0%), kwas dodekanowy (4,6%) i fitol (4,3%) (KARAMENDERES i współaut. 2008).

Centaurea cheirolepidoides Wagenitz jest to także wieloletni gatunek endemiczny dla Turcji. Roślina dorasta do 40 cm wysokości, posiada szarawo-owłosione liście i kwiaty o żółtej barwie. Spośród wielu zidentyfikowanych związków wchodzących w skład olejku eterycznego, pozyskanego z całych kwiatów, w najwyższym stężeniu występowały: germakren D (21,7%), β -kariofilen (14,4%) oraz tlenek kariofilenu (6,1%) (FLAMINI i współaut. 2006).

Centaurea chrysantha Wagenitz jest rośliną wieloletnią, posiadającą wzniesioną łodygę zakończoną kwiatostanem osiagającą wysokość 5-10 cm; roślinę charakteryzują żółte kwiaty i lancetowate liście, z gęstymi, białym włoskami po obu stronach. *C. chrysantha* Wagenitz jest rzadkim gatunkiem endemicznym sekcji *Acrocentron*, charakterystycznym dla pasma górskiego Aladaglar w Turcji. Rośnie na skalistych i kamienistych zboczach z brunatnymi glebami leśnymi i preferuje półpustynny, chłodny klimat śródziemnomorski z roczną sumą opadów ok 400 mm. Olejek eteryczny otrzymany ze świeżych kwiatostanów zawierał 76 związków, które łącznie stanowiły 87,1% jego składu. Monoterpeny, podobnie jak węglowodory i pochodne tlenowe, były w olejku prawie nieobecne. Wśród węglowodorów znaleziono jedynie śladowe ilości α -pinenu, α -felandrenu oraz limonenu. Najliczniejszą grupą związków okazały się seskwiterpeny, a germakren D był głównym składnikiem stanowiącym 27,4% olejku. Olejek zawierał również 5,4% bicyklogermakrenu, 4,2% β -kariofilenu oraz 9,5% tlenku kariofilenu. Ponadto zidentyfikowano: α -kadinol (2,6%), globulol (1,8%), β -bisabolen (1,2%), *trans*-nerolidol (0,7%), gwajol (0,6%) oraz (E)- β -farnezen (0,4%). Olejek eteryczny zawierał również wiele nieterpenowych aldehydów alifatycznych o łańcuchach prostych, razem z

aromatycznymi pochodnymi benzaldehydu i fenyloacetaldehydu, które łącznie stanowiły 12,8% (DURAL i współaut. 2003).

Centaurea cineraria L. subsp. *umbrosa* (Lacaita) Pign to gatunek endemiczny dla zachodniej części Sycylii. Jest to wieloletnia roślina rosnąca wzdłuż klifów. Jej cechą charakterystyczną są duże koszyczki kwiatowe z czerwono-fioletowymi kwiatami. Olejek eteryczny, o bladożółtej barwie i kleistej konsystencji, pozyskany został ze świeżych kwiatów. Łącznie zidentyfikowano 55 związków stanowiących 89,7% olejku, w składzie którego największy udział miały seskwiterpeny (44,9%). Do głównych substancji należały: germakren D (22%), kariofilen (8,6%), tlenek kariofilenu (3,2%) oraz kwas palmitynowy (20,8%) (SENATORE i współaut. 2003).

Centaurea cuneifolia Sibth. & Sm. należy do sekcji *Acrolophus*. Ta dwuletnia roślina charakteryzuje się zazwyczaj wznoszącą się i bardzo rozgałęzioną łodygą o wysokości 30-60 cm oraz pierzastosiecznymi, prawie bezwłosymi liśćmi z wąskimi segmentami. Koszyczki kwiatowe są stosunkowo małe, a przylistki, jeśli występują, są krótko zbiegające się u podstawy, zazwyczaj strzępiaste. *C. cuneifolia* Sibth. & Sm. występuje na terenie południowo-wschodniej części Półwyspu Bałkańskiego. Z części nadziemnych roślin otrzymano jasno-żółty olejek eteryczny, w którym zidentyfikowano 78 związków, stanowiących 92,6% wszystkich związków. Analiza składu wykazała, że jest on bogaty w terpenoidy (55,2%). Główną grupą związków okazały się seskwiterpeny tlenowe, a wśród nich dominowały: β -eudesmol (26,5%), spatulenol (6,3%) i tlenek kariofilenu (2,9%). W skład olejku wchodziło również 6 kwasów tłuszczowych, stanowiących łącznie 23,1%, z których w najwyższym stężeniu były: kwas palmitynowy (17,6%) i kwas (Z,Z)-9,12-oktadekanowy (2,4%). Węglowodory nie występowały w dużej ilości (6,2%), a związki zawierające grupę karbonylową reprezentowane były przez 14 substancji (5,7%). Zidentyfikowano także 13 innych związków, bardzo rzadkich w olejkach eterycznych, pozyskiwanych z roślin rodzaju *Centaurea* L. (ROSSELLI i współaut. 2009). w olejkach eterycznych pozyskiwanych z roślin rodzaju *Centaurea* L. (ROSSELLI i współaut. 2009).

Centaurea cyanus L. (syn. *Cyanus segetum* Hill), znany w Polsce jako chaber bławatek, jest gatunkiem z rodziny Astrowatych, należącym do sekcji *Cyanus*. Występuje powszechnie na terenie całej Europy i Syberii Zachodniej. Roślina ta uważana jest za pospolity chwast; dzięki niewielkim wymaganiom siedliskowym rośnie na wszystkich glebach, w szczególności możemy go spotkać na polach z uprawami rzepaku,

zboż ozimych oraz roślin okopowych i motylkowych. Chaber bławatek jest gatunkiem jednorocznym, miododajnym, osiągającym od 30 do 90 cm wysokości. Koszyczki kwiatowe charakteryzują się niebieską barwą kwiatów rurkowatych. Jako roślina lecznicza wykazuje działanie moczopędne, jest także stosowany w stanach zapalnych oczu; 5% napar z suszonych kwiatów chabra bławatka, wykorzystywany jest w leczeniu biegunki, na zwiększenie apetytu, a także do łagodzenia ucisku w klatce piersiowej. W olejku eterycznym wyizolowanym z części nadziemnych, zidentyfikowano 88 związków, stanowiących łącznie 85,4% składu olejku. Najliczniejszymi grupami okazały się monoterpény tlenowe (29,9%) i kwasy tłuszczowe (16%). Dominującymi składnikami olejku eterycznego były: karwakrol (25,5%), kwas palmitynowy (6,4%) i tlenek kariofilenu (2,8%) (KOHLMÜNZER 1998, KARAMENDERES i współaut. 2008, KOCA i współaut. 2009).

Centaurea deflexa Wagenitz jest wieloletnią rośliną z 5-30 cm płozącą się łodygą. Liście są gęsto owłosione, a kwiaty mają barwę żółtą. Jest to gatunek endemiczny dla Turcji. Związkiem dominującym w składzie olejku pozyskanego z kwiatów okazał się β -kariofilen, którego stężenie wynosiło 33,9%. W znacznej ilości występowały również: germakren D (21,2%) i tlenek kariofilenu (12,8%) (FLAMINI i współaut. 2006).

Centaurea depressa M. Bieb. [syn. *Cyanus depressus* (M. Bieb.) Soják] jest to roślina najczęściej spotykana na terenach południowo-zachodniej i środkowej Azji. Olejek eteryczny, uzyskany z wysuszonych części nadziemnych, jako główne składniki zawierał: kwas palmitynowy (21,3%), karwakrol (14,2%), kwas tetradekanowy (8,8%), kwas dodekanowy (4,7%) (KARAMENDERES i współaut. 2008).

Centaurea dichroa Boiss. & Heldr. jest endemiczną rośliną pochodzącą z Turcji. Materiałem roślinnym, wykorzystanym do pozyskania olejku eterycznego, były wysuszone w warunkach naturalnych nadziemne części roślin. Otrzymany olejek eteryczny zawierał 85 związków, które stanowiły łącznie 76,4% zawartości, a głównymi jego składnikami były: kwas palmitynowy (11,8%), tlenek kariofilenu (9,8%) i spatulenol (5,8%) (ALTINTAS i współaut. 2004).

Centaurea ensiformis P.H. Davis jest tureckim gatunkiem endemicznym, który występuje na glebach serpentynitowych. Jego cechy morfologiczne nie pozwalają na wyraźne przypisanie do żadnej z istniejących sekcji, jednak został on umieszczony w grupie *Cheirolepis-Pseudoseridia*. Olejek eteryczny pozyskany z wysuszonych nadziemnych części roślin, jako główne związki zawierał: kar-

wakrol (17,4%), kwas palmitynowy (13,2%), fitol (6,0%), heptakozan (3,0%) i tlenek kariofilenu (2,3%) (KARAMENDERES i współaut. 2008).

Centaurea eryngioides Lam. jest rośliną dziko rosnącą w Libanie, występującą na terenie lasów cedrowych Tanourine. Wodny ekstrakt z *C. eryngioides* Lam. wykazuje silną aktywność hamującą wobec *Plasmodium falciparum*. Olejek eteryczny pozyskanego z części nadziemnych ma jasno-żółtą barwę i nie wykazuje charakterystycznego zapachu. Analiza składu wykazała obecność 70 związków, które stanowiły 95,8% jego zawartości. Wśród wielu różnorodnych substancji, grupami dominującymi w składzie olejku, okazały się kwasy tłuszczowe (43,5%) i węglowodory (12,2%). Seskwiterpeny znajdowały się w stosunkowo dużym stężeniu (węglowodory – 6,5%, seskwiterpeny zawierające tlen – 19,8%). Związkami głównymi olejku eterycznego były: kwas palmitynowy (33,2%), β -eudesmol (6,2%) i tlenek kariofilenu (4,3%) (SENATORE i współaut. 2005).

Centaurea euxina Velen. należy do sekcji Phalolepis i jest gatunkiem endemicznym w Bułgarii, występującym na piaskach morskich w północno-wschodniej części kraju. Jest to roślina dwuletnia, o łodydze długości 10-20 cm, mocno rozgałęzionej od podstawy. Liście są szaro-zielone, lekko owłosione, kwiaty różowe. Destylacja z parą wodną nadziemnych części rośliny pozwoliła na uzyskanie bladeżółtego olejku eterycznego. Wśród 69 zidentyfikowanych związków, stanowiących 92,1% jego składu, najliczniejszymi okazały się: terpenoidy (41,1%) i seskwiterpeny tlenowe (14 związków stanowiących 27,1%). Głównymi składnikami olejku były: spatulenol (10,8%), tlenek kariofilenu (6,2%) i β -eudesmol (3,9%). Zidentyfikowano także dużą grupę związków diterpenowych (9,8%), wśród których głównym składnikiem był fitol (6,7%). Z olejku wyodrębniono także 6 kwasów tłuszczowych, których stężenie łącznie wyniosło 24,5%, a dominującym związkiem tej grupy był kwas palmitynowy (20,3%) (ROSSELLI i współaut. 2009).

Centaurea hadimensis Wagenitz, K. Ertugrul & H. Dural (syn. *Psephellus hadimensis* Wagenitz) jest bardzo rzadką rośliną endemiczną występującą w Południowej Anatolii. Gatunek ten należy do sekcji Psephelloideae. Wykazuje on podobieństwo do *Centaurea pseudoscabiosa* Boiss. & Bushe i rośnie w zbliżonych warunkach. Olejek eteryczny pozyskiwany był na drodze destylacji z parą wodną świeżych kwiatów. Zidentyfikowano w nim 70 związków, które stanowiły 94,2% składu olejku. Pomimo obecności w nieco większych ilościach α -pinenu, β -pinenu, α -felandrenu, p -cymenu i ocymenu, mono-

terpeny występowały w niewielkich ilościach. W tym przypadku głównymi składnikami olejku okazały się seskwiterpeny, z przewagą germakrenu D (44,3%), a także β -kariofilenu (9,8%), bicyklogermakren (7,9%), spatulenol (3,5%) i tlenek kariofilenu (3,1%) (FLAMINI i współaut. 2002). Olejek eteryczny pozyskany z części nadziemnych *Centaurea helenioides* Boiss. & Hausskn. ex Boiss. zawierał 51 związków stanowiących łącznie 83,7% składu, z których dominującymi okazały się: tlenek kariofilenu (18,2%), germakren D (7,3%), dihydroedulan I (2,6%), *cis*-fitol (6,2%) i pentadekanal (1,7%) (YAYLI i współaut. 2009).

Centaurea hierapolitana Boiss. zaliczana jest do sekcji Acrolophus-Phalolepis. Jest to roślina endemiczna dla Turcji. Olejek eteryczny został pozyskany w procesie mikrodestylacji wysuszonych, nadziemnych części roślin. Dominującymi związkami olejku były: kwas palmitynowy (33,4%), karwakrol (13,3%) i kwas tetradekanowy (4,4%) (KARAMENDERES i współaut. 2008).

Olejek eteryczny z gatunku *Centaurea huber-morathii* Wagenitz (syn. *Psephellus huber-morathii* (Wagenitz) Wagenitz) pozyskiwany był z pokruszonych nasion w procesie mikrodestylacji. Analiza produktu ujawniła 85 związków stanowiących łącznie 83,2% składu olejku eterycznego. Głównymi składnikami były: oktanol (17,8%) i kwas palmitynowy (8%). W dość dużym stężeniu występowały również p -cymen (4,9%) i tlenek kariofilenu (3,3%). Węglowodory oraz ich tlenowe pochodne (alkohole, aldehydy, ketony) były obecne w większej ilości, osiągając 35% zawartości olejku. Wśród alkanów, zawartością wyróżnił się pentakozan (1,2%) i trikozan (1%). Spośród tlenowych pochodnych dominowały alkohole (18,6%) i aldehydy (10,5%), natomiast ketonów było znacznie mniej (0,6%). Oktanol, alkohol alifatyczny, nigdy wcześniej nie był opisany jako główny składnik olejków w innych gatunkach rodzaju *Centaurea* L. Badania porównawcze z głównymi związkami lotnymi wśród gatunków *Centaurea* L. wskazują, że olejek *C. huber-morathii* Wagenitz ma unikatowy skład ze względu na wysoką zawartość węglowodórów (BASER i współaut. 2006).

Centaurea iberica Trev. ex Spreng. var. *hermonis* Boiss. Lam. jest gatunkiem jednorocznym, pochodzącym z obszaru południowo-wschodniej Eurazji. Roślina ta preferuje tereny wilgotne. Dorasta do około 90 cm wysokości, łodygi ma wyprostowane, z silnie rozgałęzionymi pędami i licznymi fioletowymi kwiatami, zebranymi w koszyczki, kwitnącymi od maja do czerwca. W składzie olejku, otrzymanego z części nadziemnych zidentyfikowano łącznie 72 związki, których

zawartość wynosiła 91,9%. Najliczniejszymi grupami związków mieszaniny były węglowodory (20,3%), kwasy tłuszczowe (19,8%), seskwiterpeny węglowodorowe (9,4%) i ich tlenowe pochodne (12,1%). Składnikami dominującymi były: 4-vinyl gwajakol (8,5%), kwas palmitynowy (6,2%), kwas laurynowy (5,3%), heptakozan (3,9%) i tlenek kariofilenu (2,9%) (SENATORE i współaut. 2005, DITOMASO i współaut. 2013).

Centaurea iconiensis Hub.-Mor. jest endemicznym gatunkiem wieloletnim występującym na terenie Turcji. Łodyga tej rośliny wznosi się na wysokość 60-80 cm, liście są gładkie, a kwiaty jaskrawo-żółte. Pozyskany z ziela olejek eteryczny wyróżnił się specyficznym składem. Głównym związkiem, stanowiącym aż 84,3% olejku, okazał się undeken. W mniejszej ilości natomiast występował β -kariofilen (3,4%) i tlenek kariofilenu (0,5%) (FLAMINI i współaut. 2006).

Centaurea kotschyi var. *kotschyi* (syn. *Centaurea kotschyi* (Boiss. & Heldr.) Hayek (CKK) i *Centaurea kotschyi* var. *decumbens* (CKD) należą do sekcji Cheirolepis i mają 10-60 cm łodygę ze zdrewniałym kłaczem, lancetowate liście i żółte kwiaty. Są to endemiczne rośliny występujące w Turcji. Oba omawiane gatunki różnią się od siebie rodzajem łodygi: *C. kotschyi* var. *kotschyi* ma prostą łodygę, czasami lekko zakrzywioną u podstawy, natomiast łodyga *C. kotschyi* var. *decumbens* jest płożąca się. Olejki eteryczne pozyskiwane były wyłącznie ze świeżych koszyczków kwiatowych. Łącznie zidentyfikowano w nich 61 składników, stanowiących 91,7% olejku w przypadku CKD oraz 94,8% dla CKK. Głównymi składnikami olejku pozyskanego z *C. kotschyi* var. *decumbens* były seskwiterpeny, wśród których przeważały: germakren D (29,4%), β -kariofilen (11,2%), β -cedren (7,1%), β -bisabolan (4,3%), bicyklogermakren (4,1%), a także wiele innych substancji seskwiterpenowych o zawartości od 0,2 do 3%. Olejek eteryczny zawierał również niewielkie ilości różnych aldehydów nieterpenowych. Monoterpeny były nieliczne: α -pinen i *p*-cymen w śladowych ilościach, a także α -felandren i mircen. W olejku eterycznym pozyskanym z *C. kotschyi* var. *kotschyi* seskwiterpeny były również dominującą grupą składników, z których głównym związkiem był germakren D (44,2%), natomiast zawartość β -kariofilenu (12,1%) była porównywalna z *C. kotschyi* var. *decumbens*. Olejek zawierał również bicyklogermakren (5,5%), β -cedren (4,3%), β -bisabolan (1,9%), a także trikozan (3,6%), β -selinen (3,1%) i tlenek kariofilenu (3%). W śladowych ilościach lub w bardzo niskim odsetku występowały również aldehydy nieterpenowe (ERTUGRUL i współaut. 2003).

Centaurea lanigera DC. [syn. *Cyanus lanigerus* (DC.) Holub.] jest wieloletnim gatunkiem endemicznym dla Turcji. Roślina ta ma 5-10 cm płożącą lub wznoszącą się łodygę, kosmkowate lub nieznacznie owłosione liście, wypustki z licznymi rzęskami i śnieżno-białe kwiaty.

Głównymi składnikami olejku eterycznego, pozyskanego z ziela, na drodze destylacji z parą wodną, były germakren D (43,1%) i β -kariofilen (13,7%) (FLAMINI i współaut. 2006).

Centaurea mucronifera DC. (syn. *Psephellus mucronifer* (DC.) Wagenitz.) to wieloletnia roślina należąca do sekcji Psephelloideae. Jest to gatunek endemiczny dla Turcji. Charakteryzuje się zdrewniałym kłaczem, prostymi łodygami (3-40 cm), liśćmi z szarawo-białymi włoskami i kwiatami barwy różowo-fioletowej. Można spotkać ją zazwyczaj w szczelinach skalnych i na wapiennych piargach, w południowej i zachodniej Anatolii. Preferencje ekologiczne tego gatunku pokrywają się z wymaganiami *C. chrysantha* Wagenitz. W przypadku *Centaurea mucronifera* DC. materiałem roślinnym do izolacji olejku były świeże koszyczki kwiatowe. W otrzymanym olejku eterycznym zidentyfikowano 76 związków, co stanowiło 90,6% składu. Głównym składnikiem olejku okazał się germakren D w ilości 29,3%. Ponadto, zidentyfikowano: bicyklogermakren (4,8%), β -kariofilen (7,3%), tlenek kariofilenu (5,2%) i β -eudesmol (17,4%). Nieterpenowe aldehydy alifatyczne oraz pochodne aromatyczne benzaldehydu i fenyloacetaldehydu stanowiły 9,2% olejku eterycznego (DURAL i współaut. 2003).

Centaurea napifolia L. jest rocznym gatunkiem powszechnie występującym na Sycylii. Charakterystyczną rośliną, z licznymi koszyczkami o fioletowych kwiatkach, bardzo często można spotkać dziko rosnącą na pastwiskach lub towarzyszącą przydomowym żywopłotom. W skład badanego olejku eterycznego tego gatunku wchodziło 55 związków, które łącznie stanowiły 95,2% składu, a dominującymi składnikami, stanowiącymi łącznie 84,1% składu okazały się węglowodory i kwasy tłuszczowe, z głównym składnikiem - kwasem palmitynowym (14,7%). Spośród węglowodorów w najwyższym stężeniu występowały: pentakozan (27,3%), trikozan (13,7%) i heptakozan (12,1%) (SENATORE i współaut. 2003).

Centaurea nicaeensis All. (syn. *Centaurea sicula* L.) znana także, jako „*Centaurea nizzarda*”, jest dziko rosnącą rośliną dwuletnią o żółtych kwiatkach. Spotykana jest na terenie południowych Włoch. Olejek eteryczny, pozyskany podczas destylacji z parą wodną wysuszonych i pokruszonych koszyczków

kwiatowych, zebranych w pełnym okresie kwitnienia, był barwy bladożółtej o charakterystycznym zapachu. W jego składzie zidentyfikowanych zostało 46 związków, które stanowiły 92,6% wszystkich związków. Olejek ten charakteryzował się wysoką zawartością nienasyconych kwasów tłuszczowych (66,4%) i węglowodorów (12,7%). Kwas palmitynowy (33,5%) i 9,12-oktadekadienowy (28,8%), były głównymi kwasami tłuszczowymi, a spośród 11 węglowodorów obecnych w mieszaninie, najwyższą zawartość wykazały: heptakozan (3,6%) i nonakozan (2,8%). Wśród seskwiterpenów było 10 węglowodorów (3,1%) i 5 zawierających tlen (3,1%). Dominującymi związkami należącymi do tej frakcji okazały się kariofilen (2,0%) i tlenek kariofilenu (2,1%). W składzie olejku eterycznego z *C. nicaeensis* All. na uwagę zasługuje również obecność tymolu (2,4%) i karwakrolu (1,8%) (SENATORE i współaut. 2008).

Głównymi składnikami olejku uzyskanego z wysuszonych części nadziemnych *Centaurea paphlagonica* (Bornm.) Wagenitz były: kwas palmitynowy (28,9%), kwas laurynowy (22,8%) i tlenek kariofilenu (9,2%). Kwasy tłuszczowe były grupą dominującą (KOSE i współaut. 2009).

Centaurea parlatoris Heldr. jest gatunkiem endemicznym dla Sycylii, występującym na obszarze wulkanu Etna, gór Pelorytańskich i gór Madonie. Roślina ta kwitnie na fioletowo, lokalnie nazywana jest „fiordaliso di Parlatore”. Do otrzymania olejku eterycznego wykorzystano całe kwiaty, zebrane w pełnym okresie kwitnienia. Otrzymany bladożółty olejek, o specyficznym zapachu, zawierał 80 związków, które stanowiły łącznie 91,9% zawartości. W składzie olejku przeważały głównie węglowodory (42,0%) i kwasy tłuszczowe (22,0%). Dominującym składnikiem olejku był kwas palmitynowy (18,1%), przy stosunkowo niewielkiej ilości kwasu 9,12-oktadekadienowego (2,3%). Najliczniejszymi składnikami frakcji węglowodorowej, składającej się z 20 związków, były: nonakozan (10,2%), heptakozan (9,6%) i trikozan (5,4%). W olejku wykazano również obecność 19 seskwiterpenów: 9 węglowodorów (3,3%) i 10 zawierających tlen (8,4%). W grupie tej dominującymi związkami były kariofilen (2,6%) i tlenek kariofilenu (4,4%) (SENATORE i współaut. 2008).

Centaurea pelia DC. jest greckim gatunkiem endemicznym. Jest to bylina o stosunkowo niewielkich koszyczkach i kwiatach barwy żółtej. Do otrzymania olejku eterycznego wykorzystano świeże nadziemne części roślin, zebrane w pełnym okresie kwitnienia. W skład olejku wchodziło wiele związków, jednak grupą wyróżniającą się dużą zawartością okazały się węglowodory i ich tlenowe

pochodne (31,4%), spośród których heptakozan (5,7%) był związkiem o najwyższym stężeniu. W znaczącej ilości obecne były także kwasy tłuszczowe (31,9%), wśród których dominowały: kwas palmitynowy (15,4%), kwas dodekanowy (7,9%) i kwas tetradekanowy (4,2%). Warto również wspomnieć o seskwiterpenach tlenowych, wśród których dominującymi były tlenek kariofilenu (4,3%) i spatulenol (2,1%) (LAZARI i współaut. 2000).

Centaurea pseudoscabiosa Boiss. & Busshe jest to gatunek sekcji Acrocentron, który spotkać można głównie w obszarze wschodniej Anatolii. Roślina ta, należąca do gatunków termofilnych, preferuje lasy cedrowe lub jodłowe, a także półsuchy, wilgotny klimat śródziemnomorski z opadami rocznymi około 650 mm. Analiza olejku eterycznego, pozyskanego z części nadziemnych, wykazała obecność 55 związków stanowiących łącznie 86,6% składu olejku. Kompozycja okazała się uboga w monoterpeny, które obecne były tylko w śladowych ilościach, z wyjątkiem tymolu (0,3%) i linalolu (0,2%). Wśród wielu składników lotnych znalazły się aldehydy nieterpenowe, alkohole, ketony i węglowodory nienasycone, jednak również w niskim odsetku. Najliczniejszą grupą składników olejku eterycznego okazały się seskwiterpeny, a wśród nich w dużej ilości występowały: germakren D (36%), β -seskwifelandren (8,5%), β -kariofilen (8,1%), tlenek kariofilenu (4,4%), bicyklogermakren (4,2%) i spatulenol (2,8%) (FLAMINI i współaut. 2002).

Centaurea ptosimopappoides Wagenitz jest wieloletnim półkrzewem o prostych wzniesionych (do 35 cm) pędach. Roślina ta ma twarde, nagie liście, ostro zakończone wypustki i żółte kwiaty. Jest to gatunek endemiczny dla Turcji. Do najważniejszych związków występujących w olejku eterycznym, pozyskanym z ziela należały: germakren D (36,9%) i β -kariofilen (22,5%) (FLAMINI i współaut. 2006).

Centaurea pulcherrima Willd. var. *pulcherrima* [syn. *Psephellus pulcherrimus* (Wild.) Wagenitz] to gatunek roślinności alpejskiej, wzrastający na terenach skalistych. Jest to wieloletnia roślina tworząca kępy, charakteryzująca się różowymi kwiatami. Olejek eteryczny ze świeżych kwiatów tego gatunku pozyskiwany był za pomocą dwóch metod: destylacji z parą wodną (HD) i destylacji mikrofalowej (MD). W składzie otrzymanych olejków otrzymanych tymi metodami zidentyfikowano łącznie 58 oraz 57 związków, które stanowiły odpowiednio 93,7% i 91,6% składu. Olejek uzyskany w procesie destylacji mikrofalowej różnił się od otrzymanego podczas destylacji z parą wodną składem ilościowym i nieznacznie jakościowym. Związkami dominującymi w przypad-

ku obu olejków okazały się: germakren D (17,8% HD, 23,2% MD), limonen (3,5% HD, 2,6% MD), linalol (3,3% HD, 2,9% MD), β -kariofilen (5,4% HD, 6,4% MD), bicykloelemen (2,1% HD, 3,5% MD) i α -kadinol (5,8% HD; 4,4% MD). Omawiane olejki wykazują właściwości przeciwbakteryjne, co zostało potwierdzone badaniami *in vitro*, metodą rozcieńczeń w agarze. Testy wykazały, że olejek eteryczny pozyskany z *C. pulcherrima* Willd. var. *pulcherrima* charakteryzuje się dobrą aktywnością przeciwbakteryjną w stosunku do bakterii Gram-dodatnich, zwłaszcza *Mycobacterium smegmatis*, oraz grzybów drożdżopodobnych *Candida albicans*, jednak działa słabo na bakterie Gram-ujemne (KAHRIMAN i współaut. 2012).

Olejek eteryczny z zioła *Centaurea pullata* L. zawierał 75 związków, z których siedem było nieznanymi. Składniki kompozycji stanowiły łącznie 96,2% olejku. Wśród wyizolowanych związków, dominującymi okazały się: tlenek kariofilenu (27,0%), 6,10,14-trimetylo-2-pentadekanon (14,9%) i izomer fitolu (16,5%). W ilościach znaczących obecne były również: pentadekanon (2,0%), β -eudesmol (1,7%) i β -kariofilen (1,6%), a także 15 innych, ważnych składników, jak na przykład α -pinen, terpinen-4-ol, piperyton, tetrakozan, znaleziono w ilościach śladowych (<0,1%) (DOB i współaut. 2009).

Centaurea reuteriana var. *reuteriana* (Boiss.) Dostál [syn. *Cyanus reuterianus* (Boiss.) Holub] należy do sekcji *Cyanus* i jest rośliną endemiczną dla Turcji. Z olejku eterycznego, pozyskanego w procesie mikrodestylacji nadziemnych, wysuszonych części roślin, wyizolowano 62 związki, które stanowiły łącznie 84,2%. W składzie olejku, dominującą grupą były kwasy tłuszczowe i estry (32,3%), gdzie głównym związkiem był kwas palmitynowy (23,8%). Ponadto, dużym stężeniem wyróżniły się: karwakrol (14,9%), tlenek kariofilenu (6,2%), heptakozan (4,7%) i nonakozan (4,3%) (KARAMENDERES i współaut. 2008).

Centaurea saligna (K. Koch) Wagenitz jest gatunkiem endemicznym występującym w Turcji. W składzie olejku zidentyfikowano 40 związków, stanowiących 84,2% składu, spośród których najliczniejszą grupą okazały się seskwiterpeny tlenowe (14,6%). Do głównych składników olejku należały: kwas palmitynowy (41,9%), fitol (8,2%), heptakozan (5,2%) i karwakrol (4,1%) (ALTINTAS i współaut. 2009).

Centaurea sessilis Wild. (syn. *Centaurea oltensis* Sosn.) to gatunek występujący wyłącznie w Turcji, rozmieszczony głównie na terenie wschodniej Anatolii. Jest to zielna roślina wieloletnia, rosnąca na górskich stokach i suchych stanowiskach. Głównymi składnikami olejku eterycznego, otrzymane-

go z wysuszonych nadziemnych części roślin spośród 40 wyizolowanych, stanowiących łącznie 66,7% olejku były: β -eudesmol (12,4%), tlenek kariofilenu (10%), fitol (6,4%), spatulenol (4,9%) i 6,10,14-trimetylo-2-pentadekanon (3,1%) (YAYLI i współaut. 2005).

Centaurea solstitialis L. ssp. *schouwi* (DC.) Gugler jest gatunkiem endemicznym dla Sycylii i Sardynii. Jest to roślina roczna lub dwuletnia, posiadająca żółte, hermafrodytyczne kwiaty. Przypisuje się jej właściwości allelopatyczne i neurotoksyczne. Bładożółty olejek eteryczny otrzymano z wysuszonych i pokruszonych koszyczków kwiatowych. Analiza otrzymanego olejku wykazała obecność 57 związków, stanowiących 91,8% mieszaniny. Kwasy tłuszczowe i ich estry (43,6%) oraz trzynaście związków węglowodorowych (28,0%) były przeważającymi frakcjami olejku. Głównym kwasem tłuszczowym, który występował również w postaci estru metylowego (3,9%), był kwas palmitynowy (29,4%); w znacznym stężeniu wykryto również kwas 9,12-oktadekadienowy (4,9%). Spośród węglowodorów, najbardziej wyróżniającymi się substancjami były: heptakozan (7,7%), nonakozan (5,6%) i pentakozan (5,2%). W olejku tym znaczącą grupą okazały się również seskwiterpeny, które reprezentowane były przez 18 związków: 12 węglowodorów (5,2%) oraz 6 zawierających tlen (2,5%). Germakren D (1,7%), tlenek kariofilenu (1,5%) i kariofilen (1,2%) były związkami dominującymi (SENATORE i współaut. 2008).

Centaurea sphaerocephala L. jest wieloletnią rośliną trawiastą, dziko rosnącą na Sycylii, lokalnie nazywaną „fiordaliso delle spiagge”, czyli „chaber plażowy”, dorastająca do 50 cm wysokości, a jej okres kwitnienia trwa od czerwca do września. Ze świeżych koszyczków kwiatowych, otrzymano olejek eteryczny o bładożółtej barwie, bez specyficznego zapachu. Analiza wykazała, że głównymi grupami związków występujących w składzie olejku były kwasy tłuszczowe (44,2%) i węglowodory (15,9%), a związkami dominującymi okazały się: kwas palmitynowy (30,7%) i heptakozan (4,9%). W skład olejku eterycznego wchodziły także seskwiterpeny (13 węglowodorów; 9,2%) i seskwiterpeny zawierające tlen (9 składników; 13,6%). Spośród seskwiterpenów, do głównych związków wyizolowanych z olejku należały: β -eudesmol (5,4%), humulen epoksydowy II (1,8%) i tlenek aromadendrenu II (1,7%) (SENATORE i współaut. 2006).

Centaurea thessala subsp. *drakiensis* (Freyn & Sint.) T. Georgiadis to wieloletnia roślina endemiczna dla Grecji. Gatunek ten ma niewielkie koszyczki i różowo-fioletowe

kwiaty rurkowate. W składzie olejku otrzymanego z części nadziemnych dominował związek zaliczany do grupy węglowodorów i ich tlenowych pochodnych (49,7%), heksakozan, którego stężenie wynosiło 22,6%. W stosunkowo wysokim stężeniu występowały dwa inne związki należące do tej grupy: dokozan (5,5%) i triakontan (5,3%). Olejek zawierał również w znacznej ilości tlenek kariofilenu (7,8%) i spatulenol (5,8%), należące do seskwiterpenów tlenowych. Kwasy tłuszczowe stanowiły łącznie 13% olejku, a w najwyższym stężeniu występowały: kwas palmitynowy (7,4%) i kwas tetradekanowy (2,1%) (LAZARI i współaut. 2000).

Centaurea urvillei DC jest gatunkiem należącym do sekcji Acrocentron, występującym powszechnie. W Turcji uznana jest za roślinę żywicielską dla *Phytoecia behen*, chrząszcza z rodziny Cerambycidae (DOB I WSPÓLAUT. 2009, KIERZEK 2015). W olejku eterycznym otrzymanym z części nadziemnych zidentyfikowano 77 związków, stanowiących łącznie 86,3% składu. Dominującą grupą w mieszaninie okazały się kwasy tłuszczowe i estry (44,6%), w których związkami głównymi były: kwas palmitynowy (26,4%), kwas dodekanowy (9,4%) i kwas tetradekanowy (4,1%). Znacznym stężeniem wyróżnił się również karwakrol (12,4%) (KARAMENDERES i współaut. 2008).

Ostatnią o omawianych roślin jest *Centaurea zuccariniana* DC., dwuletni gatunek występujący głównie na obszarze Grecji i południowej Albanii. Roślina ta kwitnie na fioletowo i charakteryzuje się stosunkowo małymi koszyczkami kwiatowymi. Pozyskany z części nadziemnych, pozbawiony specyficznego zapachu bladożółty olejek charakteryzuje się wysoką zawartością węglowodorów i ich tlenowych pochodnych, stanowiących łącznie 27,4% olejku, oraz kwasów tłuszczowych, których stężenie wyniosło 17,3%. Do związków dominujących zaliczamy kwasy: palmitynowy (6,5%), tetradekanowy (4,1%) i heptakozan (4,0%). W składzie olejku, dość dużym stężeniem wyróżnił się tlenek kariofilenu (6,2%) i spatulenol (4,2%), należące do grupy seskwiterpenów tlenowych (LAZARI i współaut. 2000).

Olejki eteryczne roślin z rodzaju *Centaurea* L. stanowią mieszaniny różnorodnych związków. Każdy z nich ma osobliwy i niepowtarzalny skład, niekiedy wyróżniają się na tle pozostałych zawartością unikatowych substancji, jednakże cechuje je również duże podobieństwo. Analizując skład mieszanin olejkowych opisanych gatunków rodzaju *Centaurea* L., wyraźnie zauważa się obecność związków seskwiterpenowych jako grupy dominującej, przy czym przeważają w niej związki węglowodorowe, a w mniej-

szej ilości ich tlenowe pochodne. Związkami dominującymi, najczęściej występującymi w składzie tych olejków i stanowiącymi najwyższą zawartość procentową są: germakren D, β -kariofilen, bicyklogermakren, tlenek kariofilenu, spatulenol. W mniejszych ilościach występują: β -eudesmol, β -bisabolan, β -selinen, β -cedren. W składzie olejków obecne były również monoterpény, jednak przeważnie w ilości nieprzekraczającej 1%. Wśród nich najczęściej spotykanymi były: α - i β -pinen, mircen, α -fellandren, *p*-cymenten, limonen i *o*-cymenten. W przypadku sporej grupy roślin, w kompozycji pozyskanych z nich olejków dominują kwasy tłuszczowe, na czele z kwasem palmitynowym. Innymi, wspólnie wyizolowanymi związkami były nieterpenowe pochodne takie jak: aldehydy alifatyczne, alkohole, ketony, estry, węglowodory, fenole. Spośród nich na uwagę zasługują: karwakrol, tymol, fitol, oktanal, dekanal i heptakozan. Skład chemiczny opisanych olejków przedstawiono w Tabeli 1.

Warto zwrócić uwagę, iż skład olejków pozyskiwanych z poszczególnych roślin różni się w zależności od ich pochodzenia. Widoczne są niekiedy dość duże różnice w wydajności, składzie chemicznym i związkach dominujących, co dzieli rodzaj *Centaurea* L. na wiele chemotypów. Relacja ta związana jest z różnymi siedliskami roślin i może wynikać z odmiennych warunków środowiskowych takich jak: opady, skład gleby czy struktura morfologiczna, aczkolwiek wnioski takie wymagają dalszych badań (DOB i współaut. 2009).

ZASTOSOWANIE

Niektóre gatunki *Centaurea* L., ze względu na atrakcyjne kwiaty, uprawiane są jako rośliny ozdobne, inne mają ważne zastosowania lecznicze. Badania etnofarmakologiczne wykazały, że wiele z tych roślin jest w różnych krajach używana w medycynie ludowej do leczenia różnych dolegliwości. Niektóre gatunki, takie jak *Centaurea cyanus* L. (syn. *Cyanus segetum* Hill.) lub *Centaurea scabiosa* L., wykazują działanie przeciwbólowe, przeciwgorączkowe oraz kardiotoniczne i są stosowane w schorzeniach wątroby, skóry, a także w łagodzeniu dolegliwości żołądkowych. Natomiast między innymi *Centaurea solstitialis* L. w tureckiej medycynie ludowej wykorzystywana jest do leczenia ropni, hemoroidów, wrzodów i przeziębienia. W literaturze naukowej możemy znaleźć również wzmianki o właściwościach przeciwlupieżowych, przeciwbiegunkowych, przeciwreumatycznych, przeciwzapalnych, żółciopędnych, diuretycznych, cytotoksycznych, a także

Tabela 1. Główne składniki olejków eterycznych poszczególnych gatunków rodzaju *Centaurea* L.

Gatunek	Główne składniki olejku
<i>C. aladagensis</i> Wagenitz	kwas palmitynowy, tlenek kariofilenu
<i>C. antiochia</i> Boiss.	germakren D, β -kariofilen, spatulenol, dekanal
<i>C. antitauri</i> Hayek	germakren D, β -kariofilen
<i>C. appendicigera</i> K. Koch	tlenek kariofilenu, β -kariofilen
<i>C. armena</i> Boiss.	β -eudesmol, β -kariofilen, kalaren
<i>C. aucheri</i> (DC) Wagenitz	tlenek kariofilenu, β -kariofilen, germakren D
<i>C. babylonica</i> (L.) L.	germakren D, β -kariofilen
<i>C. balsamita</i> Lam.	germakren D, spatulenol, β -kariofilen
<i>C. cadmea</i> Boiss.	kwas palmitynowy, karwakrol, kwas dodekanowy, fitol
<i>C. calcitrapa</i> L.	kwas 9,12-oktadekadienowy, trikozan, kariofilen, β -bisabolen, germakren D
<i>C. calolepis</i> Boiss.	kwas palmitynowy, karwakrol, fitol, spatulenol, kwas tetradekanowy
<i>C. cariensis</i> Boiss.	karwakrol, kwas dodekanowy, kwas palmitynowy
subsp. <i>maculiceps</i> (O. Schwarz) Wagenitz	
<i>C. cariensis</i> Boiss.	karwakrol, kwas dodekanowy, kwas palmitynowy, fitol
subsp. <i>microlepis</i> (Boiss.) Wagenitz	
<i>C. cheirolepidoides</i> Wagenitz	germakren D, β -kariofilen, tlenek kariofilenu
<i>C. chrysantha</i> Wagenitz.	germakren D, bicyklogermakren, β -kariofilen, tlenek kariofilenu
<i>C. cineraria</i> L.	germakren D, kariofilen, tlenek kariofilenu,
subsp. <i>umbrosa</i> (Lacaita) Pign	kwas palmitynowy
<i>C. cuneifolia</i> Sibth. & Sm.	β -eudesmol, kwas palmitynowy, spatulenol, tlenek kariofilenu
<i>C. cyanus</i> L.	karwakrol, kwas palmitynowy, tlenek kariofilenu
<i>C. deflexa</i> Wagenitz	germakren D, tlenek kariofilenu
<i>C. depressa</i> Bieb.	kwas palmitynowy, karwakrol, kwas tetradekanowy, kwas dodekanowy
<i>C. dichroa</i> Boiss. & Heldr	kwas palmitynowy, tlenek kariofilenu, spatulenol
<i>C. ensiformis</i> P.H. Davis	karwakrol, kwas palmitynowy, fitol, heptakoza, tlenek kariofilenu
<i>C. eryngioides</i> Lam.	kwas palmitynowy, β -eudesmol, tlenek kariofilenu
<i>C. euxina</i> Velen.	kwas palmitynowy, spatulenol, fitol, tlenek kariofilenu, β -eudesmol
<i>C. hadimensis</i> Wagenitz K. Ertugrulb & H. Dural	germakren D, β -kariofilen, spatulenol, tlenek kariofilenu, bicyklogermakren
<i>C. helenioides</i> Boiss & Hausskn. ex Boiss	tlenek kariofilenu, germakren D
<i>C. hierapolitana</i> Boiss.	kwas palmitynowy, karwakrol, kwas tetradekanowy
<i>C. huber-morathii</i> Wagenitz	oktanol, kwas palmitynowy, tlenek kariofilenu, <i>p</i> -cymen
<i>C. iberica</i> Trev. ex Spreng. var. <i>hermonis</i> Boiss. Lam	4-vinyl gwajakol, kwas palmitynowy, kwas laurynowy, heptakoza, tlenek kariofilenu
<i>C. iconiensis</i> Hub.-Mor.	β -kariofilen, tlenek kariofilenu
<i>C. kotschyi</i> (Boiss. & Heldr.) Hayek	germakren D, β -kariofilen, β -cedrene, β -bisabolan, bicyklogermakren
<i>C. lanigera</i> DC.	germakren D, β -kariofilen
<i>C. mucronifera</i> DC.	germakren D, bicyklogermakren, β -kariofilen tlenek kariofilenu, β -eudesmol

<i>C. napifolia</i> L.	kwas palmitynowy, pentakozan, trikozan, heptakozan
<i>C. nicaeensis</i> All.	kwas palmitynowy, kwas 9,12-oktadekadienowy, kariofilen, tlenek kariofilenu, tymol, karwakrol
<i>C. paphlagonica</i> (Bornm.) Wagenitz	kwas palmitynowy, kwas laurynowy, tlenek kariofilenu
<i>C. parlatoris</i> Helder	kwas palmitynowy, nonakozan, trikozan, heptakozan, kariofilen, tlenek kariofilenu
<i>C. pelia</i> DC.	kwas palmitynowy, kwas dodekanowy, heptakozan, tlenek kariofilenu, spathulenol
<i>C. pseudoscabiosa</i> Boiss. & Bushe	germakren D, β -seskwifelandren, β -kariofilen, tlenek kariofilenu, bicyklogermakren, spatulenol
<i>C. ptosimopappoides</i> Wagenitz	germakren D, β -kariofilen
<i>C. pulcherrima</i> Willd. var. <i>pulcherrima</i>	germakren D, limonen, linalol, β -kariofilen, α -cadinol, bicykloelemen,
<i>C. pullata</i> L.	tlenek kariofilenu, izomer fitolu, β -eudesmol, 6,10,14-trimetylo-2-pentadekanon, pentadekan, β -kariofilen
<i>C. reuteriana</i> Boiss. var. <i>reuteriana</i> (Boiss.) Dostál	karwakrol, tlenek kariofilenu, heptakozan, nonakozan
<i>C. saligna</i> (K. Koch) Wagenitz	kwas palmitynowy, fitol, heptakozan, karwakrol
<i>C. sessilis</i> Wild.	β -eudesmol, tlenek kariofilenu, fitol, spatulenol
<i>C. solstitialis</i> L. ssp. <i>schowwii</i> (DC.) Gugler	kwas palmitynowy, kwas 9,12-oktadekadienowy, heptakozan, nonakozan, pentakozan, germakren D, tlenek kariofilenu, kariofilen
<i>C. sphaerocephala</i> L.	kwas palmitynowy, heptakozan, β -eudesmol
<i>C. thessala</i> Hausskn. subsp. <i>drakiensis</i> (Freyn & Sint.) T. Georgiadis	heksakozan, tlenek kariofilenu, spatulenol, kwas palmitynowy
<i>C. urvillei</i> DC.	kwas palmitynowy, karwakrol, kwas dodekanowy, kwas tetradekanowy
<i>C. zuccariniana</i> DC.	kwas palmitynowy, tlenek kariofilenu, spatulenol

przeciwbakteryjnych gatunków z tego rodzaju (AKTUMSEK i współaut. 2011).

Bogaty skład olejków eterycznych z rodzaju *Centaurea* L., skłania do dokładnego sprawdzenia ich aktywności biologicznej i wpływu na organizmy żywe. Zawartość w olejkach różnorodnych składników, które często wykazują podobne działanie, świadczy o możliwości ich synergistycznego działania. Przeprowadzone badania potwierdzają niektóre z przewidywanych efektów, jak działanie: przeciwbakteryjne i przeciwgrzybicze, antyoksydacyjne, przeciwzapalne, cytotoksyczne, hipoglikemiczne i antycholinoesterazowe (EREL i współaut. 2011, POLITEO i współaut. 2012, ZENGIN i współaut. 2012, ERTAS I WSPÓLAUT. 2014). Najistotniejszą funkcją olejków eterycznych z rodzaju *Centaurea* L. jest ich hamujący wpływ na rozwój mikroorganizmów: bakterii G-dodatnich i G-ujemnych oraz grzybów. Różnice w aktywności przeciwdrobnoustrojowej poszczególnych olejków wynikają z odmiennego składu chemicznego i różnego stężenia związków odpowiadających za te właściwości. Testy wykazały lepsze

działanie przeciwbakteryjne w stosunku do bakterii Gram-dodatnich, niż do Gram-ujemnych. Właściwości przeciwbakteryjne próbek, badane są zazwyczaj poprzez zastosowanie metody dyfuzji na krążku lub mikrorozcieńczenia. Przykładowo, olejki eteryczne z *C. sessilis* Wild. i *C. armena* Boiss. wykazują aktywność przeciwbakteryjną w stosunku do *Yersinia pseudotuberculosis*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* i *Bacillus subtilis*. Również olejki eteryczne z *C. jacea* L. i *C. pannonica* (Heuff.) Hayek przejawiają znaczącą aktywność przeciwbakteryjną, szczególnie w stosunku do bakterii G-dodatnich. Podane przykłady aktywności przeciwdrobnoustrojowej olejków *Centaurea* L. to niewielka część spośród licznych testów potwierdzających ich działanie w stosunku do mikroorganizmów. Właściwości te związane są z występowaniem w olejkach związków takich jak karwakrol, eugenol, tymol, tlenek kariofilenu, β -kariofilen czy β -eudesmol, które działają w synergii z innymi składnikami, takimi jak: aldehydy, alkohole czy terpeny (1-okten-3-ol, linalol, limonen, *p*-cyment).

Mimo że związki te obecne są w badanych olejkach nieraz tylko w ilościach śladowych, to okazuje się, że są one bardzo aktywne w stosunku do różnych drobnoustrojów (YAYLI i współaut. 2005, FORMISANO i współaut. 2008, MILOSEVIĆ i współaut. 2010, POLITEO i współaut. 2012). Dominująca w składzie olejków obecność seskwiterpenów laktonowych jest czynnikiem warunkującym ich przeciwzapalne, a także cytotoksyczne właściwości. Aktywność przeciwzapalna potwierdzona została badaniami czynności biologicznej olejków pozyskiwanych z gatunków takich jak, między innymi, *C. calolepis* Boiss., *C. iberica* Trev. ex Spreng, *C. cadmea* Boiss., czy *C. hierapolitana* Boiss. W przypadku *C. calolepis* Boiss. stwierdzono, że zawarty w niej seskwiterpen laktonowy wykazuje umiarkowaną toksyczność w stosunku do chondrocytów i makrofagów, co potwierdza jego działanie cytotoksyczne. Wykazano także, że obecne w składzie olejków przeciwutleniacze mogą częściowo przyspieszać gojenie się ran, przez wychwytywanie wolnych rodników tlenowych, wytwarzanych uszkodzonej tkance. Właściwości antyoksydacyjne wynikają przede wszystkim z obecności w olejkach związków fenolowych oraz terpenowych, co potwierdziły liczne testy przeprowadzane z użyciem olejków pozyskiwanych z różnych gatunków *Centaurea* L.: np. *C. balsamita* Lam. (syn. *Stizolophus balsamita* (Lam.) K. Koch) i *C. iberica* Trev. ex Spreng. var. *hermonis* Boiss. Lam.), wykazują umiarkowane działanie hamujące wobec enzymów: acetylocholinoesterazy i butyrylocholinerazy (KOCA i współaut. 2009, EREL i współaut. 2011, AKTUMSEK i współaut. 2013, ERTAS i współaut. 2014).

W badaniach aktywności biologicznej uwzględniono także działanie pojedynczych substancji, dominujących w składzie olejków eterycznych. Uważa się, że należący do seskwiterpenów germakren D ma właściwości owadobójcze, szczególnie w stosunku do komarów, działanie odstrasżające mszyce i kleszcze, ale również pełni funkcje feromonu i zwiększa atrakcyjność roślin (SCHMIDT i współaut. 1998, MOZURAITIS i współaut. 2002, NOGE i BECERRA 2009). β -kariofilen (BCP) wraz z α -kariofilem oraz tlenkiem kariofilenu tworzy mieszaninę znaną jako kariofilen. β -kariofilen jest węglowodorem seskwiterpenowym o budowie dwucyklicznej. Badania przeprowadzone na myszach, potwierdzają czynność anksjolityczną i przeciwdepresyjną BCP, który wiąże się selektywnie z receptorem CB2 (receptor kannabinoidowy typu 2), działając analogicznie do związków kannabinoidowych. Warto zwrócić uwagę, na brak powinowactwa do receptorów CB1 (receptor kannabinoidowy typu 1), dzięki cze-

mu związek ten nie wywołuje efektów psychotropowych. Receptory CB1 rozmieszczone są np. w tkance tłuszczowej mózgu, mięśniach szkieletowych, wątrobie, a CB2 głównie na komórkach układu immunologicznego. Oba typy receptorów składają się z pojedynczych łańcuchów polipeptydowych i są częścią układu endokannabinoidowego (PIETRZAK i współaut. 2011). Właściwości te dają możliwość wykorzystania BCP jako skutecznego środka przeciwdepresyjnego, również ze względu na dużą tolerancję i bezpieczeństwo stosowania u ludzi oraz brak toksyczności. Związek ten przejawia aktywność przeciwzapalną, antyoksydacyjną i przeciwnowotworową. Ponadto wykazuje również działanie przeciwbólowe i silnie miejscowo znieczulającą (GHELARDINI i współaut. 2001, BAH I i współaut. 2014). Tlenek kariofilenu znany jest jako środek konserwujący żywność, leki i kosmetyki oraz został uwzględniony przez Radę Europejską w wykazie naturalnych i syntetycznych substancji aromatyzujących. Podobnie jak β -kariofilen, charakteryzuje się aktywnością przeciwzapalną i przeciwnowotworową. Wykazuje on również działanie wspomagające regenerację skóry i właściwości przeciwgrzybicze, porównywalne do działania cyklopiroksolaminy, potwierdzone w badaniach na dermatofitach. Dużą zaletą tego związku jest brak działania toksycznego, bezpieczeństwo i niski potencjał alergizujący (YANG i współaut. 1999, CHAVAN i współaut. 2010). Kwas palmitynowy, inhibitor fosfolipazy A2, ma właściwości emulgujące i działanie przeciwzapalne. Stosowany w preparatach kosmetycznych, dzięki właściwościom okluzyjnym (właściwości błonotwórcze), wspomaga utrzymanie prawidłowego nawilżenia skóry. Zjawisko okluzji polega na wytworzeniu na skórze warstwy, która wyraźnie zmniejsza, a nawet uniemożliwia odparowanie wody z naskórka (MOLSKI 2012, VASUDEVAN i współaut. 2012). Badania *in vitro* wykazały, że spatulenol, alkohol seskwiterpenowy, hamuje aktywność glikoproteiny P przyczyniającej się do wystąpienia zjawiska oporności wielolekowej (MDR), przez co może być wykorzystany jako składnik leków stosowanych w chemioterapii. Związek ten wykazuje również właściwości immunosupresyjne (LAZARI i współaut. 2000). Karwakrol (izomer tymolu), inhibitor wzrostu mikroorganizmów, ma działanie przeciwbakteryjne w stosunku do wielu patogenów pokarmowych oraz właściwości przeciwgrzybicze, a także wykazuje aktywność przeciwzapalną, przeciwnowotworową, antygenotoksyczną, przeciwbólową i hepatoprotekcyjną (YANISHLIEVA i współaut. 1999, BAGAMBOULA i współaut. 2004, BASER 2008). β -eudesmol to alkohol seskwiterpenowy, któremu przypisuje się

zdolność hamowania angiogenezy, co może wspomóc rozwój leków w terapii chorób z nią związanych, w szczególności chorób nowotworowych. Ponadto, związek ten wykazuje aktywność przeciwdrgawkową, antymutagenną, przeciwgrzybiczą i może być wykorzystany w leczeniu otępienia (CHIOU i współaut. 1997, YU i współaut. 2008).

Właściwości pojedynczych substancji oraz olejków eterycznych wyizolowanych z roślin rodzaju *Centaurea* L. dowodzą, że ze względu na bardzo dobrą aktywność przeciwdrobnoustrojową, mogą one pełnić rolę naturalnych środków przeciwbakteryjnych czy antyseptycznych. Będąc źródłem antybiotyków naturalnych, szczególnie przeciw bakteriom opornym na antybiotyki syntetyczne, mogą stanowić bazę do tworzenia nowych leków wykorzystywanych w leczeniu chorób zakaźnych. Szczególnie istotne dla przemysłu farmaceutycznego są także właściwości przeciwwzapalne i antyoksydacyjne, co w połączeniu z aktywnością przeciwdrobnoustrojową daje szansę na wykorzystanie ich w wielu preparatach antyseptycznych, odkażających i przyspieszających gojenie ran. Należy jednak zwrócić uwagę na aktywność cytotoksyczną niektórych substancji, wchodzących w skład mieszanin olejkowych, które mogą oddziaływać niekorzystnie na organizm ludzki, wywołując np. alergie kontaktowe, czy też działanie hepato-, nefro- czy neurotoksyczne. Stąd ogromne znaczenie ma poznanie szczegółowe składu poszczególnych mieszanin, które mogą być wykorzystywane potencjalnie w lecznictwie. Wzrost zainteresowania klientów naturalnymi dodatkami do żywności, kosmetyków i leków zwiększa zapotrzebowanie na naturalne przeciwutleniacze, co daje kolejną możliwość zastosowania olejków eterycznych. Zawarte w nich związki dominujące wykazują także wiele innych obiecujących właściwości, dających nadzieję na wykorzystanie w wielu gałęziach przemysłu. Obecnie są to jednak tylko przypuszczenia, które wymagają potwierdzenia licznymi badaniami.

PODSUMOWANIE

Niniejsza praca ma na celu przybliżenie składu, właściwości i zastosowania olejków eterycznych roślin z rodzaju *Centaurea* L. Jest to bardzo obszerny i zróżnicowany pod względem morfologicznym rodzaj, wciąż wymagający badań, które pozwolą na odpowiednie pogrupowanie gatunków do niego należących.

Pomimo dużego podobieństwa w wyglądzie zewnętrznym gatunków zaliczane do rodzaju *Centaurea* L., różnią się one znacząco pod względem składu chemicznego, co oczywiście wpływa na odmienny skład pozyski-

wanych z nich olejków. Na różnice te wpływ ma także środowisko w jakim wznoszą się. Różnorodność geograficzna występowania gatunków warunkuje więc różnice w wydajności, składzie chemicznym i zawartości głównych związków olejków eterycznych. Olejki te wykazują również wiele podobieństw, zwłaszcza ze względu na zawartość seskwiterpenów, jako związków głównych, które w szczególności determinują ich właściwości. Analizując związki dominujące w ich składzie stwierdzono, że germakren D, tlenek kariofilenu, β -kariofilen, a także kwas palmitynowy, spatulenol, karwakrol i β -eudesmol, są substancjami najczęściej występującymi. Można zatem wywnioskować, że to w szczególności te substancje, wspomagane przez liczne związki towarzyszące, warunkują szerokie spectrum działania olejków. Nie dziwi więc, że gatunki rodzaju *Centaurea* L. przez lata znajdowały zastosowanie w medycynie ludowej. Obecnie mogą być one wykorzystywane jako naturalne dodatki do kosmetyków, produktów spożywczych, leków. Należy więc dokładnie poznać tę grupę roślin, aby wykorzystać wszystkie jej wyjątkowe właściwości i zastosowania.

Streszczenie

Centaurea L. jest jednym z liczniejszych (czwartym, co do wielkości) rodzajów rodziny Asteraceae, należącym do grupy roślin okrytonasiennych (kwiatowych). Morfologia i chemizm tego rodzaju, wciąż jeszcze nie są dobrze poznane. Obejmuje on najczęściej wieloletnie, ale również roczne i dwuletnie gatunki roślin trawiastych i krzewinek. Rośliny z rodzaju *Centaurea* L. występują głównie w obszarze Morza Śródziemnego i Zachodniej Azji. Rodzaj ten jest jednym z najbogatszych pod względem występowania gatunków endemicznych. Szczególnie dużą liczbę gatunków *Centaurea* L. spotkać możemy w Turcji, głównie w południowo-zachodniej, centralnej i wschodniej części kraju. Badania etnofarmakologiczne tego rodzaju wykazały, że duża liczba tych roślin jest w wielu krajach używana w medycynie ludowej do leczenia różnych dolegliwości. W niniejszej pracy przedstawiono przegląd olejków eterycznych pozyskiwanych z wybranych 50 gatunków roślin rodzaju *Centaurea* L., ze szczególnym uwzględnieniem ich składu i związków dominujących. Opisano właściwości olejków, na podstawie których wnioskować można potencjalne ich wykorzystanie w lecznictwie, przemyśle kosmetycznym czy spożywczym.

LITERATURA

- AKTUMSEK A., ZENGİN G., GÜLER G. O., ÇAKMAK Y. S., DURAN A., 2011. Screening for *in vitro* antioxidant properties and fatty acid profiles of five *Centaurea* L. species from Turkey flora. Food Chem. Toxic. 49, 2914-2920.
- AKTUMSEK A., ZENGİN G., GÜLER G. O., ÇAKMAK Y. S., DURAN A., 2013. Assessment of the antioxidant potential and fatty acid composition of four *Centaurea* L. taxa from Turkey. Food Chem. 141, 91-97.
- ALTINTAS A., KOSE Y. B., YUCEL E., DEMIRCI B., BASER K. H. C., 2004. Composition of the es-

- essential oil of *Centaurea dichroa*. Chem. Nat. Compd. 40, 604-605.
- ALTINTAS A., KOSE Y. B., KANDEMIR A., DEMIRCI B., BASER K. H. C., 2009. Composition of the essential oil of *Centaurea saligna*. Chem. Nat. Compd. 45, 267-277.
- ASADIPOUR A., MEHRABANI M., NAJAFI M. L., 2005. Volatile oil composition of *Centaurea aucheri* (DC.) Wagenitz. DARU 13, 160-164.
- BAGAMBOULA C. F., UYTENDAELE M., DEBEVERE J., 2004. Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, *Centaurea L.*, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. Food Microbiol. 21, 33-42.
- BAHI A., AL MANSOURI S., AL MEMARI E., AL AMERI M., NURULAIN S. M., OJHA S., 2014. β -Caryophyllene, a CB2 receptor agonist produces multiple behavioral changes relevant to anxiety and depression in mice. Physiol. Behav. 135, 119-124.
- BASER K. H. C., 2008. Biological and pharmacological activities of carvacrol and carvacrol bearing essential oils. Curr. Pharm. Des. 14, 3106-3119.
- BASER K. H. C., OZEK G., OZEK T., DURAN A., 2006. Composition of the essential oil of *Centaurea huber-morathii* Wagenitz isolated from seeds by microdistillation. Flav. Frag. J. 21, 568-570.
- BYLENT KOSE Y., ISCAN G., DEMIRCI B., BASER K. H. C., CELIK S., 2007. Antimicrobial activity of the essential oil of *Centaurea aladagensis*. Fito-terapia 78, 253-254.
- CHAVAN M. J., WAKTE P. S., SHINDE D. B., 2010. Analgesic and antiinflammatory activity of caryophyllene oxide from *Annona squamosa L. bark*. Phytomedicine 17, 149-151.
- CHIOU L.-C., LING J.-Y., CHANG C.-C., 1997. Chinese herb constituent β -eudesmol alleviated the electroshock seizures in mice and electrographic seizures in rat hippocampal slices. Neurosci. Lett. 231, 171-174.
- DITOMASO J. M., KYSER G. B., ONETO S. R., WILSON R. G., ORLOFF S. B., ANDERSON L. W., WRIGHT S. D., RONCORONI J. A., MILLER T. L., PRATHER T. S., RANSOM C., BECK K. G., DUNCAN C., WILSON K. A., MANN J. J., 2013. Weed control in natural areas in the Western United States. Weed Research and Information Center, University of California.
- DOB T., DAHMANE D., GAURIAT-DESRDY B., DALIGAULT V., 2009. Essential Oil Composition of *Centaurea pullata L.* J. Essent. Oil Res. 21, 417-422.
- DURAL H., BAGCI Y., ERTUGRUL K., DEMIRELMA H., FLAMINI G., CIONI P. L., MORELLI I., 2003. Essential oil composition of two endemic *Centaurea* species from Turkey, *Centaurea muconifera* and *Centaurea chrysantha*, collected in the same habitat. Biochem. Syst. Ecol. 31, 1417-1425.
- DYDAK M., KOLANO B., NOWAK T., SIWIŃSKA D., MALUSZYŃSKA J., 2009. Cytogenetic studies of three European species of *Centaurea L.* (Asteraceae). Hereditas 146, 152-161.
- EREL S. B., KARAALP C., BEDIR E., KAEHLIG H., GLASL S., KHAN S., KRENN L., 2011. Secondary metabolites of *Centaurea calolepis* and evaluation of cynic for anti-inflammatory, antioxidant, and cytotoxic activities. Pharmaceut. Biol. 49, 840-849.
- ERTAS A., GÖREN S.C., BOGA M., DEMIRCI S., KOLAK U., 2014. Chemical composition of the essential oils of three *Centaurea* species growing wild in Anatolia and their anticholinesterase activities. J. Essent. Oil-Bear. Pl. 17, 922-926.
- ERTUGRUL K., DURAL H., TUGAY O., FLAMINI G., CIONI P. L., MORELLI I., 2003. Essential oils from flowers of *Centaurea kotschyi* var. *kotschyi* and *C. kotschyi* var. *decumbens* from Turkey. Flavour Frag. J. 18, 95-97.
- ESMAEILI A., RUSTAIYAN A., NADIMI M., 2005. Volatile constituents of *Centaurea depressa* M.B. and *Carduus pycnocephalus L.* two composite herbs growing wild in Iran. J. Essent. Oil Res. 17, 539-541.
- FLAMINI G., ERTUGRUL K., CIONI P. L., MORELLI I., DURAL H., BAGCI Y., 2002. Volatile constituents of two endemic *Centaurea* species from Turkey: *C. pseudoscabiosa* subsp. *pseudoscabiosa* and *C. hadimensis*. Biochem. Syst. Ecol. 30, 953-959.
- FLAMINI G., TEBANO M., CIONI P. L., BAGCI Y., DURAL H., ERTUGRUL K., UYSAL T., SAVRAN A., 2006. A multivariate statistical approach to *Centaurea* classification using essential oil composition data of some species from Turkey. Pl. Syst. Evol. 261, 217-228.
- FORMISANO C., RIGANO D., SENATORE F., CELIK S., BRUNO M., ROSSELLI S., 2008. Volatile constituents of aerial parts of three endemic *Centaurea* species from Turkey: *Centaurea amnicola* Hub.-Mor., *Centaurea consanguinea* DC. and *Centaurea ptosimopappa* Hayek and their antibacterial activities. Nat. Prod. Res. 22, 833-839.
- GHELARDINI C., GALEOTTI N., DI CESARE MANNELLI L., MAZZANTI G., BARTOLINI A., 2001. Local anaesthetic activity of β -caryophyllene. Il Farmaco 56, 387-389.
- KAHRIMAN N., TOSUN G., YLMAZ ISKENDERA N., ALPAY KARAOGLU S., YAYLI N., 2012. Antimicrobial activity and a comparative essential oil analysis of *Centaurea pulcherrima* Willd. var. *pulcherrima* extracted by hydrodistillation and microwave distillation. Nat. Prod. Res. 26, 703-712.
- KARAMENDERES C., DEMIRCI B., BASER K. H. C., 2008. Composition of essential oils of ten *Centaurea L.* taxa from Turkey. J. Essent. Oil Res. 20, 342-349.
- KIERZEK R., 2015. Strategia przeciwdziałania odporności chabry bławatka i miotły zbożowej na herbicydy. Instytut Ochrony Roślin - Państwowy Instytut Badawczy, Poznań.
- KOCA U., SUNTAR I. P., KELES H., YESILADA E., AKKOL E. K., 2009. In vivo anti-inflammatory and wound healing activities of *Centaurea iberica Trev. ex Spreng.* J. Ethnopharmacol. 126, 551-556.
- KOHLMÜNZER S., 1998. Farmakognozja. Podręcznik dla studentów farmacji. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- KOSE Y. B., ALTINTAS A., DEMIRCI B., CELIK S., BASER K. H. C., 2009. Composition of the essential oil of endemic *Centaurea paphlagonica* (Bornm.) Wagenitz from Turkey. Asian J. Chem. 21, 1719-1724.
- LAZARI D. M., SKALTSA H. D., CONSTANTINIDIS T., 2000. Volatile constituents of *Centaurea pelia* D.C., *C. thesala* Hausskn. subsp. *drakiensis* (Frey & Sint.) Georg. and *C. zuccariniana* DC. from Greece. Flavour Fragr. J. 15, 7-11.
- MILOSEVIĆ T., ARGYROPOULOU C., SOLUJIĆ S., MURAT-SPAHIĆ D., SKALTSA H., 2010. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils from *Centaurea pannonica* and *C. jacea*. Nat. Prod. Commun. 5, 1663-1668.
- MOLSKI M., 2012. Chemia piękna. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

- MOZURAITIS R., STRANDEN M., RAMIREZ M. I., BORG-KARLSON A.-K., MUSTAPARTA H., 2002. (-)-Germacrene D increases attraction and oviposition by the tobacco budworm moth *Heliothis virescens*. *Chem. Sens.* 6, 505-509.
- NOGE K., BECERRA J. X., 2009. Germacrene D, A common sesquiterpene in the genus *Bursera* (*Burseraceae*). *Molecules* 14, 5289-5297.
- PIETRZAK B., DUNAJ A., PIĄTKOWSKA K., 2011. Rola układu kannabinoidowego w patogenezie oraz poszukiwaniu nowych możliwości farmakoterapii zespołu zależności alkoholowej. *Post. Hig. Med. Dośw.* 65, 606-615.
- POLITEO O., SKOCIBUSIC M., CAREV I., BURCUL F., JERKOVIC I., SAROLIC M., MILOS M., 2012. Phytochemical profiles of volatile constituents from *Centaurea ragusina* leaves and flowers and their antimicrobial effects. *Nat. Prod. Comm.* 7, 1087-1090.
- ROSSELLI S., BTUNO M., MAGGIO A., RACCUGLIA R. A., BANCHEVA S., SENATORE F., FORMISANO C., 2009. Essential oils from aerial parts of *Centaurea cuneifolia* Sibth. & Sm. and *C. euxina* Velen., two species growing wild in Bulgaria. *Biochem. Syst. Ecol.* 37, 426-431.
- SCHMIDT C. O., BOUWMEESTER H. J., DE KRAKER J. W., KÖNIG W. A., 1998. Biosynthesis of (+)- and (-)-germacrene D in *Solidago canadensis*: isolation and characterization of two enantioselective germacrene D synthases. *Angew. Chem. Int. Ed.* 37, 1400-1402.
- SENATORE F., RIGANO D., DE FUSCO R., BRUNO M., 2003. Volatile components of *Centaurea cineraria* L. subsp. *umbrosa* (Lacaita) Pign. and *Centaurea napifolia* L. (*Asteraceae*), two species growing wild in Sicily. *Flavour Fragr. J.* 18, 248-251.
- SENATORE F., APOSTOLIDES-ARNOLD N., BRUNO M., 2005. Volatile components of *Centaurea eryngioides* Lam. and *Centaurea iberica* Trev. var. *hermonis* Boiss. Lam., two *Asteraceae* growing wild in Lebanon. *Nat. Prod. Res.* 19, 749-754.
- SENATORE F., LANDOLFI S., CELIK S., BRUNO M., 2006. Volatile components of *Centaurea calcitrapa* L. and *Centaurea sphaerocephala* L. ssp. *sphaerocephala*, two *Asteraceae* growing wild in Sicily. *Flavour Fragr. J.* 21, 282-285.
- SENATORE F., FORMISANO C., RAIÒ A., BELLONE G., BRUNO M., 2008. Volatile components from flower-heads of *Centaurea nicaeensis* All., *C. parlatoris* Helder and *C. solstitialis* L. ssp. *schoouvi* (DC.) Dosta'l growing wild in southern Italy and their biological activity. *Nat. Prod. Res.* 22, 825-832.
- VASUDEVAN A., DILEEP K. V., MANDAL P. K., KARTHE P., SADASIVAN C., HARIDAS M., 2012. Anti-Inflammatory property of n-hexadecanoic acid: structural evidence and kinetic assessment. *Chem. Biol. Drug Des.* 80, 434-439.
- YANG D., MICHEL L., CHAUMONT J. P., MILLET-CLERC J., 1999. Use of caryophyllene oxide as an antifungal agent in an in vitro experimental model of onychomycosis. *Mycopathologia* 148, 79-82.
- YANISHLIEVA N. V., MARINOVAA E. M., GORDONB M. H., RANEVAA V. G., 1999. Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. *Food Chem.* 64, 59-66.
- YAYLI N., YASAR A., GÜLEC C., USTA A., KOLAYLI S., COSKUNCELEBI K., KARAOĞLU S., 2005. Composition and antimicrobial activity of essential oils from *Centaurea sessilis* and *Centaurea armena*. *Phytochemistry* 66, 1741-1745.
- YAYLI N., YAŞAR A., YAYLI N., ALBAY C., AŞAMAZ Y., COŞKUNÇELEBI K., KARAOĞLU Ş., 2009. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils from *Centaurea appendicigera* and *Centaurea helenioides*. *Pharmaceut. Biol.* 47, 7-12.
- YU F., HARADA H., YAMASAKI K., OKAMOTO S., HIRASE S., TANAKA Y., MISAWA N., UTSUMI R., 2008. Isolation and functional characterization of a b-eudesmol synthase, a new sesquiterpene synthase from *Zingiber zerumbet* Smith. *FEBS Lett.* 582, 565-572.
- ZENGİN G., AKTUMSEK A., GÜLER G. O., ÇAKMAK Y. S., KAN Y., 2012. Composition of essential oil and antioxidant capacity of *Centaurea drabifolia* Sm. subsp. *detonsa* (Borrm.) Wagenitz, endemic to Turkey. *Nat. Prod. Res.* 26, 1-10.

KOSMOS Vol. 67, 2, 319–334, 2018

ALEKSANDRA JÓZEFczyk, JOANNA KOWALSKA

*Chair and Department of Pharmacognosy with Medicinal Plant Unit, Medical University of Lublin, Chodźki 1, 20-093 Lublin,
E-mail: ajozefczyk@pharmacognosy.org*

COMPOSITION AND APPLICATION OF ESSENTIAL OILS FROM THE *CENTAUREA* L. PLANT GENUS

Summary

Centaurea L. is one of a more numerous genus of the Asteraceae family, ranked among the group of Angiosperm plants (flowering plants), morphology and chemical composition of which are still not well known. Most often it includes long-term plant species, but also annual and two-year species of Gramineaceous plants and shrubs. Plants from the *Centaurea* L. genus are found mainly in an area of the Mediterranean Sea and Western Asia. This genus is one of the richest in terms of occurrence of endemic species. Particularly large amounts of *Centaurea* L. species live in Turkey, mainly in south-west, central and of eastern part of the country. Ethnopharmacological examinations of the genus showed that a substantial amount of these plants in many countries is being used in the folk medicine for curing various ailments. In this paper essential oils acquired from 50 chosen species of the *Centaurea* L. plants are described, with particular reference to their chemical composition and properties important from the point of view of their possible application in health care, cosmetics and food industries.

Key words: *Centaurea* L. genus, chemical composition, essential oils, pharmacological properties