

RENATA NURZYŃSKA-WIERDAK

### **Potencjał fitoterapeutyczny wybranych gatunków z rodzaju *Satureja* (Lamiaceae)**

---

Phytotherapy potential of selected species of genus *Satureja* (Lamiaceae)

**Streszczenie.** Gatunki z rodzaju *Satureja* znane są głównie jako aromatyczne rośliny przyprawowe. Badania naukowe prowadzone w ostatnich latach wykazują ścisły związek pomiędzy substancjami aktywnymi cząbr (olejek eteryczny, związki fenolowe, garbniki, flawonoidy) a aktywnością przeciwdrobnoustrojową, przeciwutleniającą, przeciwzapalną, przeciwbólową i przeciwskurczową surowca oraz produkowanych z niego ekstraktów. Mechanizmy działania związków aktywnych cząbr nie zostały do końca poznane. Materiałem do przyszłych badań są liczne gatunki z tego rodzaju, różnorodne pod względem morfologicznym, chemicznym i pod względem aktywności biologicznej. Istniejące wyniki badań oraz rodzime tradycje medyczne pozwalają uznać cząber za perspektywiczne źródło substancji aktywnych przydatnych dla receptury ziołowej.

**Słowa kluczowe:** rośliny lecznicze, cząber, substancje biologicznie aktywne, olejek eteryczny, ekstrakty ziołowe

#### WSTĘP

Rodzaj *Satureja* (cząber) z rodziny jasnotowatych (Lamiaceae) jest bardzo zróżnicowany pod względem morfologicznym i chemicznym, a liczba gatunków w jego obrębie pozostaje nadal przedmiotem dyskusji. Niektórzy botanicy dzielą tzw. kompleks *Satureja* na kilka rodzajów (*Satureja* L., *Clinopodium* L., *Calamintha* Mill., *Acinos* Mill. i *Micromeria* Benth.), inni zaliczają tę grupę do jednego rodzaju: *Satureja* albo *Clinopodium* [Dodoš i in. 2014]. Liczba gatunków w obrębie rodzaju *Satureja* określana jest różnie, jako niewielka [Dodoš i in. 2014] lub znaczna – ponad 200 [Bezić i in. 2009]. Są to zwykle aromatyczne rośliny zielne lub krzewy, występujące w obszarze śródziemnomorskim, wschodniej Afryce, Azji i Ameryce Północnej [Sefidkon i Jamzad 2005, Skočibušić i in. 2006, Bezić i in. 2009]. Ziele cząbru pozyskiwane jest z plantacji zielarskich lub ze stanu naturalnego i przeznaczane dla celów spożywczych oraz leczniczych. Rośliny z rodzaju *Satureja* znane są w medycynie ludowej różnych krajów, głównie tych

położonych w obszarze naturalnego występowania rodzaju *Satureja*. W Turcji występuje 15 gatunków z tego rodzaju, w tym 5 endemicznych. Określane mianem „Anix, kekik”, są uznanym lokalnym surowcem zielarskim, stosowanym jako dodatek do herbat, przyprawa i środek leczniczy w tradycyjnej medycynie ludowej [Firat 2015]. Znaczne różnicowanie morfologiczne i chemiczne roślin z rodzaju *Satureja* wiąże się m.in. z ich długoletnią tradycyjną uprawą w krajach o sprzyjającym klimacie, w wyniku której powstały liczne populacje i formy. Stwarza to duże możliwości hodowlane z uwagi na wysokie prawdopodobieństwo selekcji pożądaných cech użytkowych [Hadian i in. 2008].

#### PRZEGLĄD WYBRANYCH GATUNKÓW Z RODZAJU *Satureja*

##### 1. Cząber ogrodowy (*Satureja hortensis* L.)

Jest rośliną jednoroczną, dorastającą do 30–50 cm wysokości, o lancetowatych liściach i drobnych białoliliowych kwiatach [Osińska i Rosłon 2016]. Surowcem cząbrzu ogrodowego jest ziele (*Saturejae herba*) zebrane w okresie kwitnienia i wysuszone w temperaturze do 35°C. Ziele cząbrzu ogrodowego ma słabe właściwości antyseptyczne, rzadko stosowane jest w Polsce w celach leczniczych, a głównie jako przyprawa [Kohlmünzer 2007]. Rodzimy surowiec pozyskiwany jest wyłącznie z uprawy, natomiast w innych krajach ziele zbiera się także ze stanowisk naturalnych. We wschodniej Anatolii (Turcja) cząber ogrodowy występuje powszechnie, a jego ziele, określane lokalnie mianem „Koc Out”, używane jest jako aromatyczny dodatek do herbat i mieszanek przyprawowych, a także w medycynie ludowej [Şahin i in. 2003]. W Iranie cząber ogrodowy zaliczany jest do 12 najważniejszych gatunków z rodzaju *Satureja*, uprawianych w różnych obszarach kraju. Ziele cząbrzu jest szeroko stosowane jako aromatyczny dodatek do żywności oraz w tradycyjnej medycynie irańskiej jako środek wiatropędny, gastroprotekcyjny, przeciwbiegunkowy i moczopędny, a w niektórych regionach także jako efektywny lek przeciwbólowy i przeciwzapalny [Hajhashemi i in. 2000a, b].

**Skład chemiczny surowca cząbrzu ogrodowego.** Surowiec cząbrzu ogrodowego (*Saturejae herba*) zawiera olejek eteryczny (0,92–1,87%) [Dzida i Jarosz 2006, Sefidkon i in. 2006, Sharafzadeh i in. 2013], związki fenolowe [Dorman i Hiltunen 2004], garbniki (4–9%), flawonoidy [Osińska i Rosłon 2016] oraz związki mineralne (K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu) [Dzida i Jarosz 2006, Golcz i Seidler-Łożykowska 2009, Seidler-Łożykowska i in. 2008]. Skład chemiczny surowca podlega zmienności genetycznej, ontogenetycznej i środowiskowej. Rośliny polskiej odmiany cząbrzu ogrodowego ‘Saturn’, reprezentującej typ liściowo-kwiatowy, gromadzą w ziele od 2,8 do 6,5% olejku, w zależności od sposobu uprawy, jej lokalizacji oraz warunków pogodowych [Seidler-Łożykowska i in. 2007, 2008, Osińska i Rosłon 2016]. Hadian i in. [2008], badając w Iranie 27 populacji cząbrzu ogrodowego pochodzących z lokalnych upraw oraz jedną dziko rosnącą, dowiedli znacznej zmienności morfologicznej oraz chemicznej tego gatunku: udział olejku eterycznego w ziele wynosił od 0,57 do 2,72%.

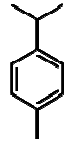
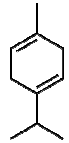
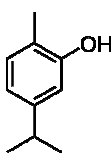
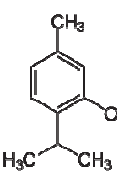
Zawartość związków mineralnych w surowcu cząbrzu jest zmienna i zależy m.in. od ilości składników pokarmowych w podłożu oraz fazy rozwoju roślin. Jak wynika z badań Dzidy i Jarosza [2006], w ziele cząbrzu ogrodowego następuje wzmożone gromadzenie niektórych składników mineralnych (N-NO<sub>3</sub>, Ca, Mg) wraz z intensyfikacją nawożenia

azotowego. Z kolei najwięcej żelaza i cynku zawiera ziele zbierane w okresie pełnego kwitnienia [Seidler-Łożykowska i in. 2008].

Olejek eteryczny, najważniejsza substancja aktywna cząbrzu ogrodowego, charakteryzuje się zmiennym składem chemicznym. Jako główne składniki olejku wymieniane są: p-cymen,  $\gamma$ -terpinen, karwakrol i tymol (tab. 1), wśród których najsilniejszą aktywność biologiczną przypisuje się dwóm ostatnim składnikom [Razzaghi-Abyaneh i in. 2008, Mahboubi i Kazempour 2011]. Zmienność składu chemicznego olejku eterycznego cząbrzu wynika z silnego zróżnicowania morfologiczno-chemicznego tego gatunku, ale także związana jest m.in. ze sposobem suszenia surowca oraz metodą destylacji olejku. Sefidkon i in. [2006] otrzymali najwięcej olejku (1,06%) w ziele cząbrzu suszonym w temperaturze 45°C oraz po zastosowaniu destylacji z parą wodną (0,93%). Autorzy stwierdzili ponadto różnice w składzie chemicznym olejku. Olejek otrzymany z ziela suszonego w suszarni zawierał więcej karwakrolu (48,1%) niż olejek z surowca suszonego w warunkach naturalnych, na słońcu i w cieniu (odpowiednio: 46,8 i 46,0%).

Tabela 1. Główne składniki olejku eterycznego cząbrzu ogrodowego według danych literaturowych (%)

Table 1. The main compounds of summer savory essential oil according to literature data (%)

Składnik Compound		Hajhashemi i in. 2000a	Güllüce i in. 2003	Omidbeygi i in. 2007	Mihajilov- -Krstev i in. 2009	Mahboubi i Kazempour 2011
p-cymen p-cymene		8,1	9,3	6,3	6,7	19,6
$\gamma$ -terpinen $\gamma$ -terpinene		31,8	22,6	20,7	15,3	16,0
karwakrol carvacrol		33,7	26,5	24,5	67,0	11,0
tymol thymol		–	29,0	23,1	0,2	28,2

Głównymi składnikami olejku otrzymanego w wyniku destylacji wodą i parą wodną były karwakrol (44,0%) i  $\gamma$ -terpinen (41,8%), a w mniejszych ilościach występowały p-cymen

(4,3%) i  $\alpha$ -terpinen (3,4%), podczas gdy w olejku otrzymanym metodą destylacji z parą wodną dominował zdecydowanie  $\gamma$ -terpinen (70,4%), natomiast dużo mniejsza była zawartość karwakrolu (12,3%), p-cymenu (6,5%) i  $\alpha$ -terpinenu (5,8%) [Sefidkon i in. 2006]. Dane te wskazują, że można otrzymać olejek eteryczny cząbrzu bogaty w aktywne fenole, stosując odpowiednie metody suszenia surowca oraz destylacji.

**Aktywność biologiczna surowca cząbrzu ogrodowego.** Ziele cząbrzu ogrodowego jest surowcem o wielokierunkowej silnej aktywności biologicznej. Surowiec ma walory typowo przyprawowe: pobudza wydzielanie soku żołądkowego i wzmacnia trawienie, przeciwdziała nadmiernej fermentacji jelitowej, działa wiatropędnie, ponadto przeciwpalnie i antyseptycznie (głównie w obrębie przewodu pokarmowego) [Kohlmünzer 2007, Osińska i Rosłon 2016].

**Aktywność przeciwdrobnoustrojowa.** Jedną z ważniejszych substancji aktywnych cząbrzu ogrodowego jest olejek eteryczny oraz jego dwa składniki fenolowe: tymol i karwakrol [Mahboubi i Kazempour 2011]. Tymol wykazuje działanie bakteriostatyczne i bakteriobójcze w stosunku do *Escherichia coli* [Ghasemi Pirbalouti i in. 2011, Santurio i in. 2014]. Mihajilov-Krstev i in. [2009] wykazali aktywność przeciwbakteryjną olejku eterycznego cząbrzu oraz jego czystych składników: karwakrolu, tymolu i p-cymenu w stosunku do 5 szczepów bakterii. Aktywność karwakrolu oraz całego olejku była porównywalna w odniesieniu do *Bacillus cereus* i *Escherichia coli*, natomiast karwakrol był bardziej aktywny niż olejek w stosunku do *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* i *S. lutea*. Autorzy sugerują, że mieszanina tymolu i karwakrolu w odpowiedniej ilości może całkowicie zahamować wzrost testowanych szczepów. Warto odnotować tutaj, że w odniesieniu do karwakrolu nie stwierdzono dotychczas żadnych ubocznych działań genotoksycznych przy stężeniu zapewniającym aktywność bakteriobójczą [Stammati i in. 1999]. Związek ten daje zatem duże możliwości skutecznych i bezpiecznych działań leczniczych.

Związki fenolowe, takie jak tymol, odgrywają ważną rolę także ze względu na ich aktywność antyoksydacyjną. Działanie przeciwutleniające tymolu może być niezwykle użyteczne w zabezpieczeniu przed niektórymi wewnętrznymi stanami zapalnymi w organizmie. Nowe związki, inne niż antybiotyki lub standardowe leki przeciwgrzybicze, ze względu na obecność tylko jednej cząsteczki działającej równocześnie antybakteryjnie, przeciwgrzybiczo i antyoksydacyjnie, o możliwym działaniu synergistycznym, wydają się bardzo cennymi potencjalnymi terapeutykami [Braga 2005].

Dikbas i in. [2008] wykazali silną aktywność przeciwgrzybiczą olejku cząbrzu ogrodowego w odniesieniu do *Aspergillus flavus*, patogenu zdolnego do produkcji mutagennych, teratogennych i hepatotoksycznych aflatoksyn [Ritter i in. 2011]. Olejek cząbrzu nawet w bardzo niskim stężeniu redukuje mokrą i suchą masę grzybni tego patogenu, co wiąże się z obecnością związków fenolowych [Dikbas i in. 2008]. Badania Güllüce i in. [2003] wskazują na silną aktywność przeciwdrobnoustrojową olejku cząbrzu ogrodowego w stosunku do 23 szczepów bakterii i 15 szczepów grzybów, także drożdżopodobnych. Aktywność antybakteryjna badanego ekstraktu metanolowego i rozpuszczalnej w wodzie subfrakcji została potwierdzona jedynie w stosunku do 5 z 23 szczepów [Güllüce i in. 2003]. Może to wskazywać, że 2 główne składniki badanego olejku: tymol i karwakrol są najsilniejszymi związkami przeciwdrobnoustrojowymi surowca cząbrzu, a ich działanie może być także synergistyczne.

**Aktywność przeciwskurczowa i przeciwbiegunkowa.** Hajhashemi i in. [2000b] wykazali działanie zwiotczające mięśnie gładkie jelita cienkiego i właściwości przeciw-

biegunkowe olejku eterycznego cząbrzu ogrodowego. Otrzymane wyniki uzasadniają stosowanie cząbrzu w medycynie ludowej jako środka przeciwskurczowego i przeciwbiegunkowego. Ponadto olejek z tej rośliny wykazuje aktywność przeciwbakteryjną wobec patogenów żołądka i jelit [Hajhashemi i in. 2000b]. Przywołani autorzy konkludują, że skuteczne leczenie biegunki zakaźnej preparatami z *S. hortensis* oraz stosowanie ziela do leczenia zaburzeń żołądkowo-jelitowych może być lepszym rozwiązaniem terapeutycznym w porównaniu ze stosowaniem leków syntetycznych, które zmniejszają aktywność jelit i mogą mieć poważne skutki uboczne.

Zastosowanie olejku z cząbrzu oraz innych olejków eterycznych w przemyśle jest ograniczone ze względu na słabą rozpuszczalność w wodzie. Z tych względów jako efektywną drogę do zwiększenia możliwości wykorzystania tych substancji wskazuje się ostatnio ich kapsułkowanie [Feyzioglu i Tornuk 2016].

**Właściwości przeciwbólowe i przeciwzapalne.** Cząbrz ogrodowy wykorzystywany jest w irańskiej medycynie ludowej jako środek przeciwdziałający bólowi mięśni i kości [Hajhashemi i in. 2000a]. Według Hajhashemiego i in. [2000a] ekstrakt wodno-alkoholowy, frakcje polifenolowe i olejek eteryczny *S. hortensis* wykazują skuteczne działanie antynocycyptne, ponadto frakcje polifenolowe i olejek działają silnie przeciwzapalnie.

**Aktywność antyoksydacyjna.** Ziele cząbrzu ogrodowego jest surowcem bogatym w związki fenolowe, które oznacza się zarówno w olejku eterycznym, jak i różnego rodzaju ekstraktach. Roślinne polifenole są dzisiaj znane jako środki przeciwdziałające utlenianiu m.in. witaminy C, karotenoidów i nienasyconych kwasów tłuszczowych [Gawlik-Dziki 2004]. Fathi i in. [2013] wykazali aktywność antyoksydacyjną olejku eterycznego z cząbrzu ogrodowego, w którym oznaczyli całkowitą zawartość związków fenolowych w ilości  $293,7 \pm 22,3 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$ , w przeliczeniu na kwas galusowy. Dorman i Hiltunen [2004] dowiedli aktywności antyoksydacyjnej ekstraktu z ziela cząbrzu ogrodowego, którego frakcje można wskazać jako potencjalne środki lecznicze. Podobnie badania Güllüce i in. [2003] potwierdzają aktywność antyoksydacyjną ekstraktu z ziela cząbrzu. Jednym z ważniejszych składników ekstraktu metanolowego z ziela cząbrzu ogrodowego jest silny antyoksydant kwas rozmarynowy – fenylopropanoid występujący w niektórych roślinach, m.in. z rodzin Boraginaceae i Lamiaceae. Badania ostatnich lat wskazują na bardzo szerokie potencjalne możliwości wykorzystania kwasu rozmarynowego, m.in. w leczeniu chorób nerek, neuropatii cukrzycowej, schorzeń alergicznych, atopowego zapalenia skóry, a także jako środka przeciwbólowego, przeciwzapalnego, kardioprotekcyjnego, przeciwnowotworowego i przeciwnowotworowego [Al-Dhabi i in. 2014]. Badania ekstraktu metanolowego z ziela roślin 30 irańskich populacji cząbrzu ogrodowego [Hadian i in. 2010] wykazały zawartość kwasu rozmarynowego w zakresie 0,06–0,69%. Zgórcza i Głowniak [2001], oznaczając zawartość kwasu rozmarynowego w roślinach kilku gatunków z rodziny Lamiaceae, stwierdzili największą koncentrację tej substancji w ziele cząbrzu ogrodowego (1,2%), bazylii pospolitej (1,1%), melisy lekarskiej (1,0%) oraz rozmarynu (0,7%). Wskazuje to na duże możliwości zastosowania cząbrzu ogrodowego jako źródła kwasu rozmarynowego i innych aktywnych fenolokwasów.

## 2. Cząbrz górski (*Satureja montana* L.)

Gatunek wieloletni z rodzaju *Satureja* odznaczający się bardzo złożonym polimorfizmem chemicznym. Tworzy liczne podgatunki [Slavkowska i in. 2001, Čavar i in. 2013]. Ziele cząbrzu górskiego odznacza się silnym aromatem, a jego skład chemiczny jest

w dużej mierze zależny od genotypu oraz warunków siedliskowych. Rośliny pochodzące z półwyspu Istria (Chorwacja) gromadziły 1,00–2,33% olejku eterycznego w ziele [Dudaš i in. 2013]. Z kolei w ziele roślin *Satureja montana* L. ssp. *variegata* (Host) P.W. Ball pochodzących z wybrzeża dalmatyńskiego Chorwacji oznaczono 2,5% olejku eterycznego, którego głównymi składnikami były karwakrol (19,4%) i tymol (16,6%) [Dunkić i in. 2010]. Podobnie w materiale roślinnym zebranym w masywie górskim Bokovo, położonym w środkowej części wybrzeża dalmatyńskiego Chorwacji, głównymi składnikami olejku były karwakrol (63,4%) i tymol (19,4%), zaś tymochinon (38,7%) i tymohydrochinon (11,8%) okazały się głównymi składnikami wody pozostałej po destylacji [Čavar i in. 2013]. W oleju eterycznym otrzymanym z ziele cząbrzu górskiego zebranego w Macedonii dominowały: p-cymen (29,3%), linalol (24,0%), karwakrol (18,3%), natomiast w oleju roślin pochodzących z Serbii – linalol (8,1–22,8%), p-cymen (13,3–18,8%) i borneol (7,1–10,6%) [Slavkowska i in. 2001]. Olejek eteryczny cząbrzu górskiego pochodzącego z różnych rejonów Bośni i Hercegowiny zawierał: 3,8–31,7% tymolu, 10,6–23,3% karwakrolu, 0,1–22,3% geraniolu, a w większej ilości także terpinen-4-ol i tlenek kariofilenu [Čavar i in. 2008].

**Aktywność przeciwdrobnoustrojowa.** Olejek eteryczny cząbrzu górskiego jest silnym czynnikiem antybakteryjnym [Miladi i in. 2013, Mihajilov-Krstev i in. 2014]. Badania Čavar i in. [2008] wskazują, że siła i spektrum aktywności antybakteryjnej olejku cząbrzu górskiego są zróżnicowane, przy czym bakterie Gram-dodatnie są najbardziej wrażliwe na działanie olejku. Porównując składniki olejku eterycznego cząbrzu, można zauważyć, że tymol i p-cymen mają zbliżoną budowę chemiczną, przy czym w strukturze p-cymenu brak jest grupy hydroksylowej obecnej w tymolu. Wydaje się, że obecność grupy hydroksylowej jest szczególnie istotna dla działania przeciwbakteryjnego, lecz pozostałe składniki olejku, utlenione monoterpyny i seskwiterpyny, takie jak  $\alpha$ -terpineol, geraniol i spatulenol, także przyczyniają się do zwiększenia aktywności przeciwbakteryjnej tej substancji [Čavar i in. 2008].

Analiza olejku eterycznego *Satureja montana* L. ssp. *variegata* (Host) P.W. Ball pochodzącego z wyspy Murter (Chorwacja), zawierającego 16,6% tymolu oraz 19,4% karwakrolu, wykazała, że związki fenolowe zawierające grupę hydroksylową nie tylko działają przeciwbakteryjnie, ale także przeciwwirusowo [Dunkić i in. 2010].

**Aktywność antyoksydacyjna.** Ziele cząbrzu górskiego zawiera znaczne ilości związków fenolowych i flawonoidów, z czym prawdopodobnie związana jest jego aktywność antyoksydacyjna [Hassanein i in. 2014]. Ekstrakty z ziele cząbrzu górskiego zmniejszają ilość stabilnych rodników i metali przejściowych, porównywalnie z działaniem tymolu, karwakrolu i tymochinonu [Čavar i in. 2013, Mihajilov-Krstev i in. 2014]. Szczególnie interesujący wydaje się tymochinon – związek dominujący w oleju nasion czarnuszki siewnej (*Nigella sativa* L.). Tymochinon, podobnie jak olejek eteryczny czarnuszki, wykazuje aktywność antynonoceptywną [Abel-Fattah i in. 2000]. Wyniki doświadczalne Sousy i in. [2012] wskazują, że przez odpowiednią modyfikację strukturalną parabenzochinonów – potencjalnych pochodnych związków fenolowych – możliwe jest opracowanie nowych leków przeciwbólowych.

Wspomina się także o aktywności przeciwnowotworowej tymochinonu i potencjalnym jego wykorzystaniu w terapii onkologicznej [AbuKhader 2003]. Badania Miladi i in. [2013] pokazują, że olejek eteryczny cząbrzu górskiego charakteryzuje się znaczną zawartością karwakrolu,  $\gamma$ -terpinenu i p-cymenu (odpowiednio: 53,35; 13,54 i 13,03%)

i wykazuje działanie antyoksydacyjne. Podobnie badania Hassanein i in. [2014] dowodzą aktywności antyoksydacyjnej olejku cząbrzu górskiego zawierającego 79,75% karwakrolu. Olejek eteryczny *S. montana* z Bośni i Hercegowiny [Ćavar i in. 2013] odznacza się większą zawartością tymolu i karwakrolu (odpowiednio: 31,7 i 23,3%) niż olejek roślin z Chorwacji (odpowiednio: 16,6 i 19,4%) [Ćavar i in. 2008], wykazując tym samym lepszą zdolność redukcji rodnika DPPH. Wskazuje to na tymol i karwakrol jako główne składniki kompleksu antyoksydacyjnego olejku eterycznego *S. montana*.

Badania etnofarmakologiczne Eddouksa i in. [2002] wskazują, że w południowo-wschodnim regionie Maroko liście cząbrzu górskiego stosowane są w nadciśnieniu i chorobach serca.

### 3. *Satureja khuzestanica* Jamzad

Gatunek endemiczny występujący w południowym Iranie jest aromatyczną krzewinką o rozgałęzionych i gęsto ulistnionych łodygach, dorastającą do wysokości 30 cm. Liście mają kształt szeroko jajowaty lub owalny i są pokryte białymi włoskami [Khansari i in. 2013]. *Satureja khuzestanica*, znany pod perską nazwą „Marzeh Khuzestani”, jest jednym z ważniejszych gatunków roślin leczniczych wśród koczowniczych plemion południowo-zachodniego Iranu. Służy do sporządzania tradycyjnych preparatów ziołowych, jak napary i odwary z części nadziemnych (głównie liści) wykorzystywanych jako środek przeciwbólowy i antyseptyczny w obrębie jamy ustnej [Malmir i in. 2014]. W ziele *S. khuzestanica* występuje 0,9% olejku eterycznego [Ghazanfari i in. 2006]. Olejek zawiera jako główne składniki: karwakrol (53,86%), tymol (19,84%) i p-cymen (9,01%), a także pewne ilości cis-kariofilenu (3,20%),  $\gamma$ -terpinenu (2,87%) i 1,8-cyneolu (1,92%) [Saei-Dehkordi i in. 2012].

**Aktywność przeciwdrobnoustrojowa, antyoksydacyjna i przeciwzapalna.** Olejek eteryczny *S. khuzestanica* działa przeciwdrobnoustrojowo oraz antyoksydacyjnie [Saei-Dehkordi i in. 2012]. Badania Abbasloo i in. [2016] wskazują, że karwakrol może stanowić nawet 94% wszystkich składników olejku *S. khuzestanica*, co prawdopodobnie wpływa na aktywność przeciwzapalną olejku i jego działanie w obrębie ośrodkowego układu nerwowego. Olejek okazał się także skuteczny w hamowaniu zapalenia okrężnicy u myszy, co wynika prawdopodobnie z jego właściwości antyoksydacyjnych, przeciwdrobnoustrojowych, przeciwzapalnych i przeciwskurczowych; wskazuje to również na potencjalne możliwości wykorzystania olejku w leczeniu różnych chorób zapalnych [Ghazanfari i in. 2006]. Abdollahi i in. [2003] dowiedli aktywności antyoksydacyjnej olejku eterycznego *S. khuzestanica*, czym autorzy ci tłumaczą jego możliwe działanie przeciwcukrzycowe i zmniejszające zawartość triglicerydów we krwi. Wyniki badań Assaei i in. [2015] wskazują, że suplementacja olejkami *S. khuzestanica* i witaminą E, jako grupą przeciwutleniaczy, jest przydatna w tłumieniu peroksydacji lipidów i może przynieść korzyści pacjentom z nadczynnością tarczycy.

**Aktywność przeciw pasożytnicza.** Sadeghi-Nejad i in. [2011] wykazali, że ekstrakty (etanolowy i metanolowy) z liści *S. khuzestanica* działają przeciw pasożytniczo. Badacze ci sugerują, że wyciągi takie mogą być pomocne w uzyskaniu nowego leku skutecznego w leczeniu schorzeń powodowanych przez pasożyty z rodzaju *Leishmania*, potencjalnie mniej toksycznego i bardziej opłacalnego niż dotychczasowe działania terapeutyczne.

#### 4. *Satureja avromanica* Maroofi

Jest gatunkiem wieloletnim, dorastającym do 35–80 cm wysokości, niearomatycznym lub o zapachu cytryny, występującym m.in. w Turcji [Firat 2015] i Iranie [Karimi i in. 2014]. Jest to jedyny niearomatyczny gatunek spośród ok. 3000 gatunków z rodziny Lamiaceae. Zasięg występowania tego gatunku ogranicza się do Kurdystanu [Mozafari i in. 2015].

W Iranie opisywany jest jako gatunek ginący w zachodniej części kraju, spotykany natomiast jeszcze we wschodnich rejonach. Na podstawie tradycyjnych na tym obszarze zastosowań gatunek ten wskazywany jest jako potencjalne źródło cennych leczniczo substancji bioaktywnych [Karimi i in. 2014]. Wydaje się, że podobnie jak inne gatunki cząbrzu, również *S. avromanica* ma szansę zaistnieć jako roślina lecznicza, jakkolwiek w obecnej chwili brakuje szerszych opracowań naukowych dotyczących jego składu chemicznego i aktywności biologicznej.

#### 5. *Satureja thymbra* L.

Wieloletni, aromatyczny gatunek cząbrzu występujący w obszarze śródziemnomorskim, ma dość bogato udokumentowaną aktywność biologiczną. Gatunek ten, podobnie jak inne z rodzaju *Satureja*, odznacza się silnym zróżnicowaniem właściwości biochemicznych. Fleischer i Fleischer [2005] podają, że olejek eteryczny *S. thymbra* zawiera, w zależności od lokalizacji siedliska (górną Galilea, góra Karmel, wschodnia Judea), 4,1–37,2% karwakrolu, 0,3–33,7% tymolu, 14,3–18,2% p-cymenu, 10,2–17,8%  $\gamma$ -terpinenu, a także 0,8–6,1% tymochinonu. Natomiast ziele zebrane z roślin rosnących na greckiej wyspie Ikaria charakteryzowało się olejkami o wysokiej zawartości karwakrolu (46,5–58,0%),  $\gamma$ -terpinenu (16,0–24,4%), kariofilenu (8,9–10,3%) i p-cymenu (5,3–6,4%) [Economou i in. 2011]. Interesującą analizę porównawczą przeprowadził Öztürk [2012], zestawiając wyniki własnych badań dotyczących składu chemicznego olejku eterycznego ziela *S. thymbra* pochodzącego z Turcji z danymi uzyskanymi przez innych badaczy w Turcji i Grecji. Pozwoliło to na stwierdzenie, że olejek roślin tureckich zawiera więcej p-cymenu (10,2–17,7%),  $\gamma$ -terpinenu (22,9–41,0%) i karwakrolu (4,0–40,1%) oraz mniej tymolu (0,3–39,6%) niż olejek roślin greckich (odpowiednio: 9,2–11,8; 14,6–27,6; 1,4–30,4; 24,3–41,0%) [Öztürk 2012]. Karosuou i in. [2005] ocenili skład olejku eterycznego roślin *S. thymbra* zebranych z różnych rejonów Krety (Grecja), stwierdzając w nim: 5,2–66,5% tymolu, 0,1–65,6% karwakrolu, 4,4–22,6%  $\gamma$ -terpinenu i 5,5–15,0% cymenu. Autorzy ci stwierdzili wysoką zawartość karwakrolu w oleju uzyskiwanym z formacji niskich krzewinek obszarów nizinnych, podczas gdy znaczną zawartość tymolu w oleju odnotowali jako charakterystyczną dla formacji górskich.

Skład chemiczny olejku eterycznego *S. thymbra* podlega nie tylko zmienności środowiskowej, lecz także ontogenetycznej. Badania Chorianopoulou i in. [2006] dowodzą, że zawartość głównych składników olejku zmienia się w poszczególnych fazach rozwoju rośliny. Autorzy podają, że suma dwóch izomerów karwakrolu i tymolu oraz ich prekursorów: p-cymenu i  $\gamma$ -terpinenu w oleju roślin w fazie wegetatywnej stanowi 76% wszystkich składników. Przejście w fazę kwitnienia wiąże się ze stopniowym zmniejszeniem zawartości prekursorów monoterpenu i zwiększeniem udziału metabolitów fenolowych: maksymalny udział tymolu (27,88%) stwierdzono w fazie tuż przed kwitnieniem, a maksymalny udział karwakrolu (39,10%) – w pełni kwitnienia.



**Aktywność antyoksydacyjna.** Badanie aktywności biologicznej *S. thymbra* [Öztürk 2012] wykazało, że olejek oraz ekstrakt metanolowy z ziela działają antyoksydacyjnie i mogą być przydatne jako środki chroniące przed stresem oksydacyjnym i amnezją.

**Aktywność przeciwdrobnoustrojowa.** Olejek eteryczny *S. thymbra* wykazuje działanie bakteriobójcze [Gören i in. 2004, Chorianopoulos i in. 2006, 2008] oraz przeciwgrzybicze [Soković i in. 2002, Piras i in. 2011]. Soković i in. [2002] informują, że olejek dziko rosnącego w Grecji *S. thymbra* zawiera 48,5% karwakrolu, 23,2%  $\gamma$ -terpinenu oraz 9,6% p-cymenu. Najsilniejszym działaniem przeciwgrzybiczym odznaczał się karwakrol, przy czym aktywność zarówno pełnego olejku, jak i samego karwakrolu była silniejsza niż mikonazolu. Podobnie Chorianopoulos i in. [2006] dowiedli najsilniejszej aktywności przeciwbakteryjnej olejku o najwyższej zawartości karwakrolu, otrzymanego z roślin zebranych w okresie kwitnienia.

**Aktywność antynocyeptywna.** Karabay-Yavasoglu i in. [2006] wykazali, że olejek eteryczny *S. thymbra* wywiera działanie przeciwbólowe, natomiast nie ma działania przeciwzapalnego.

#### 6. *Satureja viminea* L.

Krzew występujący w Ameryce Środkowej, stosowany w postaci leczniczych naparów, m.in. z imbirem jako środek przeciwko kolce; znany jest w Kostaryce i na Jamajce jako substytut mięty. Kwiaty *S. viminea*, białe z lekkim różowym odcieniem, są wykorzystywane w postaci naparów do leczenia bezsenności [Suárez i in. 2003]. Badania aktywności biologicznej olejku eterycznego *S. viminea*, występującego w ziele w ilości 2%, dowiodły, że substancja ta odznacza się właściwościami uspokajającymi i przeciwbólowymi, zmniejsza również ruchliwość jelit. Uzasadnia to stosowanie olejku w leczeniu bezsenności i stanów zapalnych jelit, ale wymagane jest dodatkowe zbadanie jego toksyczności w związku z obecnością pulegonu wykazującego działanie hepatotoksyczne [Suárez i in. 2003].

#### 7. *Satureja subspicata* Vis.

Jest rzadkim gatunkiem występującym w Chorwacji, w Górach Dynarskich, wyrastającym jako krzew o skórzastych liściach i fioletowych kwiatach pojawiających się w październiku [Skočibušić i in. 2006]. Skočibušić i in. [2006] wskazują, że ziele *S. subspicata* zawiera 1,75% olejku eterycznego o silnym działaniu przeciwbakteryjnym, którego głównymi składnikami są: karwakrol (16,76%),  $\alpha$ -pinen (13,58%), p-cymen (10,76%) i eter metylowy tymolu (8,83%), a z rzadziej reprezentowanych dla tego rodzaju składników olejku także: mircen (4,82%),  $\beta$ -kariofilen (3,76%), limonen (3,45%).

#### 8. *Satureja intermedia* C.A. Mey

Gatunek endemiczny w Iranie, bylina rosnąca na odsłoniętych zboczach skalnych [Sefidkon i Jamzad 2005], nie została jeszcze dokładnie zbadana fitochemicznie.

#### 9. *Satureja mutica* Fisch & C. A. Mey

Jest endemicznym, bardzo aromatycznym gatunkiem cząbrzu rosnącym na wapienych skałach w północno-wschodnim Iranie [Sefidkon i Jamzad 2005].

### 10. *Satureja macrantha* C.A. Mey

Występuje jako niewielki krzew w północno-zachodniej i zachodniej części Iranu [Sefidkon i Jamzad 2005].

Sefidkon i Jamzad [2005] przedstawili charakterystykę chemiczną olejku eterycznego wymienionych irańskich gatunków cząbrku. Z badań tych wynika, że rośliny *S. mutica* gromadzą najwięcej olejku eterycznego w ziele (2,31%), podczas gdy w ziele *S. macrantha* oraz *S. intermedia* zawartość olejku wynosiła odpowiednio: 1,48 i 1,45%. Skład chemiczny analizowanych olejków był zróżnicowany (tab. 2).

Tabela 2. Główne składniki olejku eterycznego 4 irańskich gatunków z rodzaju *Satureja* (%); na podstawie Sefidkon i Jamzad [2005] oraz Sefidkon i in. [2007]

Table 2. The main compounds of the essential oil of the essential oil of 4 Iranian *Satureja* species (%); based on Sefidkon and Jamzad [2005] and Sefidkon *et al.* [2007]

Składnik Compound	<i>S. mutica</i>	<i>S. macrantha</i>	<i>S. intermedia</i>	<i>S. rechingeri</i>	
				początek kwitnienia beginning of flowering	pełnia kwitnienia full flowering
p-cymen p-cymene	10,3	25,8	14,7	14,0	2,4
γ-terpinen γ-terpinene	14,9	6,4	29,3	2,1	2,2
tymol thymol	26,5	8,1	32,3	0,3	–
karwakrol carvacrol	30,9	0,4	1,0	56,1	86,6
limonen limonene	2,6	16,3	3,3	9,6	0,2

Olejki eteryczne *S. mutica* i *S. intermedia* odznaczały się wysoką zawartością tymolu i/lub karwakrolu, p-cymenu oraz innych terpenoidów. Ich skład chemiczny jest pod tym względem zbliżony do olejków *S. hortensis* i *S. montana*. Można je zatem polecić do stosowania jako środki smakowo-zapachowe w żywności, a także w przemyśle farmaceutycznym i perfumeryjnym. Z kolei olejek eteryczny *S. macrantha* o stosunkowo niskiej zawartości tymolu i karwakrolu, ale wysokiej p-cymenu i limonenu, może mieć szczególne zastosowanie w medycynie [Sefidkon i Jamzad 2005].

### 11. *Satureja rechingeri* Jamzad

Opisany jako nowy irański gatunek cząbrku charakteryzuje się żółtymi kwiatami, gęstym białym kutnerem i gęsto ogruczolonymi liśćmi. Gatunek ten odznacza się wysoką zawartością olejku eterycznego gromadzonego w ilości od 4,72% (początek kwitnienia) do 4,24% (pełnia kwitnienia), o zmiennym składzie chemicznym (tab. 2) [Sefidkon i in. 2007]. W olejku otrzymanym z ziele *S. rechingeri* zwraca uwagę bardzo duży udział karwakrolu, zwiększający się w miarę rozwoju kwiatów (tab. 2), wskazujący na duże możliwości zastosowania surowca, olejku i jego składników w fitoterapii.

## PODSUMOWANIE

Rodzaj *Satureja* (Lamiaceae) wyróżnia się znacznym polimorfizmem chemicznym oraz wielokierunkową aktywnością biologiczną. Różnorodność form i odmian cząbrzu występujących w różnych rejonach geograficznych, stosowanych w oficjalnym leczeniu, medycynie ludowej oraz jako przyprawy, stwarza możliwość poznania szlaków biosyntezy substancji aktywnych oraz kierunków aktywności biologicznej roślin z rodzaju *Satureja*. Przedstawiona charakterystyka wybranych 11 gatunków cząbrzu wskazuje, że ich aktywność biologiczna powodowana jest głównie obecnością olejku eterycznego i związków fenolowych, a wśród nich tymolu i karwakrolu. Najlepiej udokumentowana wydaje się aktywność przeciwdrobnoustrojowa i antyoksydacyjna, jakkolwiek istnieją wyraźne przesłanki świadczące o możliwości wykorzystania olejku eterycznego cząbrzu i ekstraktów z ziela jako środków przeciwzapalnych, przeciwbólowych i przeciwskurczowych. Niektóre gatunki cząbrzu, jak *Satureja hortensis* czy *S. montana*, mają dzisiaj bogatą dokumentację fitochemiczną i fitoterapeutyczną, inne, jak *S. avromanica*, *S. mutica*, *S. macrantha*, *S. intermedia* czy *S. rechingeri*, o bardzo obiecującym składzie chemicznym, dopiero czekają na odkrycie swojego potencjału biologicznego.

## PIŚMIENNICTWO

- Abbasloo E., Dehghan F., Khaksari M., Najafipour H., Vahidi R., Dabiri S., Sepehri G., Asadikaram G., 2016. The anti-inflammatory properties of *Satureja khuzistanica* Jamzad essential oil attenuate the effects of traumatic brain injuries in rats. Sci. Report. 6, article ID 31866, DOI 10.1038/srep31866.
- Abdel-Fattah A.F.M., Matsumoto K., Watanabe H., 2000. Antinociceptive effects of *Nigella sativa* oil and its major component, thymoquinone, in mice. Eur. J. Pharmacol. 400, 89–97.
- Abdollahi M., Salehnia A., Mortazavi S.H.R., Ebrahimi M., Shafiee A., Fouladian F., Keshavarz K., Sorouri S., Khorasani R., Kazemi A., 2003. Antioxidant, antidiabetic, antihyperlipidemic, reproduction stimulatory properties and safety of essential oil of *Satureja Khuzestanica* in rat *in vivo*: a toxicopharmacological study. Med. Sci. Monit. 9 (9), 331–335.
- AbuKhader M.M., 2003. Thymoquinone in the clinical treatment of cancer: Fact or fiction? Pharmacogn. Rev. 7 (14), 117–120.
- Al-Dhabi N.A., Arasu M.V., Park C.H., Park S.U., 2014. Recent studies on rosmarinic acid and its biological and pharmacological activities. EXCLI J. 13, 1192–1195.
- Assaei R., Mostafavi-Pour Z., Pajouhi N., Omrani G.H.R., Sepehrimanesh M., Zal F., 2015. Effects of essential oil of *Satureja khuzestanica* on the oxidative stress in experimental hyperthyroid male rat. Vet. Res. Forum 6 (3), 233–238.
- Bezić N., Šamanić I., Dunkić V., Besendorfer V., Puizina J., 2009. Essential oil composition and internal transcribed spacer (ITS) sequence variability of four South-Croatian *Satureja* species (Lamiaceae). Molecules 14, 925–938.
- Braga P.C., 2005. Thymol: antibacterial, antifungal and antioxidant activities. Giorn. It. Ost. Gin. 27 (7–8), 263–268.
- Ćavar S., Maksimović M., Šolić M.E., Jerković-Mujkić A., Bešta R., 2008. Chemical composition and antioxidant and antimicrobial activity of two *Satureja* essential oils. Food Chem. 111, 648–653.
- Ćavar S., Šolić M.E., Maksimović M., 2013. Chemical composition and antioxidant activity of two *Satureja* species from Mt. Biokovo. Bot. Serb. 37 (2), 159–165.

- Chorianopoulos N., Evergetis E., Mallouchos A., Kalpoutzakis E., Nychas G.-J.E., Haroutounian S.A., 2006. Characterization of the essential oil volatiles of *Satureja thymbra* and *Satureja parnassica*: influence of harvesting time and antimicrobial activity. *J. Agric. Food Chem.* 54, 3139–3145.
- Chorianopoulos N.G., Giaouris E.D., Skandamis P.N., Haroutounian S.A., Nychas G.-J.E., 2008. Disinfectant test against monoculture and mixed-culture biofilms composed of technological, spoilage and pathogenic bacteria: bactericidal effect of essential oil and hydrosol of *Satureja thymbra* and comparison with standard acid-base sanitizers. *J. Appl. Microbiol.* 104, 1586–1596.
- Dikbas N., Kotan R., Dadasoglu F., Sahin F., 2008. Control of *Aspergillus flavus* with essential oil and methanol extract of *Satureja hortensis*. *Internat. J. Food Microbiol.* 124, 179–182.
- Dodoš T., Aleksić J., Rajčević N., Marin P.D., 2014. A robust and cost effective method for DNA isolation from *Satureja* species (Lamiaceae). *Arch. Biol. Sci., Belgrade* 66 (1), 285–297.
- Dorman H.J.D., Hiltunen R., 2004. Fe(III) reductive and free radical-scavenging properties of summer savory (*Satureja hortensis* L.) extract and subfractions. *Food Chem.* 88, 193–199.
- Dudaš S., Šegon P., Erhatic R., Kovačević V., 2013. Wild-growing savory *Satureja montana* L. (Lamiaceae) from different locations in Istria, Croatia. 2<sup>nd</sup> Sci. Conf. VIVUS-Environmentalism, Agriculture, Horticulture, Food production and Processing “Knowledge and experience for new entrepreneurial opportunities”, 24<sup>th</sup>–25<sup>th</sup> April 2013, Naklo, Slovenia, Collection of Papers, 415–424.
- Dunki V., Bezić N., Vuko E., Cukrov D., 2010. Antiphytoviral Activity of *Satureja montana* L. ssp. *variegata* (Host) P.W. Ball Essential Oil and Phenol Compounds on CMV and TMV. *Molecules* 15, 6713–6721.
- Dzida K., Jarosz Z., 2006. Wpływ nawożenia azotowo-potasowego na plon i skład chemiczny cząbrku ogrodowego (*Satureja hortensis* L.). *Acta Agrophys.* 7 (4), 879–884.
- Economou G., Panagopoulos G., Tarantilis P., Kalivas D., Kotoulas V., Travlos I.S., Polysiou M., Karamanos A., 2011. Variability in essential oil content and composition of *Origanum hirtum* L., *Origanum onites* L., *Coridothymus capitatus* (L.) and *Satureja thymbra* L. populations from the Greek island Ikaria. *Ind. Crop. Prod.* 33, 236–241.
- Eddouks M., Maghrani M., Lemhadri A., Ouahidi M.-L., Jouad H., 2002. Ethnopharmacological survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes mellitus, hypertension and cardiac diseases in the south-east region of Morocco (Tafilalet). *J. Ethnopharmacol.* 82, 97–103.
- Fathi A., Sahari M.A., Barzegar M., Naghdi Badi H., 2013. Antioxidant activity of *Satureja hortensis* L. essential oil and its application in safflower oil. *J. Med. Plant.* 12 (45), 51–67.
- Feyzioglu G.C., Tornuk F., 2016. Development of chitosan nanoparticles loaded with summer savory (*Satureja hortensis* L.) essential oil for antimicrobial and antioxidant delivery applications. *LWT – Food Sci. Technol.* 70, 104–110.
- Firat M., 2015. *Satureja avromanica* Maroofi (Lamiaceae): An addition to flora of Turkey with contributions to its taxonomy. *Issues Biol. Sci. Pharma. Res.* 3 (12), 123–128.
- Fleisher Z., Fleisher A., 2005. Extract Analyses of *Satureja thymbra* L. and *Thymbra spicata* L. aromatic plants of the Holy Land and the Sinai. Part XVII. *J. Essent. Oil Res.* 17, 32–35.
- Gawlik-Dziki U., 2004. Fenolokwasy jako bioaktywne składniki żywności. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 4 (41), 29–40.
- Ghazanfari G., Minaie M., Yasa N., 2006. Biochemical and histopathological evidences for beneficial effects of *Satureja khuzestanica* Jamzad essential oil on the mouse model of inflammatory bowel diseases. *Toxicol. Mech. Method.* 16, 365–372.
- Ghasemi Pirbalouti A., Rahimmalek M., Malekpoor F., Karimi A., 2011. Variation in antibacterial activity, thymol and carvacrol contents of wild populations of *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* Celak. *POJ* 4 (4), 209–214.

- Golcz A., Seidler-Łożykowska K., 2009. Content of microelements in raw materials of basil (*Ocimum basilicum* L.), savory (*Satureja hortensis* L.) and marjoram (*Origanum majorana* L.) collected in the different stages of plant development. *Nauka Przyr. Technol.* 3 (3), 1–7.
- Gören A.C., Topçu G., Bilsel G., Bilsel M., Wilkinson J.M., Cavanagh H.M.A., 2004. Analysis of essential oil of *Satureja thymbra* by hydrodistillation, thermal desorber, and headspace GC/MS techniques and its antimicrobial activity. *Nat. Prod. Res.* 18 (2), 189–195.
- Gülüce M., Sökmen M., Daferera D., Açar G., Özcan H., Kartal N., Polissiou M., Sökmen A., Şahin S., 2003. *In vitro* antibacterial, antifungal, and antioxidant activities of the essential oil and methanol extracts of herbal parts and callus cultures of *Satureja hortensis* L. *J. Agric. Food Chem.* 51, 3958–3965.
- Hadian J., Tabatabaei S.M.F., Naghavi M.R., Jamzad Z., Ramak-Masoumi T., 2008. Genetic diversity of Iranian accessions of *Satureja hortensis* L. based on horticultural traits and RAPD markers. *Sci. Hortic.* 115, 196–202.
- Hadian J., Ebrahimib S.N., Salehic P., 2010. Variability of morphological and phytochemical characteristics among *Satureja hortensis* L. accessions of Iran. *Ind. Crop. Prod.* 32, 62–69.
- Hajhashemi V., Ghannadi A.R., Pezeshkian S.K., 2000a. Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Satureja hortensis* L. extracts and essential oil. *J. Ethnopharmacol.* 82, 83–87.
- Hajhashemi V., Sadraei H., Ghannadi A.R., Mohseni M., 2000b. Antispasmodic and anti-diarrhoeal effect of *Satureja hortensis* L. essential oil. *J. Ethnopharmacol.* 71, 187–192.
- Hassanein H.D., Said-Al Ahl H.A.H., Abdelmohsen M.M., 2014. Antioxidant polyphenolic constituents of *Satureja montana* L. growing in Egypt. *Int. J. Pharm. Pharm. Sci.* 6 (4), 578–581.
- Karabay-Yavasoglu N.U., Baykan S., Ozturk B., Apaydin S., Tuğlular I., 2006. Evaluation of the antinociceptive and anti-inflammatory activities of *Satureja thymbra* L. essential oil. *J. Pharm. Biol.* 44 (8), 585–591.
- Karimi N., Ghasmpour H.R., Yari M., 2014. Effect of different growth regulators on callus induction and plant regeneration of *Satureja* species. *Annu. Res. Rev. Biol.* 4 (16), 2646–2654.
- Karousou R., Koureas D.N., Kokkini S., 2005. Essential oil composition is related to the natural habitats: *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra* in NATURA 2000 sites of Crete. *Phytochemistry* 66, 2668–2673.
- Khansari A., Yavari V., Alishahi M., Mousavi S.M., Ghorbanpoor M., Bastami K.D., Azizi S., 2013. Effects of *Oliviera decumbens* and *Satureja khuzestanica* extract on some immunological and haematological parameters of *Cyprinus carpio*. *Comp. Clin. Pathol.* 22, 339–342.
- Kohlmünzer S., 2007. *Farmakognozja*. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa.
- Mahboubi M., Kazempour N., 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of *Satureja hortensis* and *Trachyspermum copticum* essential oil. *Iran. J. Microbiol.* 3, 194–200.
- Malmir M., Serrano R., Gohari A.R., Silva O., 2014. Characterization of *Satureja khuzestanica* leaf as a herbal medicine. *Microsc. Microanal.* 20, 1425–1435.
- Mihajilov-Krstev T., Radnović D., Kitić D., Zlatković B., Ristić M., Branković S., 2009. Chemical composition and antimicrobial activity of *Satureja hortensis* L. essential oil. *Cent. Eur. J. Biol.* 4 (3), 411–416.
- Mihajilov-Krstev T., Radnović D., Kitić D., Stankov Jovanović V., Mitić V., Stojanović-Radić Z., Zlatković B., 2014. Chemical composition, antimicrobial, antioxidative and anticholinesterase activity of *Satureja montana* L. ssp. *montana* essential oil. *Cent. Eur. J. Biol.* 9 (7), 668–677.
- Miladi H., Slama R.B., Mili D., Zouari S., Bakhrouf A., Ammar E., 2013. Chemical composition and cytotoxic and antioxidant activities of *Satureja montana* L. essential oil and its antibacterial potential against *Salmonella* spp. strains. *J. Chem.*, article ID 275698, DOI 10.1155/2013/275698.
- Mozafari A.A., Vafae Y., Karami E., 2015. *In vitro* propagation and conservation of *Satureja avromanica* Maroofi – an indigenous threatened medicinal plant of Iran. *Physiol. Mol. Biol. Plants* 21 (3), 433–439.

- Omidbeygi M., Barzegar M., Hamidi Z., Naghdibadi H., 2007. Antifungal activity of thyme, summer savory and clove essential oils against *Aspergillus flavus* in liquid medium and tomato paste. *Food Control* 18, 1518–1523.
- Osińska E., Roslon W., 2016. *Zioła. Uprawa i zastosowanie*. Hortpress, Warszawa.
- Öztürk M., 2012. Anticholinesterase and antioxidant activities of Savoury (*Satureja thymbra* L.) with identified major terpenes of the essential oil. *Food Chem.* 134, 48–54.
- Piras A., Cocco V., Falconieri D., Porcedda S., Marongiu B., Maxia A., Frau M.A., Gonçalves M.J., Cavaleiro C., Salgueiro L. 2011. Isolation of the volatile oil from *Satureja thymbra* by supercritical carbon dioxide extraction: chemical composition and biological activity. *Nat. Prod. Comm.* 6 (10), 1523–1526.
- Razzaghi-Abyaneh M., Shams-Ghahfarokhi M., Yoshinari T., Rezaee M.-B., Jaimand K., Nagasawa H., Sakuda S., 2008. Inhibitory effects of *Satureja hortensis* L. essential oil on growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*. *Internat. J. Food Microbiol.* 123, 228–233.
- Ritter A.C., Hoeltz M., Nolli I.B., 2011. Toxigenic potential of *Aspergillus flavus* tested in different culture conditions. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas 31 (3), 623–628.
- Saei-Dehkordi S.S., Fallah A.A., Heidari-Nasirabadi M., Moradi M., 2012. Chemical composition, antioxidative capacity and interactive antimicrobial potency of *Satureja khuzestanica* Jamzad essential oil and antimicrobial agents against selected food-related microorganisms. *Internat. J. Food Sci. Technol.* 47, 1579–1585.
- Sadeghi-Nejad B., Saki J., Khademvatan S., Nanaei S., 2011. *In vitro* antileishmanial activity of the medicinal plant – *Satureja khuzestanica* Jamzad. *J. Med. Plant. Res.* 5 (24), 5912–5915.
- Şahin F., Karaman I., Güllüce M., Ögütçü H., Şengül M., Adıgüzel A., Öztürk S., Kotan R., 2003. Evaluation of antimicrobial activities of *Satureja hortensis* L. *J. Ethnopharmacol.* 87, 61–65.
- Santurio D.F., Kunz de Jesus F.P., Zanette R.A., Schlemmer K.B., Fraton A., Fries L.L.M., 2014. Antimicrobial activity of the essential oil of thyme and of thymol against *Escherichia coli* strains. *Acta Sci. Vet.* 42, article ID 1234.
- Sefidkon F., Jamzad Z., 2005. Chemical composition of the essential oil of three Iranian *Satureja* species (*S. mutica*, *S. macrantha* and *S. intermedia*). *Food Chem.* 91, 1–4.
- Sefidkon F., Abbasi K., Khaniki G.B., 2006. Influence of drying and extraction methods on yield and chemical composition of the essential oil of *Satureja hortensis*. *Food Chem.* 99, 19–23.
- Sefidkon F., Abbasi K., Jamzad Z., Ahmadi S., 2007. The effect of distillation methods and stage of plant growth on the essential oil content and composition of *Satureja rechingeri* Jamzad. *Food Chem.* 100, 1054–1058.
- Sharafzadeh S., Sabahi A., Ordoorkhani K., Zare M., 2013. Growth and active substances of summer savory as affected by PGPR. *J. Nov. Appl. Sci.* 2 (2S), 997–1000.
- Seidler-Łożykowska K., Golcz A., Kozik E., Kucharski W., Mordalski R., Wójcik J., 2007. Evaluation of quality of savory (*Satureja hortensis* L.) herb from organic cultivation. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 52 (4), 48–51.
- Seidler-Łożykowska K., Golcz A., Wójcik J., 2008. Yield and quality of sweet basil, savory, marjoram and thyme raw material from organic cultivation on the composted manure. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 53 (4), 63–66.
- Skočibušić M., Bezić N., Dunkić V., 2006. Phytochemical composition and antimicrobial activities of the essential oils from *Satureja subspicata* Vis. growing in Croatia. *Food Chem.* 96, 20–28.
- Slavkovska V., Janic R., Bojovic S., Milosavljevic S., Djokovic D., 2001. Variability of essential oils of *Satureja montana* L. and *Satureja kitaibelii* Wierzb. ex Heuff. from the central part of Balkan peninsula. *Phytochemistry* 57, 71–76.
- Soković M., Tzakou O., Pitarokili D., Couladis M., 2002. Antifungal activities of selected aromatic plants growing wild in Greece. *Nahrung/Food* 46 (5), 317–320.

- Sousa D.P. de, Nóbrega F., Santos C., Benedito R.B., Vieira Y.W., Uliana M.P., Brocksom T.J., Almeida R.N. de, 2012. Antinociceptive activity of thymoquinone and its structural analogues: A structure-activity relationship study. *Trop. J. Pharm. Res.* 11 (4), 605–610.
- Stammati A., Bonsi P., Zucco F., Moezelaar R., Alkomi H.I., Von Wright A., 1999. Toxicity of essential oil on microbial and mammalian short-term assays. *Food Chem. Toxicol.* 37, 813–823.
- Suárez A., Echandi M.M., Ulate G., Ciccio J.F., 2003. Pharmacological activity of the essential oil of *Satureja viminea* (Lamiaceae). *Rev. Biol. Trop.* 51 (1), 247–252.
- Zgórkka G., Główniak K., 2001. Variation of free phenolic acids in medicinal plants belonging to the Lamiaceae family. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 26, 79–87.

**Summary.** Species of genus *Satureja* are known primarily as aromatic spice plants. Research conducted in recent years shows close relationship between the active substances of savory (essential oil, phenolic compounds, tannins, flavonoids) and antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, analgesic and antispasmodic activity of the raw material and extracts. The mechanisms of action of savory active compounds have not been fully understood. There have also been examined all species of this type, both in terms of the chemical composition and the therapeutic effects. The material for future studies are numerous species of this genus, different in terms of morphological characteristics, the chemical composition and biological activity. Research results on savory and indigenous medical traditions allow to consider savory as a promising source of active substances useful for herbal therapy.

**Key words:** medicinal plants, savory, biologically active substances, essential oil, herbal extracts