



Katedra Warzywnictwa i Zielarstwa, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu,
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Doświadczalna 50a, 20–280 Lublin, Polska
* e-mail: renata.nurzyńska@up.lublin.pl

RENATA NURZYŃSKA-WIERDAK , ALEKSANDRA CHRAPEK

Rodzaj *Thymus* L. – walory aromatyczne i lecznicze. Przegląd wybranych gatunków

Genus *Thymus* L. – aromatic and medicinal values. Overview of selected species

Streszczenie. Rodzaj *Thymus* L. jest jednym z największych i najważniejszych gospodarczo rodzajów w rodzinie Lamiaceae. Rośliny należące do tego rodzaju są tradycyjnym i wysoko cenionym źródłem surowca leczniczego i przyprawowego. Surowcem zielarskim tych roślin jest aromatyczne ziele (*herba*), a najistotniejszym składnikiem bioaktywnym olejek eteryczny (*oleum aetherium*). Wśród składników aktywnych surowca wymieniane są ponadto: związki fenolowe, flawonoidy, garbniki, witaminy i związki mineralne. Ekstrakty z ziela tymianku i olejki tymiankowe wykazują szeroką aktywność biologiczną. Działają antyoksydacyjnie, przeciwzapalnie, przeciwkaszlowo, przeciwwirusowo, przeciwbakteryjnie, usprawniają pracę układu trawiennego. Działanie wykrztuśne związane jest z obecnością karwakrolu, tymolu i geraniolu, a właściwości bakteriobójcze i wirusobójcze potęguje obecność związków fenolowych oraz flawonoidów. W pracy dokonano przeglądu właściwości aromatycznych, leczniczych i przyprawowych wybranych czterech gatunków z rodzaju *Thymus*: *T. vulgaris* L., *T. pulegioides* L., *T. serpyllum* L. i *T. citriodorus* S., przedstawiono najnowsze badania uzasadniających ich tradycyjne zastosowania oraz potencjalne wartości terapeutyczne.

Słowa kluczowe: olejek eteryczny, polifenole, tymol, karwakrol, geraniol, aktywność antyoksydacyjna

WSTĘP

Wiedza o działaniu leczniczym różnych gatunków roślin oraz możliwości praktycznego wykorzystania surowców zielarskich znane były już starożytnym cywilizacjom. W starych opracowaniach można znaleźć recepty opisujące sposoby leczenia różnych chorób z użyciem roślin. W *Papirusie Ebersa* datowanym na 1500 r. p.n.e. wymieniano

m.in.: czosnek, cebulę morską, glistnik jaskółcze ziele, aloes, jałowiec pospolity, szantę zwyczajną, kozieradkę, mak, mandragorę, tymianek, koper, kminek, bieluń oraz mięętę [Musiał 2017]. Datowana na III w. p.n.e. tabliczka zapisana pismem klinowym z terenu Mezopotamii zawiera opis receptury leczniczej, zawierającej m.in.: olibanum, mirt oraz tymianek [Marwicka i in. 2015]. Współcześnie, coraz więcej uwagi poświęca się zdrowemu stylowi życia, a także naturalnym metodom wzmocnienia odporności. Rośliny są ważnym źródłem substancji leczniczych, poszukiwanych w produkcji farmaceutycznej. Jednymi z częściej wykorzystywanych aromatycznych roślin leczniczych są gatunki z rodzaju *Thymus* L., należące do rodziny jasnotowate (Lamiaceae). Rodzina Lamiaceae obejmuje 236 rodzajów i ok. 6900–7200 gatunków. Największe rodzaje tej rodziny to: *Salvia*, *Scutellaria*, *Stachys*, *Plectranthus*, *Hyptis*, *Teucrium*, *Thymus*, *Vitex*, *Nepeta*. Większość gatunków z tej rodziny to rośliny aromatyczne, posiadające złożoną mieszaninę związków bioaktywnych, które przyczyniają się do silnej aktywności biologicznej, zarówno w warunkach *in vitro*, jak i *in vivo* [Tzima i in. 2018].

Rodzaj *Thymus* obejmujący 928 gatunków jest spokrewniony z rodzajami *Origanum*, *Satureja*, *Micromeria* i *Thymbra* i pochodzi prawdopodobnie z zachodniego regionu Morza Śródziemnego. Na Półwyspie Iberyjskim i w północno-zachodniej Afryce, a także w Portugalii i Makaronezji, można spotkać przedstawicieli ośmiu sekcji tego rodzaju: *Micantes*, *Mastichina*, *Piperella*, *Teucrioides*, *Pseudothymbra*, *Thymus*, *Hyphodromi* i *Serpyllum* [Figueiredo i in. 2010]. Klasyfikacja w obrębie rodzaju *Thymus* jest skomplikowana, ze względu na trudności w identyfikacji chromosomów [Patil i in. 2021]. Pomimo dużej liczby gatunków tymianku, do najważniejszych gospodarczo w Europie zalicza się: hiszpańskie oregano (*Thymus capitatus*), hiszpański dziki majeranek (*Thymus mastichina*), dziki tymianek (*Thymus serpyllum*), tymianek pospolity (*Thymus vulgaris*) i tymianek hiszpański (*Thymus zygis*) [Figueiredo i in. 2010]. W krajowych uprawach zielarskich spotykane są głównie dwa gatunki z rodzaju *Thymus*: tymianek pospolity (*Thymus vulgaris*) i macierzanka piaskowa (*T. serpyllum*). W dalszej części pracy przedstawiono charakterystykę uprawianych w Polsce gatunków tymianku oraz dwóch mniej znanych gatunków o cennych działaniach leczniczych i dużym potencjale fitoterapeutycznym: *T. pulegioides* i *T. citriodorus*.

PRZEGLĄD WYBRANYCH GATUNKÓW Z RODZAJU *THYMUS*

***Thymus vulgaris* L. – tymianek właściwy**

Pochodzenie i morfologia. Tymianek właściwy (macierzanka tymianek, macierzanka zwyczajna) – *Thymus vulgaris* L. pochodzi z zachodniej części basenu Morza Śródziemnego. W stanie dzikim występuje również w Zachodniej Azji i Afryce Północnej, w tym w Egipcie, Algierii, Tunezji, Libii i w Maroku. Spotykany jest w stanowisku naturalnym przede wszystkim na terenach nasłonecznionych, suchych i skalistych, do 800 m. n.p.m. Uprawiany jest na terenie całej Europy oraz w Ameryce Północnej [Patil i in. 2021]. Nazwa tymianek pochodzi od greckiego słowa „okadzać”, co wiąże się albo z użytkowaniem ziela jako kadzidła, albo z jego balsamicznym zapachem. Nazwę rośliny wywodzi

się też od greckiego słowa *thyo* oznaczającego perfumy lub od *thymus* – odwaga. Tymianek używany był już przez Sumerów ok. 3500 lat p.n.e, i przez starożytnych Egipcjan, którzy nazywali go *tham*. W czasach starożytnych i średniowiecznych uznawany był za źródło orzeźwienia, środek inspirujący i dodający odwagi [Dauqan i Abdullah 2017]. W starożytności, wodny ekstrakt z rośliny postrzegany był jako antidotum na toksyny. Rzymianie spożywali ekstrakt z tymianku przed posiłkiem lub w jego trakcie, aby uchronić się przed zatruciem. W podobnym celu stosowano również odtruwające kąpiele z tymiankiem [Patil i in. 2021].

Tymianek jest krzewinką, dorastającą do 40 cm wysokości, o silnych, rozgałęzionych, czterokątnych łodygach, drewniejących w dolnej części (fot. 1). Liście tymianku są niewielkie, zielono-szare, naprzeciwległe, krótkoogonkowe. Blaszka liściowa może być całobrzega, lancetowata, eliptyczna, a nawet równowąska. Liście są mięsiste, długości 0,5–1,0 cm, charakterystycznie podwinięte z obu stron. Tymianek tworzy drobne, białoróżowe, różowe lub białe dwuwargowe kwiaty, o krótkiej szypułce, osadzone w kątach liści (fot. 1). Kwiaty zebrane są w kuliste lub owalne główkowate kwiatostany na szczytach pędów. Owocem jest rozłupnia, dzieląca się na 4 rozłupki. Tymianek kwitnie od czerwca do sierpnia, jest rośliną miododajną o znacznych walorach dekoracyjnych [Dauqan i Abdullah 2017, Mehta 2021]. Cechy morfologiczne tymianku mogą się różnić w zależności od warunków środowiskowych. *T. vulgaris* L. wykazuje aneuploidię, w której liczba chromosomów różni się u roślin tego samego gatunku. Aneuploidia odgrywała ważną rolę podczas ewolucji i jest odpowiedzialna za zróżnicowanie liczebności; dotyczy to także *T. vulgaris* L. z $2n = 28, 58$ [Patil i in. 2021]. Kosakowska i in. [2020] wskazują na dużą zmienność tymianku pospolitego. Pojedyncze rośliny odmiany Standard Winter okazały się silnie zróżnicowane, zarówno pod względem cech morfologicznych, jak i chemicznych. Stwierdzono silne zróżnicowanie w zakresie masy ziela, kształtu, barwy, długości i szerokości liści, a także zagęszczenie włosków gruczołowych, które wpłynęły na zmienną zawartości olejku eterycznego. Opisywane rośliny wyróżniały się olejkami tymolowym, przy stosunkowo dużym zróżnicowaniu zawartości tego składnika. Wśród kwasów fenolowych i flawonoidów dominował kwas rozmarynowy, a następnie 7-O-glukozyd luteoliny.

Surowiec zielarski. Surowcem tymianku jest aromatyczne ziele (*Thymi herba*) zbierane na początku pełni kwitnienia, zawierające olejek eteryczny i inne substancje bioaktywne. Ziele tymianku jest surowcem farmakopealnym, wykorzystywanym do produkcji preparatów farmaceutycznych, takich jak mieszanki ziołowe, syropy, pastylki. Jest popularną przyprawą i składnikiem mieszanek przyprawowych (zioła prowansalskie, *bouquet garni*) oraz źródłem olejku eterycznego [Pluhár i in. 2016, Gedikoğlu i in. 2019]. Dzięki obecności olejku eterycznego, surowiec ma przyjemny, ziołowy zapach i smak. Jest używany na całym świecie jako przyprawa do celów kulinarnych. Świeże i wysuszone liście tymianku są szeroko stosowane do aromatyzowania dań mięsnych, zup, sałatek, octu i oliwy [Pluhár i in. 2016]. Tymianek wykorzystywany jest również w produkcji żywności, do celów technologicznych, głównie jako przeciwutleniacz i konserwant. Poza znaczącym potencjałem biologicznym tymianku (aktywność antyoksydacyjna i przeciwdrobnoustrojowa), ważne są też inne względy uzasadniające jego przydatność w produkcji spożywczej: nietoksyczność, dostępność i niska cena [Nieto 2020].



Fot. 1. Rośliny *Thymus vulgaris* L. (fot. A. Chrapek)
 Photo 1. *Thymus vulgaris* L. plants (phot. by A. Chrapek)

Składniki aktywne surowca. Ziele tymianku jest surowcem olejkowym. Olejek eteryczny występuje w surowcu w zmiennej ilości, od 0,5% do 3,4%, zależnie od genotypu, warunków środowiskowych, czynników agrotechnicznych czy pozbiornych [Smolik i in. 2009, Pluhár i in. 2016, Najar i in. 2021]. Substancja ta, warunkująca specyficzny zapach rośliny oraz surowca, gromadzi się głównie w liściach i kwiatach. Olejek tymiankowy (*Thymi oleum*) składa się z 30–60 komponentów, wśród których dominują związki fenolowe: tymol i karwakrol [Soković i in. 2009] – tabela 1. Olejek zawiera ponadto monoterpenny: *p*-cymen, α -pinen, β -pinen, α -terpinen, limonen, myrcen i alkohole terpenowe, linalol, octan linalolu, borneol, octan borneolu, α -terpineol i 1,8-cyneol [Pluhár i in. 2016, Ambroziak i in. 2020, Beicu i in. 2021]. Opisano 13 różnych chemotypów tymianku, które zostały zidentyfikowane na podstawie przewagi monotrpenów w olejku eterycznym. Spośród wymienionych, 6 uznaje się za główne dla tymianku: chemotyp linalolowy, borneolowy, geraniolowy, tymolowy, karwakrolowy, octanu sabinenu [Patil i in. 2021]. Najar i in. [2021] opisują dwa włoskie chemotypy tymianku uprawiane w rejonie Toskanii: chemotyp tymolowy z tymolem jako głównym składnikiem olejku (51,26–49,87%), a następnie γ -terpinenem i *p*-cymenem oraz chemotyp linalolowy, o wysokim (ok. 90%) udziałem utlenionych monotrpenów, z linalolem (75%), octanem linalilu (8,15%) i β -kariofilenem (3,2%). Satyal i in. [2016] zaprezentowali wszechstronną 20 analizę chemotypów *T. vulgaris*, wyróżniając: chemotyp linalolowy (linalol/octan linalilu, olejek z Nyons, Francja); chemotyp geraniolowy (geraniol/octan geranylu, olejek z Jablanickiego, Serbia); chemotyp octanu sabinenu (octan *cis*-sabinenu/ octan *trans*-sabinenu, olejek z okręgu Pomorawje, Serbia) oraz chemotyp tymolowy (tymol/*p*-cymen, olejek z Richerenches, Francja).

Głównymi składnikami handlowego olejku eterycznego *T. vulgaris* są tymol (23–60%), γ -terpinen (18–50%), *p*-cymen (8–44%), karwakrol (2–8%), i linalol (3–4%) [Sienkiewicz i Wasieła 2012, Satyal i in. 2016]. Ziele tymianku zawiera także związki fenolowe: kwas chinowy, rozmarynowy, kawowy, *p*-kumarowy, syryngowy, *p*-hydroksybenzoesowy, ferulowy, gentyzynowy, flawonoidy: apigeninę, luteolinę, naryngeninę, ksantomikrol, steroidy, taniny, alkaloidy, saponiny, polisacharydy, liczne składniki mineralne

(m.in. magnez, wapń, potas, sód, żelazo, fosfor i selen) oraz witaminy z grupy B (głównie witaminy B₆ i B₉, potrzebne do prawidłowego rozwoju układu nerwowego), witaminy A, E, K oraz C [Szilvássy i in. 2013, Ambroziak i in. 2020, Beicu i in. 2021, Patil i in. 2021]. Szilvássy i in. [2013] wśród fenolokwasów tymianku jako główny składnik wykazali kwas rozmarynowy (882–1677 µg g⁻¹ św.m.), a w próbkach chemotypu tymolowego większą ilość kwasu syringowego i rozmarynowego, w porównaniu z chemotypem nietymolowym.

Tab. 1. Główne składniki olejku eterycznego *Thymus vulgaris*Tab. 1. The main compounds of *Thymus vulgaris* essential oil

Składnik/Compound	Zawartość/Quantity	Źródło/Source
Tymol	18–80%	Soković i in. 2009, Satyal i in. 2016, Najar i in. 2021, Niksic i in. 2021
Linalol	2–76%	Pluhár i in. 2016, Satyal i in. 2016, Ambroziak i in. 2020, Beicu i in. 2021, Najar i in. 2021, Nieto 2021, Niksic i in. 2021
Karwakrol	1–70%	Soković i in. 2009, Niksic i in. 2021
Geraniol	60%	Satyal i in. 2016
Octan <i>cis</i> -sabinenu	31%	Satyal i in. 2016
γ-Terpinen	5–31%	Kosakowska i in. 2020, Mehta 2021, Nieto 2021, Niksic i in. 2021
<i>p</i> -Cymen	7–30%	Pluhár i in. 2016, Satyal i in. 2016, Ambroziak i in. 2020, Kosakowska i in. 2020, Beicu i in. 2021, Mehta 2021, Nieto 2021, Niksic i in. 2021
α-Terpineol	0,1–19%	Pluhár i in. 2016, Ambroziak i in. 2020, Beicu i in. 2021
1,8-Cyneol	0,1–19%	Pluhár i in. 2016, Ambroziak i in. 2020, Beicu i in. 2021
Octan geranylu	16,7%	Satyal i in. 2016
Octan linalolu	5–8%	Pluhár i in. 2016, Ambroziak i in. 2020, Beicu i in. 2021
Borneol	5–8%	Pluhár i in. 2016, Ambroziak i in. 2020, Beicu i in. 2021

Aktywność biologiczna. Ziele tymianku (*Thymi herba*) posiada właściwości antyseptyczne, ściągające, wiatropędne, dezynfekujące. Poprawia funkcjonowanie wątroby, pobudza apetyt, jest stosowane w leczeniu chorób układu oddechowego, grzybic oraz jako środek poprawiający pracę nerek. Posiada udowodnione działanie wirusobójcze, na wirusy opryszczki Herpes Simplex Virus (HSV-1 oraz HSV-2) [Hosseinzadeh i in. 2015]. Rašković i in. [2020] dowiedli, że syrop i nalewka z tymianku wykazują skuteczne działanie przeciwbólowe oraz, że preparaty z tymianku zmniejszają działanie przeciwbólowe

kodeiny i wzmagają działanie przeciwbólowe paracetamolu. Jednoczesne podawanie preparatów z tymianku prowadziło do nasilenia depresyjnego działania diazepamu i pentobarbitalu na ośrodkowy układ nerwowy. Tymianek jest jednym z najsilniejszych naturalnych przeciwutleniaczy, dzięki wysokiej zawartości polifenoli: kwasu rozmarynowego, galusowego, kawowego oraz chlorogenowego [Kozłowska 2012].

Jednym z cenniejszych działań biologicznych tymianku jest jego aktywność przeciwdrobnoustrojowa i przeciwbiofilmowa. Mikroorganizmy występują w środowisku naturalnym w postaci planktonicznej lub tworzą biofilmy – zbiorowiska komórek otoczonych zewnątrzkomórkową macierzą. Biofilm jako wielokomórkowa struktura może być formowany przez wiele drobnoustrojów (baterii, grzybów, glonów, pierwotniaków). Jest to struktura trwała, wytwarzana na różnych powierzchniach, trudna do całkowitego zniszczenia. Według danych National Institutes of Health (USA), biofilm jest odpowiedzialny za prawie 80% infekcji wywołanych przez mikroorganizmy oraz za 65% infekcji szpitalnych [Czyżewska-Dors i in. 2018, Szlauer i in. 2019]. Tworzenie biofilmu przez bakterie i grzyby jest istotnym czynnikiem ich chorobotwórczości, szczególnie zaznaczającym się w schorzeniach przewlekłych. Ze względu na wysoką oporność biofilmu i częste niepowodzenia antybiotykoterapii/chemioterapii, poszukuje się nowych rozwiązań terapeutycznych, m.in. stosując olejki eteryczne [Budzyńska i Różalska 2012]. Z badań Oliveira i in. [2017] wynika, że ekstrakt z *T. vulgaris* jest skuteczny w zwalczaniu biofilmu monodrobnoustrojowego *C. albicans*, *S. aureus*, *E. faecalis*, *S. mutans* i *P. aeruginosa* oraz biofilmu wielodrobnoustrojowego *C. albicans* z *S. aureus*, *E. faecalis*, *S. mutans* lub *P. aeruginosa*. Autorzy dowiedli również aktywności przeciwzapalnej ekstraktu, sugerując że zapewnia on działanie ochronne DNA, eliminując możliwość zmian nowotworowych w komórkach nienowotworowych, co wynika prawdopodobnie z obecności tymolu. Dzięki właściwościom antyoksydacyjnym i przeciwdrobnoustrojowym, ekstrakty z tymianku mogą być uważane za cenny, naturalny dodatek do żywności, pozytywnie wpływający na układ pokarmowy ludzi i zwierząt [Nieto 2020].

Olejek eteryczny tymianku (*Thymi aetheroleum*) działa przeciwskurczowo, przeciwkaszlowo, przeciwłękowo, neuroprotekcynie, przeciwmiażdżycowo, przeciwzapalnie, immunomodulująco, przeciwnowotworowo, przeciwbólowo, antibakteryjnie, normuje ciśnienie krwi [Szilvássy i in. 2013, Gedikoğlu i in. 2019, Rašković i in. 2020]. Olejek oraz jego główny składnik tymol, wykazują silne działanie bakteriobójcze. Preparaty zawierające tymianek lub olejek tymiankowy wykorzystuje się w stomatologii do płukania w stanach zapalnych jamy ustnej i gardła; tymol jest jednym ze składników dentyny, czasowego wypełnienia stomatologicznego [Pytko-Polończyk i Muszyńska 2016]. Krzyśko-Łupicka i in. [2015] podają, że spośród kilku badanych olejków eterycznych tylko olejek tymiankowy w stężeniach 1 i 1,5% hamował rozwój 90% badanych szczepów *E. coli*, które wykazywały oporność na co najmniej połowę testowanych antybiotyków, a 90% z nich było odporne na ampicylinę i amoksycylinę. Kędzia i in. [2012] udowodnili działanie bakteriobójcze olejku tymiankowego, w stosunku do bakterii tlenowych z rodzaju: *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Corynebacterium*, *Acinetobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Serratia* oraz *Salmonella*. Sienkiewicz i Wasiela [2012] wykazały, że olejek tymiankowy, w porównaniu z olejkiem lawendowym, wykazuje znacznie silniejsze właściwości przeciwbakteryjne zarówno wobec szczepu wzorcowego *Pseudomonas aeruginosa*, jak i szczepów klinicznych *P. aeruginosa*, opornych na antybiotyki. Olejek eteryczny tymianku posiada duży potencjał przeciwgrzybiczy i może być stosowany jako naturalny

konserwant i fungicyd, przy czym ten rodzaj aktywności wiązany jest głównie z obecnością tymolu [Soković i in. 2009]. Z badań Krzyśko-Łupickiej i Walkowiak [2014] wynika, że olejek tymiankowy we wszystkich badanych stężeniach (0.025–2.0 %) całkowicie hamuje rozwój grzybnicy *Fusarium culmorum*, a efekt działania olejku jest zbliżony do działania zaprawy Funaben T.

Wyniki badań Niksic i in. [2021] wskazują, że olejek eteryczny *T. vulgaris* wykazuje działanie antyproliferacyjne wobec kilku złośliwych linii komórkowych (MOLT-4, MCF-7 i H460). Badanie to po raz pierwszy wykazało działanie cytotoksyczne olejku tymiankowego na raka płuc i linię komórkową ostrej białaczki limfoblastycznej. Autorzy sugerują, że antyproliferacyjne działanie składników olejku zależy od linii komórkowej raka.

***Thymus pulegioides* L. – macierzanka zwyczajna**

Pochodzenie i morfologia. Macierzanka zwyczajna (tymianek wielkolistny, tymianek szerokolistny) – *Thymus pulegioides* L. ($2n = 28, 30$) jest półkrzewem dorastającym do 30–40 cm wysokości o pędach wzniesionych lub podnoszących się, silnie rozgałęzionych, zakończonych kwiatostanem. Roślina tworzy sercowo jajowate lub eliptyczne, ogonkowe liście. Kwiatostan jest główkowaty lub wydłużony, kwiaty fioletowe, dwuwargowe. Okres kwitnienia przypada od maja do września–października; macierzanka zwyczajna jest rośliną miododajną, silnie aromatyczną [Broda i Mowszowicz 1996, Pióro-Jabrudzka i in. 2004].

Gatunek jest szeroko rozpowszechniony na kontynencie europejskim i wyspach Morza Śródziemnego [De Martino i in. 2009]. Występuje we Francji, Andorze, Hiszpanii, Portugalii i we Włoszech [Figueiredo i in. 2010], na Litwie [Ložienė i in. 2008], pospolity na terenie naszego kraju; porasta piaszczyste zbocza, widne lasy, łąki i przydroża [Pióro-Jabrudzka i in. 2004, Sárosi i in. 2012]. Rozwój roślin macierzanki zwyczajnej jest zależny od warunków pogodowych oraz siedliska; gatunek wyraźnie preferuje stanowiska nasłonecznione oraz wysoką temperaturę powietrza [Kowal i Krupińska 1979]. *T. pulegioides* rośnie na łąkach i jest często spotykany wśród naturalnych i półnaturalnych muraw z trawami pastewnymi i roślinami strączkowymi o wysokiej produktywności gospodarczej, takimi jak *Trifolium pratense* L., *Poa pratensis* L. i *Phleum pratense* L. [Vaičiulytė i in. 2021]. Gatunek ten został opisany w wyjątkowo ekstremalnych warunkach siedliskowych (hałdy cynkowo-ołowiane w okolicach Olkusza), co wskazuje na jego niewielkie wymagania glebowe i wilgotnościowe oraz wysoką tolerancję na metale ciężkie [Grodzińska i Szarek-Łukaszewska 2002]. Kowal i Krupińska [1979], badając produktywność *T. pulegioides* w warunkach naturalnych, stwierdzili, że rośliny wykazują w okresie wegetacji duże zróżnicowanie pokroju, przy zachowaniu stabilnej biomasy pojedynczej rośliny. Autorzy otrzymali najwięcej olejku eterycznego (0,98%) zbierając ziele w lipcu, natomiast mniej w czerwcu i sierpniu (odpowiednio: 0,75% i 0,66%).

Surowiec zielarski. Surowcem zielarskim macierzanki zwyczajnej jest aromatyczne ziele zbierane w pełni kwitnienia roślin. Surowiec wykorzystywany jest w przemyśle farmaceutycznym, kosmetyczno-perfumeryjnym i spożywczym. W Portugalii gatunek ten jest tradycyjnie stosowany ze względu na swoje właściwości antyseptyczne i przeciwzapalne w leczeniu przeziębienia, kaszlu, zapalenia zatok, zapalenia oskrzeli, zapalenia płuc

i gruzlicy [Fernandes i in. 2010]. We Włoszech jest tradycyjnie stosowany jako środek wykrztuśny, przeciwoznaczny, przeciwskurczowy i ściągający [De Martino i in. 2009]. Z nadziemnych części rośliny, zebranych w czerwcu, po wysuszeniu przygotowuje się napary lecznicze. Suszone kwiatostany były często używane jako aromatyczna przyprawa, zwłaszcza w okresach niedoboru żywności do przyprawiania gorszej jakości potraw. Wspomina się, że oprócz przyjemnego smaku, macierzanka pospolita poprawia również wartość odżywczą żywności [Fernandes i in. 2010].

Składniki aktywne surowca. Główną substancją biologicznie czynną ziela macierzanki zwyczajnej jest olejek eteryczny (0,42–1,53%) o zróżnicowanym składzie chemicznym (tab. 2). W surowcu stwierdza się także obecność flawonoidów (0,32–0,40%), kwasów fenolowych (kwasu kawowego i kwasu rozmarynowego), kwasów tłuszczowych, cukrów, białka oraz składników mineralnych (głównie wapnia i potasu) [Pióro-Jabrudzka i in. 2004, Sárosi i in. 2012, Afonso i in. 2018].

Tab. 2. Główne składniki olejku eterycznego *T. pulegioides*
Tab. 2. The main compounds of *T. pulegioides* essential oil

Składnik/Compound	Zawartość/Quantity	Źródło/Source
Octan α -terpinylu	0–76%	Michet i in. 2008, Varga i in. 2015, Vaičiulytė i in. 2016, 2021
Tymol	14–37%	Pióro-Jabrudzka i in. 2004, De Martino i in. 2009, Sárosi i in. 2012, Varga i in. 2015, Beicu i in. 2021
Geraniol	2–36%	Pióro-Jabrudzka i in. 2004, Sárosi i in. 2012, Beicu i in. 2021
Karwakrol	6–30%	Pióro-Jabrudzka i in. 2004, Varga i in. 2015, Beicu i in. 2021
α -Terpineol	30%	Pióro-Jabrudzka i in. 2004
<i>p</i> -Cymen	15–20%	Pióro-Jabrudzka i in. 2004, De Martino i in. 2009, Varga i in. 2015, Beicu i in. 2021
Terpinolen	12%	Pióro-Jabrudzka i in. 2004
γ -Terpinen	2–11%	Pióro-Jabrudzka i in. 2004, Sárosi i in. 2012, Beicu i in. 2021
β -Kariofilen	6–8%	De Martino i in. 2009
<i>m</i> -Cymen	6–9%	Beicu i in. 2021
Linalol	5–6%	De Martino i in. 2009

Beicu i in. [2021] wykazali znaczące różnice w profilu chemicznym olejku *T. pulegioides* otrzymanego z roślin pochodzących z zachodniej Rumunii, wskazując potrzebę dalszych badań pod kątem polimorfizmu, potencjału chemicznego i biologicznego tego gatunku. Do tej pory opisano sześć chemotypów *T. pulegioides*: tymolowy, karwakrolowy, geraniolowy, linalolowy, fenonowy i octanu α -terpenylu. W północnych rejonach Europy w olejku eterycznym macierzanki dominują związki fenolowe (tymol i karwakrol), podczas gdy w Europie Środkowej stwierdzono silny polimorfizm olejku [Pióro-Jabrudzka i in. 2004, Michet i in. 2008, Sárosi i in. 2012, Vaičiulytė i in. 2021]. Polskie dzikorosnące populacje macierzanki zwyczajnej zawierają 0,42%–0,48% olejku eterycznego, w którego składzie znajduje się tymol lub karwakrol oraz: α -terpineol, *p*-cymen,

terpinolen, γ -terpinen i geraniol [Pióro-Jabrudzka i in. 2004]. W regionie Kampanii (południowe Włochy) opisano populację tymolową *T. pulegioides*, a w regionie Santagallo (Toskania, Włochy) na wys. 650 m n.p.m., dwie populacje o wysokiej zawartości tymolu (36,88 i 37,66%) oraz jego prekursora – γ -terpinenu (9,16 i 9,17%) oraz chemotyp geraniolowy [Sárosi i in. 2012]. Michet i in. [2008] stwierdzili, że octan α -terpinylu jest dominującym związkiem w olejku eterycznym *T. pulegioides*, który rośnie dziko w strefie subalpejskiej na wysokości 1700 m we Francji. Autorzy podają, że chemotyp octanu α -terpinylu nie występuje w siedliskach, w których rośnie chemotyp fenolowy. Chemotyp octanu α -terpinylu opisano również na Litwie, przy czym octan α -terpinylu okazał się bardzo rzadkim związkiem w olejku eterycznym *T. pulegioides* (stwierdzono go tylko w 35% badanych siedlisk tego gatunku) [Vaičiulytė i in. 2021]. Badania na wschodzie i południowym wschodzie Litwy wykazały znaczny udział octanu α -terpinylu w olejku dzikorosnącej populacji *T. pulegioides*, jak również pozytywny wpływ mobilnego fosforu w glebie na zawartość tego składnika [Vaičiulytė i in. 2016].

Aktywność biologiczna. *T. pulegioides* wykazuje właściwości przeciwutleniające i przeciwdrobnoustrojowe. Ekstrakty wodne i wodno-etanolowe z ziela macierzanki zwyczajnej działają antyoksydacyjnie i antyproliferacyjnie [Vergun i in. 2022]. Afonso i in. [2018] podają, że odwar z ziela *T. pulegioides* odznacza się znaczną zawartością związków fenolowych (390,94 \pm 2,48 g GAE/mg ekstraktu), większą niż ekstrakty z *T. zygis* i *T. fragrantissimus*, oraz znaczną ilością flawonów i flawanonów. Ekstrakt wyróżnia się wysoką aktywnością antyoksydacyjną oraz potencjałem przeciwbakteryjnym [Afonso i in. 2018].

Z badań Pavel i in. [2010] wynika, że olejek eteryczny *T. pulegioides* wykazuje działanie przeciwbakteryjne i przeciwgrzybicze. Małe stężenia (10,8–27 μ l/ml) hamują wzrost bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych oraz *Candida albicans*. De Martino i in. [2009] informują, że olejki eteryczne *T. pulegioides* (Sycylia i Kampania, Włochy) zawierające tymol, *p*-cymen, β -kariofilen oraz linalol są aktywne wobec bakterii Gram-dodatnich, jednak mniej niż gentamycyna i tetracyklina. Z kolei badania Varga i in. [2015] wskazują na całkowite zahamowanie wzrostu *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria innocua* i *Streptococcus pyogenes* pod wpływem olejku *T. pulegioides*, zawierającego tymol, karwakrol, octan terpinylu i *p*-cymen.

Ložienė i in. [2008] wykazali działanie przeciwgrzybicze olejków eterycznych uzyskanych z różnych chemotypów *T. pulegioides*. Autorzy stwierdzili, że na grzyby z gatunku *Candida* najsilniej działa olejek chemotypu tymolowego, a najsłabiej olejek chemotypu linalolowego, oraz że chemotyp geraniolu/geranialu/neralu działa najsilniej na *C. albicans*, a najsłabiej na *C. parapsilosis*. Wyniki badań Ložienė i in. [2008] dowodzą, że olejki eteryczne chemotypów *T. pulegioides* charakteryzują się różnym działaniem grzybobójczym wobec patogennych drożdży z rodzaju *Candida* i potwierdzają znaczenie dalszych badań chemotypów *T. pulegioides* dla możliwego zastosowania fitoterapeutycznego. Badania Pinto i in. [2006] dowodzą, że olejek eteryczny *T. pulegioides* wykazuje znaczącą aktywność przeciwko klinicznie istotnym gatunkom grzybów patogenicznych, głównie z powodu tworzenia się zmian w błonie cytoplazmatycznej i znacznego zmniejszenia w niej zawartości ergosterolu. Zdaniem autorów, olejek posiada wyraźną aktywność przeciwgrzybiczą, zasługującą na dalsze badania w kierunku zastosowań klinicznych.

Aktywność przeciwdrobnoustrojowa *T. pulegioides* przypisywana jest w szczególności obecności tymolu; wspomina się również o możliwości synergistycznego lub antagonistycznego działania jednego związku występującego nawet w niewielkiej ilości (do 1%)

[De Martino i in. 2008]. Jak wynika z badań Vaičiulytė i in. [2021], olejek eteryczny chemotypu octanu α -terpinylu *T. pulegioides* oraz octan α -terpinylu mają znaczące działanie przeciwdrobnoustrojowe przeciwko ludzkim chorobotwórczym mikroorganizmom.

Thymus serpyllum L. – macierzanka piaskowa

Pochodzenie i morfologia. Macierzanka piaskowa – *Thymus serpyllum* L. ($2n = 24, 26$) – jest typowym europejskim gatunkiem podsekcji *Serpyllum*. W Polsce zidentyfikowano jej trzy podgatunki: *serpyllum*, *pyncotrichum* (Uechtr.) i *lanuginosus* (Mill) Ronn. Pierwsza z nich obejmuje wiele odmian botanicznych i jest najbardziej typowa dla naszego kraju, pozostałe dwie są bardzo rzadkie [Bączek i in. 2019]. Macierzanka piaskowa nazywana jest też dzikim tymiankiem, dzięcielnicą, cząberkiem, pełzającym tymiankiem. Nazwa *serpyllum* pochodzi od greckiego słowa „pełzać” i nawiązuje do charakterystycznego pokroju rośliny [Jarić i in. 2015]. Gatunek ten występuje pospolicie w umiarkowanych i chłodnych strefach Europy, w Północnej Afryce oraz Azji. W Polsce rośnie głównie na nizinach, w lasach sosnowych, na suchych polanach, stanowiskach piaszczystych. Jest gatunkiem mrozoodpornym, stąd spotykana jest w północnej części kontynentu oraz na Syberii [Strzelecka i Kowalski 2000, Bączek 2019]. W Indiach występuje od Kaszmiru do Regionu Kumaon w zachodnich Himalajach i jest jedynym reprezentantem rodzaju *Thymus* we florze indyjskiej [Verma i in. 2009].

T. serpyllum to aromatyczna bylina o płożących pędach, zdrewniałych u nasady, z tendencją do ukorzenia się, zwłaszcza w węzłach. Dorasta do 30 cm wysokości, tworzy charakterystyczne, gęste, darniowate skupienia (fot. 2). Liście macierzanki są eliptyczne, lancetowate lub lancetowato-jajowate, skórzaste, intensywnie zielone. Kwiaty dwuwargowe, koloru biało-różowego do jasno fioletowego, drobne, sięgają 6–8 mm długości, a ich szerokość wynosi około 2–5 mm. Kwiatostan jest główkowaty, cylindryczny, o długości 1–3 cm. Okres kwitnienia rozpoczyna się z początkiem czerwca i trwa do września. Macierzanka jest rośliną miododajną [Strzelecka i Kowalski 2000, Jarić i in. 2015, Kirillov i in. 2016, Bączek i in. 2019]. Smolik i in. [2009], oceniając zmienność morfologiczną i genetyczną w obrębie rodzaju *Thymus*, wykazali największe (67%) podobieństwo filogenetyczne pomiędzy *T. vulgaris* i *T. serpyllum*.

Surowiec zielarski. Surowiec farmakopealny (*Serpylli herba*) stanowią ulistnione pędy wszystkich podgatunków oraz odmian macierzanki piaskowej, zbierane w okresie kwitnienia, zawierające nie mniej niż 0,3% olejku eterycznego [European Pharmacopoeia 2019]. Zawartość olejku eterycznego w ziele macierzanki jest zróżnicowana. Wynosi od 0,1–0,6% do 1,4–2,5% [Ahmad i in. 2006, Smolik i in. 2009, Verma 2009, Wesołowska i in. 2012, Kirillov i in. 2016, Tazabayeva i Sylibayeva 2018, Bączek i in. 2019]. Zmiany ilościowe i jakościowe olejku spowodowane są różnicami w położeniu plantacji, agrotechnice i przechowywaniu surowca. Aktywność biologiczna surowca uzależniona jest od obecności olejku eterycznego oraz związków fenolowych: flawonoidów, kwasów fenolowych i garbników. Napary z ziele macierzanki piaskowej to tradycyjne leki wykrztuśne, odkażające górne drogi oddechowe, do płukania jamy ustnej i gardła, stosowane także w niezycie żołądka i jelit, przy nadmiernej fermentacji, wzdęciach. Surowiec stosowany jest także jako aromatyczna przyprawa do zup, mięs, potraw z warzyw. Olejek używany jest do wyrobu mydeł i perfum [Strzelecka i Kowalski 2000, Bączek i in. 2019].



Fot. 1. *Thymus serpyllum* L., widok siedliska – Rezerwat przyrody Kózki, gmina Sarnaki, nad rzeką Bug (fot. R. Gruszecki)

Photo 1. *Thymus serpyllum* L., a habitat view – Kózki nature reserve, Sarnaki commune, on the Bug River (phot. by R. Gruszecki)

Składniki aktywne surowca. Ziele macierzanki piaskowej jest surowcem olejkowym. Olejek eteryczny macierzanki składa się z bardzo zmiennych ilości fenoli (tymolu i karwakrolu), alkoholi i węglowodorów monoterpenu; charakteryzuje się ostrym i pikantnym smakiem oraz przyjemnym iglasto-cytrusowym aromatem [Wesołowska i in. 2012, Kirillov i in. 2016]. Skład chemiczny olejku macierzankowego jest bardzo bogaty (tab. 3). Dotychczas opisano ponad 40 jego składników, a wśród nich: mircen, tymol, linalol, karwakrol, octan α -terpinylu, geraniol, α -terpineol, octan lawandulylu, *p*-cymen, *p*-cymol, *o*-cymen, β -kriofilin, octan terpinylu. Odnotowano również obecność, m.in.: γ -terpinenu, 1,8-cyneolu, *m*-cymenu, nerolu, borneolu, limonenu, octanu bornylu [Ahmad i in. 2006, Wesołowska i in. 2012, Varga i in. 2015, Kirillov i in. 2016, Nikolić i in. 2019, Galovičová i in. 2021].

Ziele macierzanki jest także dobrym źródłem kwasów fenolowych (0,3–0,6 g–100 g s.m.), flawonoidów (1,5–2 g/100 g s.m.) i garbników (0,6–1,2 g/100 g s.m.); zawiera kwas kawowy (109,59 $\mu\text{g/g}$), kwas rozmarynowy (1372,76 $\mu\text{g/g}$), kwas chlorogenowy (13,03 $\mu\text{g/g}$), kwas *p*-kumarowy (1,60 $\mu\text{g/g}$), kwas ferulowy (3,64 $\mu\text{g/g}$), 7-glikozyd-apigeniny (2,4 mg/g), luteolinę (0,39 mg/g), kwercetynę (0,06 mg/g) oraz naryngeninę (13,48 $\mu\text{g/g}$) [Varga i in. 2015, Tazabayeva i Sylibayeva 2018, Bączek i in. 2019]. W surowcu obecne są także witaminy C i K oraz witaminy z grupy B. Liczną grupę związków biologicznie aktywnych stanowią garbniki, których zawartość określa się jako 7–10% [Wesołowska i in. 2012, Kirillov i in. 2016, Janiak i in. 2017, Aprotosoae i in. 2019].

Aktywność biologiczna. Ziele macierzanki piaskowej ma długą tradycję stosowania w wielu krajach Europy i świata: jako środek odkażający, przeciwbaczy, przeciwskurczowy, wiatropędny, dezodorujący, napotny, wykrztuśny, uspokajający i tonizujący. Najczęściej stosuje się je w leczeniu chorób układu pokarmowego i oddechowego [Jarić i in. 2015]. W Zachodnich Bałkanach gatunek ten ma ważne zastosowanie jako środek uspokajający, poprawiający krążenie krwi, przeciwcholesterolemiczny i immunostymulujący. W alpejskim regionie północno-wschodnich Włoch napary z ziele macierzanki stosuje się

w leczeniu reumatyzmu [Jarić i in. 2015]. Podobnie jak tymianek pospolity, macierzanka stosowana jest wewnętrznie jako środek wykrztuśny i rozkurczowy oskrzeli. Zwiększa wydzielanie śluzu i wykazuje silne działanie antyseptyczne i przeciwbakteryjne [Bączek i in. 2018]. Ziele macierzanki piaskowej wykorzystywane jest do produkcji syropów, nalewek i herbatek ziołowych. Surowiec zawiera dużo związków polifenolowych, przez co zaliczany jest do przeciwutleniaczy; działa mukolitycznie i wykrztuśnie [Skotnicka i in. 2017].

Tab. 3. Główne składniki olejku eterycznego *T. serpyllum*Tab. 3. The main compounds of *T. serpyllum* essential oil

Składnik/Compound	Zawartość/Quantity	Źródło/Source
Mircen	2–74%	Wesołowska i in. 2012, Tazabayeva i Sylibayeva 2018, Nikolić i in. 2019
Octan α -terpinylu	4–66%	Nikolić i in. 2019
Tymol	1–60%	Verma i in. 2009, Ahmad i in. 2006, Wesołowska i in. 2012, Varga i in. 2015, Kirillov i in. 2016, Tazabayeva i Sylibayeva 2018, Bączek i in. 2019, Nikolić i in. 2019, Galovičová i in. 2021
Linalol	0,2–57%	Wesołowska i in. 2012, Kirillov i in. 2016, Bączek i in. 2019, Tazabayeva i Sylibayeva 2018, Nikolić i in. 2019, Galovičová i in. 2021
Geraniol	5–56%	Kirillov i in. 2016, Galovičová i in. 2021
Karwakrol	1–46%	Ahmad i in. 2006, Wesołowska i in. 2012, Varga i in. 2015, Tazabayeva i Sylibayeva 2018, Bączek i in. 2019, Galovičová i in. 2021
Octan lawandulylu	29%	Kirillov i in. 2016
<i>p</i> -Cymen	4–25%	Verma i in. 2009, Ahmad i in. 2006, Wesołowska i in. 2012, Varga i in. 2015
<i>p</i> -Cymol	0,1–25%	Kirillov i in. 2016
γ -Terpinen	0,1–23%	Wesołowska i in. 2012, Kirillov i in. 2016, Tazabayeva i Sylibayeva 2018
Octan geranylu	0,1–23%	Bączek i in. 2019, Galovičová i in. 2021
Borneol	0,2–22%	Wesołowska i in. 2012, Kirillov i in. 2016, Bączek i in. 2019, Nikolić i in. 2019
<i>p</i> -Menta-1,(7),8(10)dien-9(ol)	1–19%	Nikolić i in. 2019
β -Mircen	9–16%	Bączek i in. 2019
<i>o</i> -Cymen	11–15%	Tazabayeva i Sylibayeva 2018, Galovičová i in. 2021
1,8-Cyneol	2–14%	Verma i in. 2009, Wesołowska i in. 2012
β -Kriofilen	1–12%	Nikolić i in. 2019
<i>m</i> -Cymen	2–11%	Tazabayeva i Sylibayeva 2018
Octan terpinylu	10%	Varga i in. 2015
Neral (cytral b)	0–10%	Kirillov i in. 2016, Bączek i in. 2019
Nerol (cytral a)	3–8%	Kirillov i in. 2016

Ekstrakt z ziela macierzanki piaskowej wykazuje działanie antybakteryjne na *Salmonella enteritidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus coli* oraz grzybobójcze: na grzyby z rodzaju *Candida*, *Bacillus* oraz *Aspergillus* [Farrukh i in. 2012,

Ahmad i in. 2016]. Badania Bozkurt i in. (2012) wykazały silne działanie cytotoksyczne ekstraktu *T. serpyllum* na komórki raka piersi (linie komórkowe MCF-7 i MDA-MB-231). Autorzy sugerują, że *T. serpyllum* może być obiecującym składnikiem w opracowywaniu nowych onkoterapeutyków. Tazabayeva i Sylibayeva [2018] dowiedli cytotoksyczności składników aktywnych *T. serpyllum* wobec komórek raka jelita grubego, a największy efekt cytotoksyczny wykazywał tymol i luteolina (tymol > luteolina > kwercetyna > 7-glukozyd-apigeniny).

Olejek macierzankowy działa wykrztuśnie, bakterio- i grzybobójczo [Strzelecka i Kowalski 2000], silnie hamuje wzrost bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych oraz drożdży [Ahmad i in. 2006, Soković i in. 2009], działa również hamująco na mikroorganizmy tworzące biofilm. Zahamowanie wzrostu biofilmu stwierdzono w przypadku *Salmonella enteritidis* i *Enterococcus faecalis* [Čabarkapa i in. 2019, Liu i in. 2020]. Zmiany w strukturze biofilmu po zastosowaniu olejku *T. serpyllum* potwierdziły działanie hamujące, a najsilniejszy efekt zaobserwowano na biofilmie *Bacillus subtilis* [Galovicová i in. 2021]. Varga i in. [2015] wykazali, że olejek *T. serpyllum* hamuje wzrost *Pseudomonas aeruginosa*, *Cronobacter sakazakii*, *Listeria innocua*, *Streptococcus pyogenes* oraz *Candida albicans* i *Saccharomyces cerevisiae*, zarówno w stężeniu pierwotnym, jak i półrozcieżczonym, znacznie silniej niż olejek *T. vulgaris*, *T. pulegioides* i *T. glabrescens*. Nikolić i in. [2014] dowiedli znaczącej aktywności przeciwdrobnoustrojowej, a także wysokiej aktywności antyoksydacyjnej olejku *T. serpyllum*, podkreślając brak jego toksyczności. Galovicová i in. [2021] wnioskuje, że olejek *T. serpyllum* może być wykorzystany do przechowywania warzyw korzeniowych oraz pieczywa (m.in. jako inhibitor wzrostu *Penicillium*).

***Thymus citriodorus* (Pers.) Schreb. – macierzanka cytrynowa**

Pochodzenie i morfologia. Macierzanka cytrynowa, zwana też tymiankiem cytrynowym (*Thymus citriodorus* L., *Thymus* × *citriodorus* (Pers.) Schreb) jest hybrydą *T. vulgaris* i *T. pulegioides* [Toncer i in. 2017, Taghouti i in. 2020]. Gatunek pochodzi z południowej Europy, uprawiany jest głównie w rejonie Morza Śródziemnego (w Grecji przede wszystkim do celów kulinarnych). Macierzanka cytrynowa charakteryzuje się silnym, oryginalnym, cytrynowo-pomarańczowym zapachem [Toncer i in. 2017, Ntalli i in. 2020]. Jurevičiūtė i in. [2018] podają, że przyjemny różano-cytrynowy aromat rośliny może być dziedziczony po chemotypie geraniolowym gatunku rodzicielskiego *T. pulegioides*.

Macierzanka cytrynowa jest wiecznie zieloną byliną, dorastającą zazwyczaj do 20–30 cm. Tworzy łodygi wzniesione pionowo, często rozgałęzione, u podstawy drewniejące. Liście są zimozielone, skórzaste, eliptyczne, lancetowato-jajowate, do lancetowatych, intensywnie zielone, długości do 0,8 cm. Jej kwiaty koloru różowo-fioletowego lub różowego, o długości 3–7 mm, pojawiają się od czerwca do października. Kwiatostany są luźne, podługowato-kuliste, o średnicy ok 1,5 cm [Tucker i DeBaggio 2009, Omidbaigi i in. 2009]. Macierzanka cytrynowa wykazuje umiarkowaną odporność na stres wodny. Tatrai i in. [2016] wykazali zmiany składu chemicznego olejku eterycznego pod wpływem stresu suszy, który podobnie jak wysoka temperatura powietrza, powodował zwiększenie koncentracji geraniolu, tymolu i karwakrolu.

Surowiec zielarski. Surowcem pozyskiwanym z macierzanki cytrynowej są liście oraz ziele, zbierane przed kwitnieniem lub na początku kwitnienia, stosowane głównie

jako przyprawa lub składnik herbat, przede wszystkim w regionie śródziemnomorskim [Kizil i Toncer 2016] oraz jako przyprawa do dań rybnych [Jurevičiūtė i in. 2018]. Charakterystyczny aromat ziela macierzaki cytrynowej związany jest z obecnością geraniolu oraz trzech pokrewnych biogenetycznie związków: nerolu, geranialu i neralu (tab. 4). Geraniol, alkohol terpenowy o aromacie słodkiej róży, jest jednym z najważniejszych związków w przemyśle aromatów oraz powszechnym składnikiem produktów zapachowych. Charakteryzuje się silnym działaniem antybakteryjnym. Stosowany jest w produkcji kosmetyków, detergentów, środków odstraszających owady i środków owadobójczych [Lapczyński i in. 2008, Jurevičiūtė i in. 2018]. Izomer geraniolu nerol wyróżnia się świeżym, słodkim, różanym zapachem z cytrusową nutą, natomiast cytral – zapachem cytrynowym. Cytral jest ważnym składnikiem do produkcji perfum i farmaceutyków o potencjalnym działaniu przeciwnowotworowym [Jurevičiūtė i in. 2018].

Tab. 4. Główne składniki olejku eterycznego *Thymus citriodorus* (Pers.) Schreb
Tab. 4. The main compounds of *Thymus citriodorus* (Pers.) Schreb essential oil

Składnik/Compound	Zawartość/Quantity	Źródło/Source
Geraniol	9–75%	Kizil i Toncer 2016, Tátra i in. 2016, Aouam i in. 2018, Jurevičiūtė i in. 2018, Aprotosoai e i in. 2019, Ntalli i in. 2020, Oliveira i in. 2022
Terpinolen	71%	Toncer i in. 2017
Ftalan diizobutyłu	26–55%	Tátra i in. 2016
Lawandulol	54%	Aprotosoai e i in. 2019
Karwakrol	3–32%	Tátra i in. 2016, Ntalli i in. 2020
Geranial	9–30%	Jurevičiūtė i in. 2018, Aprotosoai e i in. 2019
α -Terpineol	20%	Toncer i in. 2017
1,8-Cyneol	1–16%	Toncer i in. 2017, Oliveira i in. 2022
Nerol (cytral a)	1–15%	Kizil i Toncer 2016, Jurevičiūtė i in. 2018, Ntalli i in. 2020, Aprotosoai e i in. 2019
Neral (cytral b)	1–12%	Kizil i Toncer 2016, Jurevičiūtė i in. 2018, Ntalli i in. 2020, Aprotosoai e i in. 2019
Pseudofitol	5–12%	Tátra i in. 2016
Mrówczan terpinylu	10%	Aouam i in. 2018
Karwakrol	1–10%	Toncer i in. 2017, Ntalli i in. 2020
Tymol	1–9%	Kizil i Toncer 2016, Tátra i in. 2016, Toncer i in. 2017, Aouam i in. 2018, Aprotosoai e i in. 2019, Ntalli i in. 2020, Oliveira i in. 2022
Izogeraniol	3–7%	Aouam i in. 2018, Ntalli i in. 2020
Tyglan cytronelylu	6%	Aouam i in. 2018
Pulegon	5%	Aouam i in. 2018
Linalol	2–4%	Toncer i in. 2017, Ntalli i in. 2020

Składniki aktywne surowca. Ziele macierzanki cytrynowej to surowiec aromatyczny, zawierający 1–2% olejku eterycznego [Smolik i in. 2009, Kizil i Toncer 2016, Aprotosoai e i in. 2019]. Zawartość olejku eterycznego podlega zmienności ontogenetycznej i wynosi: 2,0% przed kwitnieniem, 2,2% na początku kwitnienia, 1,5–1,9% w pełni kwitnienia i 1,3% po kwitnieniu [Omidbaigi i in. 2009, Toncer i in. 2017]. W olejku eterycznym stwierdzono ponad 30 składników (tab. 4), wśród których dominuje geraniol, a ponadto: lawandulol, terpinolen, geranial i α -terpineol, karwakrol, neral, nerol, linalol

oraz w ilości około 1%: borneol, 1,8-cyneol, α -pinen, γ -terpinen [Kizil i Toncer 2016, Toncer i in. 2017, Aprotosoiaie i in. 2019, Ntalli i in. 2020]. Skład chemiczny olejku macierzanki cytrynowej podlega różnym czynnikom zmienności. Tátra i in. [2016] wykazali duże zmiany zawartości głównych składników olejku pod wpływem stresu suszy: udział geraniolu, karwakrolu i ftalanu diizobutyłu zwiększył się, podczas gdy pseudofitolu został zredukowany. Badania Jurevičiūtė i in. [2018] dowiodły, że czas destylacji może być jednym ze sposobów otrzymywania olejku macierzanki cytrynowej o określonym docelowym składzie. Zdaniem autorów, prowadząc 60-minutową hydrodestylację można uzyskać olejek o podwyższonym udziale cytralu (mieszanina geranialu i neralu w stosunku 2 : 1), składnika o cennych właściwościach biologicznych.

W surowcu występują ponadto związki fenolowe (165,14–196,66 mg ekwiwalentu kwasu kawowego na 1 g): kwas rozmarynowy, pochodne kwasu cynamonowego, takie jak kwas kawowy, oraz flawonoidy (255,93–282,48 mg ekwiwalentu katechiny na 1 g): pochodne luteoliny, eriodiktiolu, kwercetyny, chryzoeriolu i apigeniny [Taghouti i in. 2020]. Pereira i in. [2013] stwierdzili, że ekstrakt *T. citriodorus* jest bogaty w kwas rozmarynowy (10,4 \pm 0,6 mg/g ekstraktu), luteolin-7-O- α -glukuronid (12 \pm 2 mg/g), zawiera też eriodictyol, apigeninę, kwercytnę i pochodne kwasu cynamonowego (w tym kwas kawowy). Taghouti i in. [2020] wykazali, że skład polifenoli *T. citriodorus* jest bardziej podobny do *T. vulgaris* niż do *T. pulegioides*. Ziele macierzanki cytrynowej zawiera ponadto składniki mineralne: żelazo (16,4 mg/kg), selen (5,2 mg/kg), miedź (1,6 mg/kg), chrom (1,5 mg/kg), mangan (0,1 mg/kg), oraz fosfor (0,7 mg/kg) [Kizil i Toncer 2016].

Aktywność biologiczna. Ekstrakt z ziele macierzanki wykazuje aktywność przeciwbakteryjną, m.in. w stosunku do *Bacillus subtilis* [Orłowska i in. 2015]. Taghouti i in. [2020] wykazali znaczną aktywność antyoksydacyjną i antyproliferacyjną surowca macierzanki, skorelowaną z poziomem polifenoli. Autorzy sugerują, że dzięki dużej zawartości kwasów fenolowych macierzanka cytrynowa wykazuje działanie cytotoksyczne oraz antyproliferacyjne oraz zapobiega namnażaniu się komórek ludzkiego raka wątrobowo-komórkowego (HepG2) przez indukcję apoptozy.

Olejek eteryczny macierzanki cytrynowej wykazuje działanie przeciwdrobnoustrojowe. Aouam i in. [2018] wykazali aktywność marokańskiego olejku eterycznego *T. citriodorus* przeciwko *Escherichia coli* i *Citrobacter* sp., *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomonas aeruginosa* i *Staphylococcus aureus*, silniejszą niż antybiotyków ampicyliny i ceftriaksonu. Olivieira i in. [2022] dowiedli, że olejek macierzanki cytrynowej wykazuje bezpośrednie działanie przeciwdrobnoustrojowe w stosunku do *Staphylococcus epidermidis*, *Cutibacterium acnes* oraz *S. aureus*. Olejek był skuteczny w zapobieganiu tworzeniu się biofilmu i niszczeniu wstępnie uformowanego biofilmu, nawet w stężeniach poniżej hamujących. Wykazywał także działanie przeciwzapalne i słabe działanie przeciwutleniające. Autorzy potwierdzają działanie przeciwtrądzikowe olejku i hydrolatu macierzanki cytrynowej. Zdaniem badaczy hydrolat wykazuje wyższą biokompatybilność, potencjał przeciwzapalny i zdolność do modulowania wirulencji *C. acnes* i może być wskazany do codziennego stosowania, podczas gdy olejek eteryczny o wyraźnym działaniu przeciwbakteryjnym, przeciwbiofilmowym i przeciwzapalnym, z pewną cytotoksycznością, można wskazać do stosowania przez krótki czas w stanach zaostrzeniach choroby. Aprotosoiaie i in. [2019] podają, że olejek mołdawski *T. citriodorus* ze względu na wysoką zawartość geraniolu i lawandulolu może być cennym produktem dla przemysłu perfumeryjnego czy spożywczego.

PODSUMOWANIE

Rośliny z rodzaju *Thymus* wyróżniają się bogatym i różnorodnym składem chemicznym, szeroką aktywnością biologiczną oraz specyficznym i trwałym aromatem. Wśród składników bioaktywnych tymianku i macierzanki, najważniejszymi wydają się być olejek eteryczny, kwasy fenolowe i flawonoidy, jednak zależności pomiędzy wymienionymi związkami a określonym rodzajem aktywności nie są jeszcze w pełni wyjaśnione. Skład ilościowy i jakościowy olejku eterycznego oraz ekstraktów z ziela roślin z rodzaju *Thymus* jest różnorodny i zmienny, zależny od genotypu, czynników środowiskowych, a także metody ekstrakcji. Profil chemiczny tymianku i macierzanki determinuje aktywność biologiczną: działanie antyoksydacyjne, przeciwnowotworowe, przeciwdrobnoustrojowe i odkażające, przeciwzapalne, a także wspomagające trawienie. Większość badań wskazuje na wyraźny związek wysokiego udziału tymolu i karwakrolu z aktywnością przeciwdrobnoustrojową i antyoksydacyjną olejków tymiankowych. Należy zwrócić również uwagę na inne składniki, m.in.: geraniol, geranial, neral charakterystyczne dla macierzanki cytrynowej, których obecność zwiększa potencjał terapeutyczny olejku.

Badania naukowe dowodzą, że stosowanie preparatów z tymianku i macierzanki może znacząco ograniczyć występowanie groźnych chorób, w tym tworzenie się nowotworów. Preparaty z tymianku i macierzanki, dzięki swojej aktywności antyoksydacyjnej, spowalniają procesy starzenia się organizmu, co jest doceniane zarówno w produkcji farmaceutycznej, jak i kosmetycznej. Stwarza to możliwość wykorzystania ich w produkcji nowoczesnych leków i kosmetyków, jak również aromatycznych mieszanek przyprawowych. Aktywność przeciwdrobnoustrojowa olejków tymiankowych otwiera perspektywy ich wykorzystania do nowych, naturalnych sposobów konserwacji, z możliwymi zastosowaniami w przemyśle spożywczym i kosmetycznym. Gatunki z rodzaju *Thymus* zasługują na dalsze badania fitochemiczne i biologiczne oraz szerokie propagowanie ich walorów aromatycznych i prozdrowotnych.

PIŚMIENNICTWO

- Aouam I., El Atki Y., Taroq A., El Kamari F., Oumokhtar B., Lyoussi B., Abdellaoui A. 2018. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Thymus citriodorus* L. growing wild in Morocco: Preventive approach against nosocomial infections. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 51(1), 72–75.
- Afonso A.F., Pereira O.R., Válega M., Silva A.M.S., Cardoso S.M., 2018. Metabolites and biological activities of *Thymus zygis*, *Thymus pulegioides*, and *Thymus fragrantissimus* grown under organic cultivation. *Molecules* 23, 1514. <https://doi.org/10.3390/molecules23071514>
- Ahmad A., Khokhar I., Ahmad I., Kashmiri M.A., Adnan A., Ahmad M., 2006. Study of antimicrobial activity and composition by GC/MS pectroscopic analysis of the essential oli of *Thymus serphyllum*. *Internet J. Food Safety* 5, 56–60.
- Ambroziak M., Stanowska M., Sikorska-Zimny K., 2020. Tymianek – roślina o wielu zastosowaniach. *Innow. Pielęgniarstwie Nauk. Zdr.* 4, 1–12. <https://doi.org/10.21784/IwP.2020.006>
- Aprotosoia A.C., Miron A., Ciocârlan N., Brebu M., Roşu C.M., Trifan A., Vochiţa G., Gherghel D., Luca S.V., Niţă A., Costache I.I., Mihai C.T., 2019. Essential oils of Moldavian *Thymus* species: Chemical composition, antioxidant, anti-*Aspergillus* and antigenotoxic activities. *Flavour Fragr.* 34, 175–186. <https://doi.org/10.1002/ffj.3490>

- Bączek K., Pióro-Jabrucka E., Kosakowska O., Węglarz Z., 2019. Intraspecific variability of wild thyme (*Thymus serpyllum* L.) occurring in Poland. *J. Appl. Res. Med. Arom. Plants* 12, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2018.11.001>
- Beicu R., Alexa E., Obistoiu D., Cocan I., Imbrea F., Pop G., Circioban D., Moisa C., Lupitu A., Copolovici L., 2021. Antimicrobial potential and phytochemical profile of wild and cultivated populations of Thyme (*Thymus* sp.) growing in Western Romania. *Plants* 10, 1833. <https://doi.org/10.3390/plants10091833>
- Bozkurt E., Atmaca H., Kisim A., Uzunoglu S., Uslu R., Karaca B., 2012. Effects of *Thymus serpyllum* extract on cell proliferation, apoptosis and epigenetic events in human breast cancer cells. *Nutr. Canc.* 64(8), 1245–1250. <https://doi.org/10.1080/01635581.2012.719658>
- Broda B., Mowszowicz J., 1996. Przewodnik do oznaczania roślin leczniczych, trujących i użytkowych. PZWL, Warszawa.
- Budzyńska, A., Różalska B., 2012. Potencjalne wykorzystanie roślinnych olejków eterycznych w zwalczaniu zakażeń z udziałem biofilmów drobnoustrojów. *Życie Wet.* 87(3), 213–215.
- Čabarkapa I., Colovic R., Duragic O., Popovic S., Kokic B., Milanov D., Pezo L., 2019. Anti-biofilm activities of essential oils rich in carvacrol and thymol against *Salmonella enteritidis*. *Biofouling* 35, 361–375. <https://doi.org/10.1080/08927014.2019.1610169>
- Czyżewska-Dors E., Dors A., Pomorska-Mól M., 2018. Właściwości biofilmu bakteryjnego warunkujące oporność na antybiotyki oraz metody jego zwalczania. *Życie Wet.* 93(11), 765–771.
- Dauqan E.M.A., Abdullah A., 2017. Medicinal and functional values of thyme (*Thymus vulgaris* L.) herb. *J. Appl. Biol. Biotechnol.* 5(02), 17–22. <https://doi.org/10.7324/JABB.2017.50203>
- De Martino L., Bruno M., Formisano C., De Feo V., Napolitano F., Rosselli S., Senatore F., 2009. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils from two species of *Thymus* growing wild in Southern Italy. *Molecules* 14(11), 4614–4624. <https://doi.org/10.3390/molecules14114614>
- European Pharmacopoeia, 2019. 9th ed. Council of Europe, Strasbourg.
- Farrukh R., Zargar M., Akhtar A., Tasduq S., Surjeet S., Nissar U., Rakhshanda S., Masood A., Ganie S., Shajrul A., 2012. Antibacterial and antifungal activity of *Thymus serpyllum*. *Bot. Res. Internat.* 5(2), 36–39. <https://doi.org/10.5829/idosi.bri.2012.5.2.232>
- Figueiredo A.C., Barroso J.G., Pedro L.G., 2010. Volatiles from *Thymbra* and *Thymus* species of the Western Mediterranean Basin, Portugal and Macaronesia. *Nat. Prod. Comm.* 5(9), 1465–1476. <https://doi.org/10.1177/1934578X1000500924>
- Galovicová L., Borotová P., Valková V., Vukovic, N.L., Vukic M., Terentjeva M., Štefániková J., Dúranová H., Kowalczewski P.Ł., Kacániová M., 2021. *Thymus serpyllum* essential oil and its biological activity as a modern food preserver. *Plants* 10, 1959. <https://doi.org/10.3390/plants10071416>
- Gedikoğlu A., Sokmen M., Civit A., 2019. Evaluation of *Thymus vulgaris* and *Thymbra spicata* essential oils and plant extracts for chemical composition, antioxidant, and antimicrobial properties. *Food Sci. Nutr.* 7, 1704–1714. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1007>
- Grodzińska, K., Szarek-Lukaszewska, G. 2002. Hałdy cynkowo-ołowiowe w okolicach Olkusza – przeszłość, teraźniejszość i przyszłość. *Kosmos* 51, 2: 127-138.
- Hosseinzadeh S., Jafarikukhdan A., Hosseini A., Armand R., 2015. The application of medicinal plants in traditional and modern medicine: A review of *Thymus vulgaris*. *Internat. J. Clin. Med.* 6, 635–642. <https://doi.org/10.4236/ijcm.2015.69084>
- Janiak M., Slavova-Kazakova A., Kancheva V., Ivanova M., Tsruchev T., Karamac M., 2017. Effects of γ -irradiation of wild thyme (*Thymus serpyllum* L.) on the phenolic compounds profile of its ethanolic extract. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 67(4), 309–315. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2017-0020>
- Jurevičiūtė R., Ložienė K., Bruno M., Maggio A., Rosselli S., 2018. Composition of essential oil of lemon thyme (*Thymus × citriodorus*) at different hydrodistillation times. *Nat. Prod. Res.* <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1434642>

- Kędzia A., Dera-Tomaszewska B., Ziółkowska-Klinkosz M., Kędzia A.W., Kochańska B., Gębska A., 2012. Aktywność olejku tymiankowego (*Oleum Thymi*) wobec bakterii tlenowych. *Post. Fitoter.* 2,7–71.
- Kirillov V., Stikhareva T., Mukanov B., Chebotko N., Ryazantsev O., Atazhanova G., Adekenov S., 2016. Composition of the essential oil of *Thymus serpyllum* L. from Northern Kazakhstan. *J. Essen. Oil Bear. Plant.* 19, 1: 212–222. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2015.1010600>.
- Kizil S., Toncer Ö., 2016. Essential oil and microelement composition of *Thymus citriodorus* L. and *Lippia citriodora* H.B.K. *Cercetări Agronomice în Moldova XLIX* 2, 166, 97–105. <https://doi.org/10.1515/cerce-2016-0018>
- Kosakowska O., Bączek K., Przybył J.L., Pawełczak A., Rolewska K., Węglarz Z., 2020. Morphological and chemical traits as quality determinants of common thyme (*Thymus vulgaris* L.) on the example of 'Standard Winter' cultivar. *Agronomy* 10, 909. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060909>
- Kozłowska M., Ścibisz I., 2012. Badanie zawartości polifenoli i aktywności przeciwutleniającej ekstraktów z roślin przyprawowych podczas ich przechowywania. *Bromat. Chem. Toksykol.* 45(3), 358–363.
- Kowal T., Kurpińska A., 1979. Produktywność gatunku *Thymus pulegioides* L. w warunkach naturalnych. *Acta Agrobot.* 32(1), 81–89. <https://doi.org/10.5586/aa.1979.008>
- Krzyśko-Lupicka T., Walkowiak W., 2014. Evaluation of susceptibility of phytopathogenic *Fusarium culmorum* strain on selected essential oils. *Ecol. Chem. Eng. A* 21(3), 355–366. [https://doi.org/10.2428/ecea.2014.21\(3\)29](https://doi.org/10.2428/ecea.2014.21(3)29)
- Krzyśko-Lupicka T., Mysiek M., Błaszczak K., 2015. Wrażliwość na olejki eteryczne środowiskowych lekoopornych szczepów *Escherichia coli*. *Procc. ECOpole* 9(2), 633–639. [https://doi.org/10.2429/proc.2015.9\(2\)074](https://doi.org/10.2429/proc.2015.9(2)074)
- Lapczynski A., Bhatia S.P., Foxenberg R.J., Letizia C.S., Api A.M., 2008. Fragrance material review on geraniol. *Food Chem. Toxicol.* 46, 160–170.
- Liu F., Jin P., Gong H., Sun Z., Du L., Wang D., 2020. Antibacterial and antibiofilm activities of thyme oil against foodborne multiple antibiotics-resistant *Enterococcus faecalis*. *Poultry Sci.* 99, 5127–5136. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.067>
- Loziene K., Sakalyte J., Paskevicius A., Venskutonis P.R., 2008. Anti-*Candida* activity of *Thymus pulegioides* (Lamiaceae) essential oils depends on the plant chemotype. *Herba. Pol.* 54(4), 79–92.
- Marwicka J., Niemyska K., Podraza S., 2015. Terapeutyczne właściwości aromaterapii. *Kosmetol. Estet.* 6(4), 525–531.
- Mehta E., 2021. Objective review of *Thymus vulgaris*: A review with latest updates on pharmacological properties and phytoconstituents. *Inventi Rapid: Planta Activa* 1. https://www.researchgate.net/publication/348159485_Review_on_Thymus_Vulgaris
- Michet A., Chalchat J., Figueredo G., Thebaud G., Billy F., Petel G., 2008. Chemotypes in the volatiles of wild thyme (*Thymus pulegioides* L.). *J. Essen. Oil Res.* 20, 101–103. <https://doi.org/10.1080/10412905.2008.9699964>
- Musiał K., 2017. Rośliny lecznicze w najwcześniejszych dokumentach wiedzy medycznej. *Rozpr. Społ.* 11(4), 56–63. <https://doi.org/10.29316/rs.2017.39>
- Najar B., Pistelli L., Ferri B., Angelini L.G., Tavarini S., 2021. Crop yield and essential oil composition of two *Thymus vulgaris* chemotypes along three years of organic cultivation in a Hilly Area of Central Italy. *Molecules* 26, 5109. <https://doi.org/10.3390/molecules26165109>
- Nieto G., 2020. A review on applications and uses of *Thymus* in the food industry. *Plants* 9, 961. <https://doi.org/10.3390/plants9080961>
- Nikolić M., Glamočlija J., Ferreira I.C., Calhelha R.C., Fernandes Â., Marković T., Marković D., Giweli A., Soković M., 2014. Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. and Reut and *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Ind. Crops Prod.* 52, 183–190. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.10.006>

- Nikolić B., Matović M., Mladenović K., Todosijević M., Stanković J., Đorđević I., Marin P.D., Tešević V., 2019. Volatiles of *Thymus serpyllum* obtained by three different methods. Nat. Prod. Comm. 14. <https://doi.org/10.1177/1934578X19856254>
- Niksic H., Becic F., Koric. E, Gusic I., Omeragic E., Muratovic S., Miladinovic B., Duric K., 2021. Cytotoxicity screening of *Thymus vulgaris* L. essential oil in brine shrimp nauplii and cancer cell lines. Sci. Report. 11(1), 13178. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92679-x>
- Ntalli N., Parlapani A., Tzani K., Samara M., Boutsis G., Dimou M., Menkissoglu-Spiroudi U., Monokrousos N., 2020. *Thymus Citriodorus* (Schreb) botanical products as ecofriendly nematocides with bio-fertilizing properties. Plants 9, 202. <https://doi.org/10.3390/plants9020202>
- Omidbaigi R., Fattahi F., Alirezalu A., 2009. Essential oil content and constituents of *Thymus × citriodorus* L. at different phenological stages. J. Essen. Oil Bear. Plant. 12(3), 333–337. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2009.10643728>
- Oliveira J.R., Viegas D.J., Martins A.P.R., Carvalho C.A.T., Soares C.P., Camargo S.E.A., Jorge A.O.C., Oliveira L.D., 2017. *Thymus vulgaris* L. extract has antimicrobial and anti-inflammatory effects in the absence of cytotoxicity and genotoxicity. Arch. Oral Biol. 82, 271–279.
- Oliveira A.S., Gaspar J.R.C., Cavaleiro C., Salgueiro L., Oliveira R.P., Ferraz C., Coelho S., Pastorinho M.R., Sousa A.C., Teixeira J.P., Oliveira J.M., Oliveira A.P., 2022. Chemical characterization and bioactive potential of *Thymus × citriodorus* (Pers.) Schreb. preparations for anti-acne applications: Antimicrobial, anti-biofilm, anti-inflammatory and safety profiles. J. Ethnopharmacol. 287. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114935>
- Orłowska K., Kowalska T., Sajewicz M., Jesionek W., Choma J.M., Majer-Dziedzic B., Szymczak G., Waksmundzka-Hajnos M., 2015. A comparison of antibacterial activity of selected thyme (*Thymus*) species by means of the dot blot test with direct bioautographic detection. J. AOAC Int. 98(4), 871–875. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.SGE5-Orłowska>
- Patil S.M., Ramu R., Shirahatti P.S., Shivamallu C., Amachawadic R.G., 2021. A systematic review on ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacological aspects of *Thymus vulgaris* Linn. Heliyon 7(5), e07054. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07054>
- Pavel M., Ristić M.S., Stevic T., 2010. Essential oils of *Thymus pulegioides* and *Thymus glabrescens* from Romania: chemical composition and antimicrobial activity. J. Serb. Chem. Soc. 75, 27–34. <https://doi.org/10.2298/JSC1001027P>
- Pereira O., Peres A., Silva A., Domingues M., Cardoso S., 2013. Simultaneous characterization and quantification of phenolic compounds in *Thymus x citriodorus* using a validated HPLC–UV and ESI–MS combined method. Food Res. Internat. 54(2), 1773–1780. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.09.016>
- Pinto E., Pina-Vaz C., Salgueiro L., Goncalves M.J., Oliveira S.C.d., Cavaleiro C., Palmeira A., Rodrigues A., Oliveira J.M.d., 2006. Antifungal activity of the essential oil of *Thymus pulegioides* on *Candida*, *Aspergillus* and dermatophyte species. J. Med. Microbiol. 55, 1367–1373. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.46443-0>
- Pióro-Jabrucka E., Osinska E., Pawelczak A., 2004. Charakterystyka morfologiczna i fitochemiczna *Thymus pulegioides* L. ze stanowisk na Podlasiu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 497, 503–508.
- Pluhár Z., Szabó D., Sárosi S., 2016. Effects of different factors influencing the essential oil properties of *Thymus vulgaris* L. Plant Sci. Today 3(3), 312–326. <https://doi.org/10.14719/pst.2016.3.3.241>
- Pytko-Polończyk J, Muszyńska B., 2016. Surowce naturalne w stomatologii. Med. Int. Rev. 27(2), 68–75.
- Rašković A.L., Kvrđić M.P., Tomas A.D., Stilinović N.P., Čabarkapa V.S., Stojšić-Milosavljević A.D., Kusturica M.N.P., Rakić D.B., 2020. Antinociceptive activity of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and interactions with neurotropics and analgesics. Braz. J. Pharm. Sci. 56, 18819. <https://doi.org/10.1590/s2175-97902020000318819>

- Sárosi S., Bernáth J., Bertoli A., Pistelli L., Benvenuti S., 2012. Essential oil polymorphism of *Thymus pulegioides* collected in Monti Pisani, Italy. *Acta Hort.* 955, 59–64. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.955.5>
- Satyal P., Murray B.L., McFeeters R.L., Setzer W.N., 2016. Essential oil characterization of *Thymus vulgaris* from various geographical locations. *Foods* 5, 70. <https://doi.org/10.3390/foods5040070>
- Sienkiewicz M., Wasiela M., 2012. Aktywność olejków tymiankowego i lawendowego wobec opornych na antybiotyki szczepów klinicznych *Pseudomonas aeruginosa*. *Post. Fitoter.* 3, 139–145.
- Skotnicka M., Golan M., Szmukała N., 2017. Rola naturalnych przeciwutleniaczy pochodzenia roślinnego w profilaktyce nowotworowej. *Ann. Acad. Med. Gedan.* 47, 119–127.
- Smolik M., Jadczyk D., Korzeniewska S., 2009. Assessment of morphological and genetic variability in some *Thymus* accessions using molecular markers. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj* 37(2), 234–240. <https://doi.org/10.15835/nbha3723139>
- Soković, M.D., Vukojevic, J., Marin, P.D., Brkic, D.D., Vajs, V., van Griensven L.J.L.D., 2009. Chemical composition of essential oils of *Thymus* and *Mentha* species and their antifungal activities. *Molecules* 14, 238–249. <https://doi.org/10.3390/molecules14010238>
- Strzelecka H., Kowalski J., 2000. *Encyklopedia zielarstwa i ziołolecznictwa*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Szilvássy B., Gábor Raka G., Sárosi S., Novák I., Zsuzsanna Pluhár Z., Abrankó L., 2013. Polyphenols in the aqueous extracts of garden thyme (*Thymus vulgaris*) chemotypes cultivated in Hungary. *Nat. Prod. Comm.* 8(5), 605–608. <https://doi.org/10.1177/1934578X1300800516>
- Szlauer W., Oblak E., Paluch E., Baldy-Chudzik K., 2019. Biofilm i metody jego eradykacji. *Post. Hig. Med. Dosw.* 73, 397–413.
- Taghouti M., Martins-Gomesa C., Félix L., Schäferc J., Santosa J., Bunzelc M., Nunesb F., Silvae A., 2020. Polyphenol composition and biological activity of *Thymus citriodorus* and *Thymus vulgaris*: Comparison with endemic Iberian *Thymus* species. *Food Chem.* 331, 127362. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127362>
- Tatrai Z., Sanoubar R., Pluhar Z., Mancarella S., Orsini F., Gnquinto G., 2016. Morphological and physiological plant responses to drought stress in *Thymus citriodorus*. *Int. J. Agron.* <https://doi.org/10.1155/2016/4165750>
- Tazabayeva K., Sylibayeva B., 2018. Chemical composition of the essential oil and flavonoids of *Thymus serpyllum* L., growing on territory of East Kazakhstan. *Acta Pol. Pharm. – Drug Res.* 75(6), 1329–1337. <https://doi.org/10.32383/appdr/92132>
- Toncer O., Karaman S., Diraz E., Sogut T., Kizil S., 2017. Essential oil composition of *Thymus × citriodorus* (Pers.) Schreb. at different harvest stages. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj* 45(1), 185–189. <https://doi.org/10.15835/nbha45110672>
- Tucker A.O., DeBaggio T., 2009. *The Encyclopedia of Herbs: A Comprehensive Reference to Herbs of Flavor and Fragrance*. Timber Press, Portland.
- Tzima K., Bunton N.P., Rai D.K., 2018. Qualitative and quantitative analysis of polyphenols in Lamiaceae plants- A review. *Plants* 7, 25. <https://doi.org/10.3390/plants7020025>
- Vaičiulytė V., Butkienė R., Ložienė K., 2016. Variation of essential oil composition of *Thymus pulegioides* in relation to soil chemistry. *Ind. Crops Prod.* 95. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.10.052>
- Vaičiulytė V., Ložienė K., Švedienė J., Raudonienė V., Paškevičius A., 2021. α -Terpinyl acetate: occurrence in essential oils bearing *Thymus pulegioides*, phytotoxicity, and antimicrobial effects. *Molecules* 26(4), 1065. <https://doi.org/10.3390/molecules26041065>
- Varga E., Bardocz A., Belak A., Maraz A., Boros B., Felinger A., Böszörményi A., Horváth G., 2015. Antimicrobial activity and chemical composition of thyme essential oils and the polyphenolic content of different *Thymus* extracts. *Farmacía* 63(3), 357–361.

Wesołowska A., Jadczyk D., Grzeszczuk M., 2012. Influence of distillation time on the content and composition of essential oil isolated from wild thyme (*Thymus serpyllum* L.). *Herba Pol.* 58(4), 40–50.

Summary. The genus *Thymus* L. is one of the largest and economically most important genera in the family Lamiaceae. Plants belonging to this genus are a traditional and highly valued source of medicinal and spice raw materials. The herbal raw material of these plants is aromatic herb (*herba*), and the most important bioactive ingredient is essential oil (*oleum aetherium*). The active ingredients of the raw material also include: phenolic compounds, flavonoids, tannins, vitamins and minerals. Thyme herb extracts and thyme oils show broad biological activity. They have antioxidant, anti-inflammatory, antitussive, antiviral and antibacterial properties, and improve the work of the digestive system. The expectorant effect is associated with the presence of carvacrol, thymol and geraniol, and the bactericidal and virucidal properties are enhanced by the presence of phenolic compounds and flavonoids. The paper reviews the aromatic, medicinal and spice properties of selected four species of the genus *Thymus*: *T. vulgaris* L., *T. pulegioides* L., *T. serpyllum* L. and *T. citriodorus* S., and presents the latest research justifying their traditional applications and potential therapeutic values.

Key words: essential oil, polyphenols, thymol, carvacrol, geraniol, antioxidant activity

Otrzymano/Received: 27.01.2022
Zaakceptowano/Accepted: 11.07.2022