

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA FARMACIJO

NATALIJA MERC
MAGISTRSKA NALOGA
ENOVITI MAGISTRSKI ŠTUDIJ FARMACIJE

Ljubljana, 2017

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA FARMACIJO

NATALIJA MERC

**ANALIZA ETERIČNIH OLJ IZBRANIH VRST USTNATIC
(LAMIACEAE)**

**ANALYSIS OF ESSENTIAL OILS OF SELECTED MINT FAMILY
(LAMIACEAE) SPECIES**

ENOVITI MAGISTRSKI ŠTUDIJ FARMACIJE

Ljubljana, 2017

Magistrsko nalogo sem opravljala na Katedri za farmacevtsko biologijo na Fakulteti za farmacijo Univerze v Ljubljani pod mentorstvom doc. dr. Nine Kočever Glavač, mag. farm.

Zahvala

Iskreno se zahvaljujem mentorici doc. dr. Nini Kočever Glavač, mag. farm., za strokovno posredovano znanje in izkušnje, trud, predanost mentorskemu delu ter prijaznost in ustrežljivost pri izdelavi magistrske naloge.

Rada bi se zahvalila tudi očetu, fantu in prijateljem, ki so mi stali ob strani tekom celotnega študija in me pri tem spodbujali.

Izjava

Izjavljam, da sem magistrsko nalogo samostojno izdelala pod mentorstvom doc. dr. Nine Kočever Glavač, mag. farm.

Natalija Merc

Ljubljana, 2017

KAZALO VSEBINE

I.	POVZETEK	IV
II.	ABSTRACT	V
III.	SEZNAM OKRAJŠAV	VI
1	UVOD	1
1.1.	Eterična olja	1
1.1.1	Splošne značilnosti	1
1.1.2	Kemijska sestava	1
1.1.3	Neželeni učinki eteričnih olj	1
1.2	Ustnatice (<i>Lamiaceae</i>)	2
1.2.1	Poprova meta (<i>Mentha x piperita</i> L.)	2
1.2.2	Klasasta meta (<i>Mentha spicata</i> L.)	3
1.2.3	Njivska meta (<i>Mentha arvensis</i> L.)	3
1.2.4	Siva meta (<i>Poliomintha incana</i> (Torr.) A. Gray)	3
1.2.5	Muškatna kadulja (<i>Salvia sclarea</i> L.)	3
1.2.6	Žajbelj (<i>Salvia officinalis</i> L.)	3
1.2.7	Dišeči žajbelj (<i>Salvia clevelandii</i> L.)	3
1.2.8	Bela kadulja (<i>Salvia apiana</i> L.)	4
1.2.9	Kraški šetraj (<i>Satureja montana</i> L.)	4
1.2.10	Vrtni šetraj (<i>Satureja hortensis</i> L.)	4
1.2.11	Prava sivka (<i>Lavandula angustifolia</i> L.)	4
1.2.12	Hibridna sivka (<i>Lavandula x intermedia</i> Emeric ex Loisel)	4
1.2.13	Navadni rožmarin (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	4
1.2.14	Navadna melisa (<i>Melissa officinalis</i> L.)	5
1.3	Plinska kromatografija, sklopljena z masno spektrometrijo (GC-MS)	5
1.3.1	Plinska kromatografija (GC)	5
1.3.2	Masna spektrometrija (MS)	5
2	NAMEN DELA	7

3	MATERIALI IN METODE	8
3.1	Vzorci za analizo	8
3.2	Aparatura	10
3.3	Pregled podatkovnih baz	10
4	EKSPERIMENTALNO DELO	11
5	REZULTATI IN RAZPRAVA	13
5.1	Izbrane vrste <i>Lavandula</i> sp.	13
	Pregled delovanja eteričnih olj	14
	Pregled delovanja izbranih spojin	16
5.2	<i>Melissa officinalis</i>	17
	Pregled delovanja eteričnega olja	18
	Pregled delovanja izbranih spojin	19
5.3	Izbrane vrste <i>Mentha</i> sp.	20
	Pregled delovanja eteričnih olj	22
	Pregled delovanja izbranih spojin	24
5.4	<i>Rosmarinus officinalis</i>	26
	Pregled delovanja eteričnih olj	27
	Pregled delovanja izbranih spojin	27
5.5	Izbrane vrste <i>Salvia</i> sp.	29
	Pregled delovanja eteričnih olj	30
	Pregled delovanja izbranih spojin	32
5.6	Izbrane vrste <i>Satureja</i> sp.	34
	Pregled delovanja eteričnih olj	35
	Pregled delovanja izbranih spojin	35
6	SKLEPI	38
7	LITERATURA	40
8	Priloge	51

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica I: Seznam proučevanih eteričnih olj	8
Preglednica II: Pregled kliničnih raziskav o delovanju eteričnih olj sivke; *s placebom kontrolirana raziskava.....	15
Preglednica III: Pregled kliničnih raziskav o delovanju eteričnih olj mete*s placebom kontrolirana raziskava.....	23
Preglednica IV: Pregled klinične raziskave o delovanju eteričnega olja kadulje; *s placebom kontrolirana raziskava	32

KAZALO SLIK

Slika 1: Značilna oblika rastline iz družine ustnatic (5, 6)	2
--	---

KAZALO PRILOG

Priloga I: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih sivke (v relativnih % površine).....	52
Priloga II: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih melise (v relativnih % površine)	58
Priloga III: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih poprove, njivske, klasaste in sive mete (v relativnih % površine).....	61
Priloga IV: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih rožmarina (v relativnih % površine)	67
Priloga V: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih žajblja, dišečega žajblja, bele in muškatne kadulje (v relativnih % površine)	70
Priloga VI: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih šetraja (v relativnih % površine)	76

I. POVZETEK

Eterična olja so koncentrirana zmes spojin, ki nastajajo v žlezah aromatičnih rastlin. So hlapna, ponavadi brezbarvna in močnega vonja. Že v preteklosti so jih ljudje uporabljali za zdravljenje bolezni. Opazovanje njihovih učinkov se je prenašalo iz generacije v generacijo. To znanje se je sčasoma zakoreninilo kot del ljudske medicine ter se nato izoblikovalo v aromaterapijo. Kljub precejšnjemu številu raziskav točni mehanizmi delovanj eteričnih olj večinoma niso znani in dokazani.

V magistrskem delu smo z metodo plinske kromatografije, sklopljene z masno spektrometrijo (GC-MS), ugotavljali vsebnost posameznih sestavin v izbranih eteričnih oljih iz družine ustnatic (Lamiaceae). Proučevali smo razlike v njihovi sestavi glede na geografski izvor rastline. V nadaljnjem delu smo v literaturnih virih raziskali podatke o njihovem delovanju iz *in vitro* ter *in vivo* raziskav, vključno s kliničnimi. Proučili smo tudi podatke o delovanju posameznih komponent eteričnih olj, saj nas je zanimalo, katere sestavine eteričnih olj so odgovorne za delovanje.

Na podlagi rezultatov analize GC-MS smo ugotovili, da so analizirana eterična olja zelo kompleksne sestave. Večinoma vsebujejo dve do tri glavne spojine, ki so prisotne v vsebnosti nekaj 10 %, v manjšem deležu prisotne spojine pa so zelo raznolike. Vsebnost prevladujočih kot tudi manj zastopanih spojin se lahko glede na rastišče rastline precej spreminja.

Večina proučevanih eteričnih olj deluje protivnetno, protimikrobno, antioksidativno ter protiglivično. Najbolj raziskano je delovanje eteričnega olja poprove mete, saj deluje protimikrobno, spazmolitično, protivnetno, citotoksično, antioksidativno, protiglivično, antihelmintično in kot repelent.

Glede na podatke o vsebnosti posameznih spojin v eteričnem olju in na podatke o delovanju teh spojin lahko sklepamo, da je delovanje eteričnih olj najverjetneje posledica sinergističnih učinkov teh spojin, saj v večini primerov povezav med delovanjem eteričnih olj in njihovih spojin nismo našli. Tako le na podlagi vsebnosti spojin v posameznem eteričnem olju še ne moremo sklepati na njegovo delovanje, v prihodnosti pa bi bilo za varno terapevtsko uporabo narediti še številne dodatne, predvsem pa klinične raziskave.

II. ABSTRACT

Essential oils are concentrated mixtures of compounds produced in the glands of aromatic plants. They are volatile, usually colourless and have a strong odour. In the past, people used them to treat diseases. Observations of their effects have passed from generation to generation. This knowledge eventually became rooted as part of folk medicine and then formed into aromatherapy. Despite a considerable amount of research the exact mechanisms of the effects of essential oils are largely unknown and unproved.

In the Master's thesis, we determined the content of individual ingredients of the selected essential oils from the mint family (Lamiaceae) using gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS). We studied differences in their composition depending on the plant's geographical origin. We studied data on their function based on the published *in vitro* and *in vivo* studies, including clinical. We also studied the mechanisms of action of individual compounds of essential oils, trying to find compounds that are responsible for the function of essential oils.

Based on the GC-MS results, we found out that the composition of essential oils is very complex. They mostly contain two to three main compounds, which are present in the content of several 10%. The compound present in lower percentages are very diverse. The content of both the dominant and less represented compounds can vary considerably according to the plant growing site.

Most of the selected essential oils have anti-inflammatory, antimicrobial, antioxidant and antifungal effects. The most extensive research was done using peppermint essential oil, which was proven to act antimicrobial, spasmolytic, anti-inflammatory, cytotoxic, antioxidant, antifungal, antihelminthic and repellent.

Depending on the data on the content of individual compounds in essential oils and on the data on their action, it can be concluded that the action of essential oils is most likely due to the synergistic effects of these compounds, since in most cases no connections were found between the action of essential oils and their compounds. Therefore, we can not conclude the functioning of an essential oil solely based on the content of individual compounds. Additional clinical research will be needed to assure safe therapeutic use.

III. SEZNAM OKRAJŠAV

DNA	deoksiribonukleinska kislina
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
GC	plinska kromatografija
IL	interlevkin
LDL	lipoprotein z nizko gostoto
MS	masna spektrometrija
PGE2	prostaglandin E2
TNF- α	dejavnik tumorske nekroze alfa
UV	ultravijolični

1 UVOD

1.1. Eterična olja

1.1.1 Splošne značilnosti

Eterična olja so kompleksno sestavljene aromatične zmesi, ki jih pridobivamo iz različnih rastlinskih delov. Prisotna so lahko npr. v listih, vejicah, cvetovih, semenih in koreninah. Pridobivamo jih na različne načine, npr. s suho destilacijo, destilacijo z vodno paro ali mehanskimi postopki (stiskanje). So zelo hlapna, lipofilna, imajo močan vonj, pri sobni temperaturi pa so navadno tekoča in manj gosta kot voda. Po videzu so najpogosteje bistra, zaradi svoje narave pa so topna v lipidih in organskih topilih. So optično aktivna in imajo velik lomni količnik. Shranjujemo jih v temni neprodušni embalaži, saj v prisotnosti svetlobe in kisika oksidirajo (1).

1.1.2 Kemijska sestava

Eterična olja imajo zelo kompleksno sestavo. Lahko vsebujejo tudi več kot sto različnih spojin v različnih koncentracijah. Pogosto vsebujejo dve ali tri glavne komponente v večjih koncentracijah, med 20 in 70 %, ostalih je manj. Sestava se lahko razlikuje, in sicer je odvisna od okoljskih dejavnikov (geografske lege, svetlobe, vlage, temperature), časa in načina nabiranja rastline, načina sušenja rastline ter izbire ekstrakcijske metode (2).

Glede na biosintezni izvor spojin so eterična olja sestavljena iz terpenov in njihovih derivatov terpenoidov (npr. alkoholi, aldehidi, kisline, ketoni) ter fenilpropanoidov. Osnovna strukturna enota v terpenih in terpenoidih je izopren, v fenilpropanoidih pa benzenov obroč (2).

1.1.3 Neželeni učinki eteričnih olj

Pri vsaki uporabi eteričnih olj, zlasti terapevtski, je potrebna previdnost, še najbolj pri nosečnicah, otrocih ali doječih materah, saj lahko povzročajo neželene učinke, npr. draženje, preobčutljivost na svetlobo, fototoksičnost ali alergijske reakcije. Pri zaužitju prevelikih količin se lahko pojavijo bruhanje, slabost in gastroenteritis, v hujših primerih celo odpoved organov, npr. jeter ali ledvic. Eterična olja in njihovi učinki ter kombinacije z drugimi zdravili so precej neraziskani (3).

1.2 Ustnatice (*Lamiaceae*)

Glavne botanične značilnosti ustnatic so somerni in dvoustnati cvetovi, po čemer so dobile ime, ter povečini štirioglata stebila z nasprotno nameščenimi listi (slika 1). Pogoste so po celem svetu, nekoliko bolj v subtropskih ter zmernotoplih območjih. So zelo aromatične rastline. Znane so po številnih zdravilnih učinkih, kot so protivnetni, antioksidativni, protivirusni in protimikrobni (4).



Slika 1: Značilna oblika rastline iz družine ustnatic (5, 6)

1.2.1 Poprova meta (*Mentha x piperita* L.)

Proti koncu 17. stoletja jo je opisal švedski biolog Carl Linnaeus. Na začetku je bila v sistem uvrščena kot samostojna vrsta, kasneje pa so ugotovili, da je križanec, najverjetneje med klasasto in vodno meto. Kot začimbo jo uporabljamo že stoletja. Že Egipčani in Grki so jo uporabljali kot krepčilo za živce.

Eterično olje pridobivamo iz listov ali cele zeli (vsebnost do 4 %). Opredeljuje ga vsebnost mentola, mentona, 1,8-cineola, mentilacetata, neomentola, mentofurana in izomentona (7, 8, 9).

1.2.2 Klasasta meta (*Mentha spicata* L.)

Klasasta meta je košato razrasla trajnica, katere angleško ime je *spearmint*, kar nam opiše obliko listov, ki so suličasti. Rastlina vsebuje okoli 0,7 % eteričnega olja, ki ga pridobivamo iz listov ali cele zeli. Med sestavinami prevladujejo karvon, dihidrokarvon in limonen, vsebnost mentola in mentona pa je zelo majhna (8, 10).

1.2.3 Njivska meta (*Mentha arvensis* L.)

Rastlino so gojili v Evropi že v starih časih, poznamo jo tudi pod imenom divja meta. Na Japonskem so jo kot prvi začeli pridelovati v tržne namene konec 19. stoletja, zato jo velikokrat poimenujejo tudi japonska meta. Vsebuje 1 do 2 % eteričnega olja, ki ga pridobivamo z destilacijo iz cvetoče rastline. Eterično olje vsebuje mentol, menton, mentilacetat, izomenton, tujon, pinen in druge spojine (8, 11).

1.2.4 Siva meta (*Poliomintha incana* (Torr.) A. Gray)

Njeno ime izhaja iz grške besede *polio*, kar pomeni siv, ter *mientha*, kar označuje meto. *Incana* je drugo ime za kosmat in se nanaša na liste, saj so rahlo kosmati. Eterično olje vsebuje evkaliptol, cimen, pulegon, terpineol, linalool in druge spojine (12, 13).

1.2.5 Muškarna kadulja (*Salvia sclarea* L.)

Latinsko ime izhaja iz besede *salvia*, kar pomeni rešiti ali zdraviti. Vrsto ime *sclarea* izhaja iz besede *clarus*, kar pomeni čist. Je zelo cenjena rastlina, ki jo uporabljamo v kulinariki in ljudski medicini. Eterično olje vsebuje linalilacetat, linalool, linalil-propionat, kariofilen, kariofilen oksid, geranil-acetat, germakren D in druge (14, 15).

1.2.6 Žajbelj (*Salvia officinalis* L.)

V zgodovini je žajbelj veljal za izjemno pomembno rastlino. Že samo ime *salvia* izvira iz latinske besede *salvere*, kar pomeni zdraviti. Eterično olje pridobivamo iz listov in cele zeli, v njem pa lahko prevladuje toksični tujon. Glavne sestavine eteričnega olja so kafra, 1,8-cineol, α -tujon, β -tujon, viridiflorol, α -humulen, kamfen, pinen in druge (8, 9).

1.2.7 Dišeči žajbelj (*Salvia clevelandii* L.)

Cvetovi so v odtenkih vijoličaste in sive barve, od tod tudi drugo ime modri žajbelj. Latinsko vrstno ime je dobil v 19. stoletju po botaniku, zbiralcu rastlin in strokovnjaku za praproti južne Kalifornije Danielu Clevelandu. Glavne sestavine eteričnega olja so kafra, 1,8-cineol, α -tujon, β -tujon, viridiflorol, α -humulen, kamfen, pinen in druge (8, 9, 16).

1.2.8 Bela kadulja (*Salvia apiana* L.)

Beli žajbelj je za mnoga Indijska plemena sveta rastlina, iz listov izdelujejo kadilne paličice. Goreči listi naj bi očistili prostor vseh zlih duhov oz. »negativnih« energij, obenem pa vnesejo »pozitivne« energije. Navadno v sestavi eteričnega olja prevladuje 1,8-cineol (17, 18).

1.2.9 Kraški šetraj (*Satureja montana* L.)

Rastlina ima močan vonj, zaradi česar jo lahko uporabljamo kot začimbo. Po botaničnih lastnostih ga od vrtnega šetraja ločimo po njegovih lopatičastosuličastih listih in večjih cvetovih. Eterično olje vsebuje največ karvakrola, prisotni pa so tudi γ -terpinen, *p*-cimen, β -kariofilen, α -terpinen, α -pinen, borneol, kafra in timol (8, 19).

1.2.10 Vrtni šetraj (*Satureja hortensis* L.)

Vrtni šetraj izvira iz vzhodnega Sredozemlja, od koder se je razširil po celi Evropi. Po svetu ga veliko uporabljajo kot začimbo. Eterično olje kot glavne spojine vsebuje γ -terpinen, *p*-cimen, β -kariofilen, α -terpinen, α -pinen, borneol, kafra in timol (8, 19).

1.2.11 Prava sivka (*Lavandula angustifolia* L.)

Sivka je znana po široki uporabi, ki izvira že od leta 600 pr. n. št. Že takrat so jo uporabljali za odišavljanje kopeli, prostorov in kot parfum. Njeno ime se nanaša na kopal, saj izhaja iz *lavare*, kar pomeni umivati oz. spirati. Pogosto jo gojijo na področjih, kjer je nadmorska višina nad 1000 m. Ker destilacija tam poteka pri temperaturi, ki je nižja od 100 °C, linalilni estri ne razpadajo v tolikšni meri. Glavni sestavini eteričnega olja sta linalool in linalilacetat, vsebujejo tudi β -(*E*)-ocimen, terpinen-4-ol, 1,8-cineol in vrsto drugih spojin (8, 9).

1.2.12 Hibridna sivka (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel)

Ima značilen vonj in nekoliko grenak okus. Je križanec med gorsko in širokolistno sivko. Navadno raste na sončnih pobočjih Sredozemlja. Ta vrsta sivke proizvede dvakratno količino eteričnega olja kot navadna sivka. Glavni sestavini eteričnega olja sta linalilacetat in linalool, vsebuje pa tudi kafro, 1,8-cineol, terpinen-4-ol, lavandulilacetat, β -(*E*)-ocimen in druge (8, 20).

1.2.13 Navadni rožmarin (*Rosmarinus officinalis* L.)

Zelo pogosto ga uporabljamo v kulinariki, gospodinjstvu, kot okrasno rastlino, vedno bolj priljubljen pa je tudi v aromaterapiji, saj mu pripisujejo številne zdravilne učinke. Eterično

olja navadnega rožmarina uporabljamo v industriji kozmetike in parfumov, za izdelavo mil ter čistilnih sredstev. Že Grki in Rimljani so menili, da je rastlina sveta. Predstavljal jim je simbol ljubezni in smrti. Glavne komponente v eteričnem olju so pinen, kafra in cineol, prisotne pa so številne druge, npr. limonen, kamfen, borneol, linalol, verbenon, terpineol, timol, iktanon, saponin, bornilacetat in druge (8).

1.2.14 Navadna melisa (*Melissa officinalis* L.)

Rodovno ime izhaja iz Grčije, kjer *melissa* pomeni čebela; zaradi bogatih cvetov se čebele zadržujejo na njih. Zaradi te lastnosti jo čebelarji uporabljajo za privabljanje čebel. Eterično olje pridobivamo iz listov, ki vsebujejo zelo malo eteričnega olja, zato je le-to zelo drago, velikokrat pa pride tudi do ponarejanja eteričnega olja. Vsebuje predvsem geranial, neral, citroneral, geraniol, (*E*)-kariofilen, izomenton, mentol in druge (8, 21).

1.3 Plinska kromatografija, sklopljena z masno spektrometrijo (GC-MS)

S plinsko kromatografijo (GC) analiziramo posamezne spojine v zmesih. Kadar je sklopljena z masno spektrometrijo (MS), v prvi fazi plinski kromatograf loči komponente zmesi, nato pa nam masni spekter poda podatke o fragmentih v zmesih. V tej metodi sta združeni dve tehniki, zato lahko hlapne spojine ovrednotimo kvalitativno in kvantitativno naenkrat. Prednost sklopljene metode GC-MS je, da je zelo občutljiva, selektivna, poteka krajši čas, za analizo pa potrebujemo majhno količino vzorca (22).

1.3.1 Plinska kromatografija (GC)

Plinsko kromatografijo uporabljamo za analizo termično stabilnih snovi, ki so hlapne, ali snovi, ki imajo sposobnost pretvoriti se v hlapne ali termično stabilne derivate. Analiti se ločijo na podlagi porazdeljevanja v mobilno in stacionarno fazo. Mobilna faza je nosilni plin, lahko je vodik, dušik ali helij. V vroč injektor na začetku kolone injiciramo vzorec, ki se uplini. Analite nosi mobilna faza skozi kolono, po kateri se glede na porazdeljevanje med fazama različno hitro prenesejo do detektorja (23).

1.3.2 Masna spektrometrija (MS)

Masna spektrometrija temelji na ionizaciji molekul v vakuumu. Ta tehnika omogoča ugotovitev struktur molekul, določitev glavnih elementov vzorcev ter kvalitativno in kvantitativno ovrednotenje sestave in ugotovitev izotopskega razmerja atomov v vzorcu.

Glede na uporabljen ionski izvor molekule razpadejo, te fragmente pa zaznamo ter ločimo z masnimi filtri in detektorji (23).

2 NAMEN DELA

V magistrskem delu bomo proučili eterična olja izbranih rastlin iz družine ustnatic (Lamiaceae), gojenih na različnih lokacijah. Z metodo plinske kromatografije, sklopljene z masno spektrometrijo (GC-MS), bomo identificirali in kvantificirali spojine v posameznih eteričnih oljih. Njihovo sestavo bomo primerjali glede na geografsko lego rastlin, iz katerih so bila pridobljena.

V drugem, teoretičnem delu magistrske naloge se bomo osredotočili na delovanja proučevanih eteričnih olj. Raziskali bomo *in vitro*, *in vivo* ter klinične podatke, dostopne v znanstvenih podatkovnih bazah (PubMed, Science Direct), in sicer za proučevana eterična olja in za posamezne spojine, ki jih ta eterična olja vsebujejo.

3 MATERIALI IN METODE

3.1 Vzorci za analizo

V preglednici I so predstavljena eterična olja, ki smo jih analizirali. Dobili smo jih neposredno od proizvajalcev. Analizirali smo tudi nekaj ekstraktov, pridobljenih s superkritičnim CO₂. Gre za postopek, kjer kot ekstrakcijsko topilo uporabimo superkritični CO₂, tj. pod tlakom utekočinjeni CO₂. Na koncu s spremembo tlaka iz supekritične tekočine ustvarimo plin in tako enostavno odstranimo topilo.

Preglednica I: Seznam proučevanih eteričnih olj

Latinsko ime	Slovensko ime	Rastlinski del	Proizvajalec	Izvor
<i>Lavandula angustifolia</i>	prava sivka	cvet	Histria Botanica	Slovenija
<i>Lavandula angustifolia</i>	prava sivka	cvet	BaccaraRose	Bolgarija
<i>Lavandula angustifolia</i>	prava sivka	cvet	Hermitage Oils	Velika Britanija
<i>Lavandula angustifolia</i> Barreme	prava sivka	cvet	BaccaraRose	Francija
<i>Lavandula angustifolia</i> Extra	prava sivka	cvet	PRIMAVERA LIFE GmbH	Francija
<i>Lavandula angustifolia</i> Mont Blanc	prava sivka	cvet	BaccaraRose	Francija
<i>Lavandula angustifolia</i>	prava sivka	cvet	Primavera	Italija
<i>Lavandula angustifolia</i>	prava sivka	cvet	Ronald Reike	Nemčija
<i>Lavandula hybrida</i>	lavandin	cvet	Histria Botanica	Slovenija
<i>Lavandula hybrida</i>	lavandin	cvet	OPG Guerino Kučić	Cres
<i>Lavandula hybrida</i>	lavandin	cvet	PTO Ćurin	Hvar
<i>Lavandula hybrida</i> Abrialis	lavandin	cvet	BaccaraRose	Francija
<i>Lavandula hybrida</i> Grosso	lavandin	cvet	BaccaraRose	Francija
<i>Lavandula intermedia</i>	budrovka	cvet	PTO Ćurin	Hvar
<i>Melissa officinalis</i>	melisa	zel	Histria Botanica	Slovenija
<i>Melissa officinalis</i>	melisa	list	Sigma-Aldrich	Bosna
<i>Melissa officinalis</i>	melisa	zel	Eden Botanicals	Bolgarija
<i>Melissa officinalis</i>	melisa	zel	BaccaraRose	Nemčija
<i>Mentha arvensis</i>	njivska meta	zel	Clare and Max Licher, PhiBee Aromatics	Arizona, ZDA
<i>Mentha piperita</i>	poprova meta	list	Ecomaat Ltd., Bolgarija	Bolgarija

<i>Mentha piperita</i>	poprova meta	zel	Clare and Max Licher, PhiBee Aromatics	Arizona, ZDA
<i>Mentha piperita</i>	poprova meta	zel	PTO Ćurin	Hvar
<i>Mentha piperita</i>	poprova meta	zel	Damjan Janeš	Slovenija
<i>Mentha piperita</i>	poprova meta	zel	Hermitage Oils	Velika Britanija
<i>Mentha piperita</i>	poprova meta	zel	BaccaraRose	ZDA
<i>Mentha piperita</i>	poprova meta	zel	Eden Botanicals	Francija
<i>Mentha piperita</i>	poprova meta	zel	PRIMAVERA LIFE GmbH	Indija
<i>Mentha spicata</i>	klasasta meta	zel	Clare and Max Licher, PhiBee Aromatics	Arizona, ZDA
<i>Mentha spicata</i>	klasasta meta	cvet	PRIMAVERA LIFE GmbH	Egipt
<i>Mentha spicata</i>	klasasta meta	cvet	PRIMAVERA LIFE GmbH	Francija
<i>Poliomenantha incana</i>	siva meta	zel	Clare and Max Licher, PhiBee Aromatics	Arizona, ZDA
<i>Rosmarinus officinalis</i>	navadni rožmarin	list	PTO Ćurin	Hvar
<i>Rosmarinus officinalis</i>	navadni rožmarin	list	Histria Botanica	Slovenija
<i>Rosmarinus officinalis</i>	navadni rožmarin	list	Hermitage Oils	Velika Britanija
<i>Rosmarinus officinalis</i>	navadni rožmarin	list	BaccaraRose	Maroko
<i>Rosmarinus officinalis</i>	navadni rožmarin	list	BaccaraRose	Portugalska
<i>Rosmarinus officinalis</i>	navadni rožmarin	list	BaccaraRose	Francija
<i>Rosmarinus officinalis</i>	navadni rožmarin	list	PRIMAVERA LIFE GmbH	Španija
<i>Salvia apiana</i>	bela kadulja	zel (sveža)	Clare and Max Licher, PhiBee Aromatics	Arizona, ZDA
<i>Salvia clevelandii</i>	dišeči žajbelj	zel	Clare and Max Licher, PhiBee Aromatics	Arizona, ZDA
<i>Salvia officinalis</i>	navadni žajbelj	zel	OPG Guerino Kučić	Cres
<i>Salvia officinalis</i>	navadni žajbelj	list	Mate Lovrić	Mostar
<i>Salvia officinalis</i>	navadni žajbelj	zel (suh)	PTO Ćurin	Hvar

<i>Salvia officinalis</i>	navadni žajbelj	zel (sveža)	PTO Ćurin	Hvar
<i>Salvia officinalis</i>	navadni žajbelj	zel	Damjan Janeš	Slovenija
<i>Salvia sclarea</i>	muškatna kadulja	zel	Ecomaat Ltd., Bolgarija	Bolgarija
<i>Salvia sclarea</i>	muškatna kadulja	zel	PRIMAVERA LIFE GmbH	Italija
<i>Satureja hortensis</i>	vrtni šetraj	zel	Histria Botanica	Slovenija
<i>Satureja montana</i>	kraški šetraj	zel	Mate Lovrić	Mostar
<i>Satureja montana</i>	kraški šetraj	zel	PRIMAVERA LIFE GmbH	Francija

Skupno smo analizirali 54 vzorcev.

3.2 Aparatura

Za analizo eteričnega olja in njegovih spojin smo uporabili plinski kromatograf z masnim detektorjem GC-MS.

- sistem: GCMS-QP2010 Ultra (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonska)
- kolona: nepolarna kapilarna, Rxi-5Sil MS, 30 m × 0,25 mm, df = 0,25 μm, SF: 1,4-bis(dimetilsiloksi)fenilendimetilpolisiloksan (Restek, Bellefonte, Pensilvanija, ZDA)
- računalniški program: GCMS Solution 4.2 (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonska)
- podatkovna GC-MS knjižnica: FFNSC 3 (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonska)

3.3 Pregled podatkovnih baz

Za pregled delovanja eteričnih olj in njihovih sestavin smo uporabili raziskave, dostopne v znanstvenih podatkovnih bazah (PubMed in Science Direct).

4 EKSPERIMENTALNO DELO

Eterična olja smo analizirali z metodo GC-MS.

Kromatografski pogoji:

- nosilni plin: helij
- pretok plina: 1 mL/min (linearna hitrost)
- način injiciranja: »split« 1:100
- temperaturni program: 50 °C (5 min) 50→200 °C (3 °C/min), 200 °C (5 min)
- temperatura injektorja: 250 °C
- temperatura ionskega izvora: 200 °C
- temperatura vmesnika: 250 °C
- koncentracija vzorcev: 10 µL/mL (heksan)
- volumen injiciranja: 1 µL
- napetost na detektorju: 1 kV
- način ionizacije: EI
- energija ionizacije: -70 eV
- frekvenca zajemanja podatkov: 5 Hz
- območje merjenja relativne molekulske mase (m/z): 40-400
- začetek snemanja pri 3,0 min
- vklop filameta pri 2,8 min
- celoten čas analize: 60,0 min

Uporabljena laboratorijska oprema:

- Analitska pipeta
- Viale za GC-MS in pokrovčki

Uporabljeni reagenti:

- Eterična olja
- Heksan

Postopek:

Za posamezno eterično olje smo naredili eno analizo. Redčili smo ga s heksanom v razmerju 1 : 99 (v/v). V 10 μ L posameznega eteričnega olja smo dodali 990 μ L heksana. Tako pripravljene vzorce smo neposredno injicirali na kolono GC-MS.

S pomočjo računalniškega programa in podatkovne knjižnice MS smo pridobili podatke o identitetah spojin in njihovih deležih v odstotkih v posameznih vzorcih.

5 REZULTATI IN RAZPRAVA

V preglednicah v prilogi so zbrani rezultati o vsebnosti spojin v eteričnih oljih. Kemijsko raznolikost eteričnih olj in njihovih spojin smo nato ovrednotili glede na geografsko lego in botanično vrsto rastline.

V znanstvenih podatkovnih bazah zbrane podatke o delovanju posameznih eteričnih olj, ki se nanašajo na *in vivo*, *in vitro* ter klinične raziskave, smo proučili s poudarkom na iskanju povezav med dokazanim delovanjem posameznega eteričnega olja ter spojin, ki jih le-to vsebuje, predvsem tistih, ki so v sestavi prevladujoče.

5.1 Izbrane vrste *Lavandula* sp.

Za najbolj značilni spojini v eteričnem olju sivke veljata linalilacetat in linalool, ki sta navadno prevladujoči spojini tako pri pravi kot hibridni sivki, pri čemer eterično olje hibridne sivke navadno vsebuje bistveno več 1,8-cineola in kafre (8). Preglednica v prilogi I prikazuje sestavo proučevanih eteričnih olj hibridne sivke (*Lavandula hybrida*) in prave sivke (*Lavandula angustifolia*). Linalilacetat je v vzorcih eteričnega olja prave sivke prisoten v vsebnosti 18,0 do 53,1 %, izjemi sta eterično olje sivke Extra iz Francije, kjer ni prisoten, in eterično olje sivke iz Slovenije, kjer ga je le 1,65 %. Vsebnost linalilacetata v eteričnem olju hibridne sivke je v razponu 16,8 do 32,4 %, manj (6,23 %) ga je le v eteričnem olju sivke iz Hvara. Povzamemo lahko, da imajo eterična olja francoskih sivk največ linalilacetata, sledijo eterična olja sivke iz Bolgarije, Italije in superkritični izvleček iz Nemčije, v vzorcih iz Slovenije, Hrvaške in Velike Britanije pa je zastopan v manjši vsebnosti. Manj spremenljiva je vsebnost linaloola, in sicer v razponu 22,0 do 37,4 % v eteričnem olju prave sivke, z izjemo slovenskega vzorca, kjer ga je 54,8 %. Vsebnost linaloola v eteričnem olju hibridne sivke se giblje v razponu 35,8 do 46,5 %. Linalool je tako najbolj zastopan v eteričnem olju slovenskih in hrvaških sivk.

Takoj za tema dvema spojinama sledijo terpinen-4-ol v vsebnosti 0,170 do 15,2 %, borneol v vsebnosti 0,450 do 13,9 %, 1,8-cineol v vsebnosti 0,330 do 11,6 %, kafra v vsebnosti 0,190 do 10,8 %, lavandulilacetat v vsebnosti 0,160 do 7,74 %, (*E*)-kariofilen v vsebnosti do 5,56 % in β -(*Z*)-ocimen v vsebnosti 0,340 do 4,82 %. Ostale identificirane spojine so prisotne v manjših odstotkih vsebnosti (pod 4 %). Izjema pri eteričnem olju prave sivke Mont Blanc iz Francije je α -pinen, ki ga je 7,99 %, v vseh ostalih vzorcih pa manj kot 1,5 %. Z vidika celotne sestave najbolj izstopa eterično olje sivke iz Francije Extra, saj med sestavinami

prevladujeta benzilbenzoat (28,1 %) ter cimetna kislina (22,1 %), vsebuje pa tudi veliko spojin, ki jih druga analizirana eterična olja ne vsebujejo, to so etilbenzoat (7,96 %), metilbenzoat (5,37 %), cinamilcinamat (3,58 %), benzilalkohol (3,21 %), benzilcinamat (3,01 %), α -gurjunen (2,59 %), (*E*)-cinamilaldehid (2,19 %) in γ -gurjunen (2,05 %), v manj kot enoodstotni vsebnosti pa so prisotni vanilin, evgenol, rozifoliol, gvaja-6,9-dien, viridifloren, α -bulnezen, 9-epi-(*E*)-kariofilen, β -hamigren, (*E*)-cinamilalkohol, β -maalien, β -(*Z*)-gvajen in koniferilalkohol. Hkrati pa ta vzorec ne vsebuje spojin, ki so značilne za druge vzorce, npr. linalilacetata, linaloola, terpinen-4-ola, borneola, kafre, 1,8-cineola in lavandulilacetata. Zanimivo je tudi, da se v nekaterih eteričnih oljih sivk iste vrste pojavljajo različne spojine, npr. oktilacetat najdemo le pri eteričnem olju hibridne sivke Abrialis iz Francije, α -(*Z*)-bergamoten in dauka-5,8-dien le pri eteričnem olju hibridne sivke iz Cresa, β -burbonen v eteričnem olju hibridne sivke iz Slovenije, kuminaldehid, β felandren in nerilpropanat pri eteričnem olju prave sivke iz Slovenije, dec-2-en-1-il acetat, germakra-4(15),5,10(14)-trien-1- α -ol, heks-(3*Z*)-enil butirat, (*Z*)- in (*E*)-linalooloksid, 3,7-dimetil-okta-1,7-dien-3,6-diol, α -santalen, tetradek-(7*Z*)-en-2-on, γ -vinilvalerolakton in neoizodihidrokarveilacetat pri superkritičnem izvlečku prave sivke iz Nemčije, longifolen pri eteričnem olju Mont Blanc iz Francije ter izoborneol pri eteričnem olju Barreme iz Francije.

Pregled delovanja eteričnih olj

In vitro/in vivo raziskave

Eterično olje prave sivke je bilo deležno številnih raziskav. V raziskavi *in vitro* so ugotovili, da v primerjavi s klotrimazolom v isti koncentraciji (0,05; 0,025 in 0,00625 %) po 24 urah primerljivo deluje proti glivi *Candida albicans* (24). Protimikrobni učinek so preizkušali tudi v kombinaciji s kloramfenikolom, nistatinom in fusidno kislino proti *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* in *Candida albicans*. Ugotovili so, da eterično olje najbolj poveča učinek fusidne kisline (25). Deluje tudi proti *Klebsiella Pneumniae* (26). Eterično olje hibridne sivke je imelo veliko protibakterijsko aktivnost proti *Escherichia coli* in *Streptococcus agalactiae* ter zmerno do veliko aktivnost proti *Klebsiella pneumoniae* in *Staphylococcus aureus* (27).

V raziskavi *in vivo* so ugotavljali kardioprotektivni učinek. Podganam so peroralno aplicirali 200, 400 ali 800 mg/kg eteričnega olja na dan, dva tedna. Značilno so se zmanjšale poškodba miokarda ter koncentraciji troponina I in TNF- α . Ugotovili so tudi, da deluje antioksidativno. Raziskovalci zaključujejo, da ima eterično olje prave sivke potencial kardioprotektivnega delovanja (28).

Aplikacija eteričnega olja hibridne sivke sedem dni zaporedoma je zmanjšala anksiozno vedenje pri podganah, prišlo je tudi do zmanjšanja simptomov depresije. Eterično olje so aplicirali z inhalacijo (29).

Eterično olje hibridne sivke je delovalo protibolečinsko in gastroprotektivno, kar so dokazali na miših in podganah *in vivo* s peroralno aplikacijo in inhalacijo živalim. Pri analgeziji naj bi imel pomembno vlogo holinergični sistem, saj so ugotovili blokado muskarinskih in nikotinskih receptorjev. Holinergični prenos so pripisali terpenskim spojinam, linaloolu in 1,8-cineolu. V študiji niso opazili neželenih učinkov (30).

Antitrombotični učinek eteričnega olja hibridne sivke so preizkušali po peroralni aplikaciji svinjam in mišim. Dokazali so zmanjšanje agregacije trombocitov kot tudi količine strdkov. Mehanizem trenutno ni znan, predvidevajo pa, da je rezultat sinergističnih učinkov med komponentami eteričnega olja (31).

Klinične raziskave

V preglednici II predstavljamo pregled kliničnih raziskav z eteričnim oljem sivke.

Preglednica II: Pregled kliničnih raziskav o delovanju eteričnih olj sivke; *s placebom kontrolirana raziskava

ETERIČNO OLJE	INDIKACIJA	ODMEREK, APLIKACIJA	REZULTATI
prava sivka	nespečnost	14 dni, 55 μ L na 6 do 8h; inhalacija	Študentje, ki so inhalirali eterično olje sivke, so spali bolj kakovostno, ni pa bilo razlike v količini spanja (32*).

prava sivka v kombinaciji (<i>Syzygium aromaticum</i> , <i>Geranium robertianum</i>)	vnetje zunanjega ušesa	3 kapljice na 12 h, 1 teden; zunanje, na uho	Izboljšanje vseh proučevanih simptomov: občutljivost, srbenje, eritem, edem in gnojni izcedek (33*)
prava sivka	pooperacijske bolečine pri carskem rezu	3 kapljice v koncentraciji 10 %, 5 min; inhalacija	Manj pooperacijske bolečine po 4, 8 in 12 urah po carskem rezu; manjši srčni utrip; večje zadovoljstvo s terapijo (34*)
prava sivka	anksioznost	0,5 % v nevtralnem gelu, 2 tedna, 3.krat na teden po 20 min; aromaterapevtska masaža hrbta	Učinkovito lajšanje tesnobe, zmanjšanje utripa srca in frekvence dihanja pri bolnikih (35)
prava sivka	anksioznost	2 kapsuli dnevno (skupno 160 mg), 8 tednov; peroralno	Zmanjšanje vezavnega potenciala receptorja 5-HT1A po podaljšanem dajanju rastlinskega zdravila z eteričnim oljem, v primerjavi s placebom. (36*).
prava sivka	anksioznost	ena kapljica eo; topikalno	Zmanjšanje tesnobe pred operacijo (37)

Pregled delovanja izbranih spojin

Linalilacetat: Na celicah nevroblastoma *in vitro* je deloval citotoksično, saj je povzročil apoptozo in nekrozo celic (38). V raziskavi *in vivo* so dokazali, da deluje protivnetno. Na podganah so v primerjavi s kontrolo opazili značilno zmanjšanje inducirane edema (39).

Linalool: Linalool je povzročil inhibicijo rasti micelija glive *Trichopyton rubrum*. (40). V kombinaciji z β -pinenom je linalool deloval antidepresivno v raziskavi na miših, ki so jim intraperitonealno injicirali obe spojini. Mehanizem delovanja je interakcija s postsinaptičnimi receptorji 5-HT1A (41).

Linalool in evgenol: Po 24-urni inkubaciji razičnih vrst parazitov sta tako evgenol kot linalol učinkovito delovala proti *Leishmania infantum chagasi*. Zmanjšala sta njihovo rast in jih ubila. Raziskovalci tudi domnevajo, da naj bi evgenol uničil parazite z vpletanjem v oksidativne reakcije (42).

Terpinen-4-ol: V raziskavi *in vitro* so odkrili, da deluje protiglivično proti *Candida albicans* (43). V še eni raziskavi *in vitro* raziskavi so ugotovili, da deluje še protivnetno. Ko so celice inkubirali z omenjeno spojino, so opazili zmanjšanje TNF α , IL-1b, IL-8, IL-10 in PGE2 (44).

Več linalilacetata in linaloola navadno vsebujejo eterična olja, destilirana iz svežih cvetov, v primerjavi s tistimi, ki so destilirana iz suhih cvetov (45). Pri proučevanju delovanj eteričnega olja sivke in spojin, ki so zastopane v največji meri, nismo našli veliko povezav v delovanju, nekaj pa je vseeno prisotnih. Za linalool smo ugotovili, da deluje protiglivično (40) ter proti *Leishmanii infatum chagasi* (42). V kombinaciji z β -pinenom deluje antidepresivno (41), kar je tudi učinek, ki so ga v *in vivo* raziskavi dokazali za eterično olje hibridne sivke (29). Linalilacetat deluje citotoksično (38) in protivnetno (39). Terpinen-4-ol ima protiglivično delovanje (43), kar je skladno z delovanjem eteričnega olja prave sivke (24, 25), zraven spojina deluje še protivnetno (44). 1,8-Cineol je pokazal antioksidativno (72) in protivnetno (73) delovanje, kar se ujema z gastroprotektivnim delovanjem (30) eteričnega olja hibridne sivke. Pri antioksidativnem delovanju sodeluje tudi borneol (101), zraven tega pa slednji deluje analgetično (100), poveča odpornost proti poškodbi DNA ter zaščiti jetra, saj je induktor jetrnih encimov (101).

5.2 *Melissa officinalis*

V preglednici v prilogi II predstavljamo spojine, ki jih vsebujejo analizirana eterična olja melise (*Melissa officinalis*). Spojini z največjo vsebnostjo sta (*E*)-kariofilen, ki se giblje od 2,67 do 35,1 %, ter geranial, ki ga je od 11,6 do 35,6 %. Vzorca iz Bosne in Bolgarije vsebujeta več (*E*)-kariofilena (29,5 in 35,1 %), vzorca iz Nemčije in Slovenije pa več geraniala (35,6 in 25,3 %).

Takoj za njima sledijo po vsebnosti (do 4 %) neral od 6,17 do 23,0 %, kariofilen oksid od 1,02 do 6,47 %, geraniol od 0,250 do 6,16 %, γ -kadinen 0,130 do 4,39 % in (*E*)-geranilacetat od 1,00 do 4,24 %. Vsa eterična olja vsebujejo tudi citronelal (2,19 do 5,86 %), izjema je eterično olje melise iz Slovenije, kjer je citronelala 27,8 %. Slednje vsebuje tudi precej citronelola (9,91 %), ki pa ga je v drugih vzorcih zelo malo oz. ga ni. Podobno je z vsebnostjo germakrena D v eteričnem olju melise iz Bolgarije, ki ga vsebuje 12,4 %, ostali vzorci pa

precej manj ali nič. Z vidika variabilnosti sestave so zanimive spojine, ki so prisotne le v posameznih eteričnih oljih, naprimer (*Z*)-5-tangerinol, etiheksanol, hidroksicitronelol, melon aldehyd, menton, n-nonadekan, (*E*)-rožni oksid in 1-undecin pri eteričnem olju melise iz Slovenije, 2,2-dimetil-5-metilen norbonan, 2-(2*cis*-pentenil)ciklopentan, (*Z*)-karveol, 1,8-cineol, metilevgenol, pentilpropilketon, α -pinen in α -terpineol pri eteričnem olju melise iz Nemčije, biciklogermakren, kafra, (*E*)-krizantemol, β -kubeben, mircen, β -(*Z*)-ocimen pri eteričnem olju melise iz Bolgarije ter (*E*)-kalamen, 14-hidroksi-9-epi-(*E*)-kariofilen, α -kubeben, epi-kubebol, 1,10-di-epi-kubenol, epikubenol, neo-izopulegol, epi-longipinanol, 3,7-dimetil-okt-7-enol, fiton, psevtofitol in spatulenol pri eteričnem olju melise iz Bosne. Eterično olje melise iz Bosne se od drugih razlikuje po vsebnosti kariofilenoksida, ki ga vsebuje 6,47 %, medtem ko ga druga eterična olja vsebujejo precej manj (1,02 do 1,69 %), ter po vsebnosti 3,7-dimetil-okt-7-enola, ki ga vsebuje 2,58 %, nismo pa ga zaznali v nobenem drugem eteričnem olju.

Pregled delovanja eteričnega olja

In vitro/in vivo raziskave

V raziskavi *in vitro* so dokazali, da eterično olje melise pri koncentraciji 0,002 % (redčeno z etanolom) zmanjša titer herpes virusov. Infektivnost HSV-1 in HSV-2 je bila zmanjšana za 98,8 % in 97,2 %. Večje koncentracije eteričnega olja odpravijo kužnost virusa skoraj v celoti. (46). Deluje tudi proti virusu influence H9N2 in ima sinergistične učinke z ozeltamivirjem. Vendar mehanizmov ne poznamo. Slepajo, da bi vzrok lahko bila inhibicija virusnega razmnoževanja ali poškodba strukture virusa (47).

Veliko podatkov je tudi na področju protibakterijskega delovanja. Dokazali so delovanje proti bakterijam *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* in *Citrobacter koseri* (48), v še eni raziskavi pa proti *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella enterica*, *Fusarium oxysporum albedinis*, *Fusarium oxysporum lini*, *Mucor ramannianus*, *Candida albicans* in *Saccharomyces cerevisiae*. Učinki so bili zlasti izraziti proti po Gramu negativnim bakterijam: *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella enterica* (49).

V eni izmed raziskav so proučevali krčenje izoliranega ileuma *in vitro*. Ugotovili so, da deluje relaksantno. Mehanizma delovanja še ne poznamo, sklepajo, da naj bi eterično olje blokiralo Ca^{2+} kanale v ileumu (50).

V raziskavi *in vivo* na podganah, so ugotovili, da eterično olje melise deluje protivnetno po peroralni aplikaciji. Opazili so zmanjšanje edema, primerljivo z indometacinom. Domnevajo, da eterično olje preprečuje sproščanje vnetnih mediatorjev, vendar natančnega mehanizma ne poznamo (51).

Pregled delovanja izbranih spojin

β-Kariofilen: V raziskavi *in vivo* na podganah so preizkušali učinek na aterosklerozo. Domnevajo da preprečuje endotelno adhezijo monocitov THP-1. Preizkušali so tudi, kako deluje v kombinaciji s povečanjem vnosa prehrane z veliko vsebnostjo maščob. Ugotovili so, da učinkovito zmanjša raven celotnega serumskega holesterola in trigliceridov. Raziskovalci so zaključili, da ima spojina potencial delovanja proti aterosklerozi (52). Raziskavo antikonvulzivnega delovanja so izvedli na miših, *in vivo*. Ugotovili so, da so imele miši boljše motorične sposobnosti ter da ima spojina antikonvulzivno aktivnost. Neželenih učinkov niso opazili (53).

β-Kariofilen oksid: Ugotavljali so, ali omenjena spojina ureja aktivacijo antiapoptoznih poti v tumorskih celicah. Dokazali so, da je β-kariofilen oksid v odvisnosti od koncentracije v raziskavi *in vitro* deloval antitumorno, saj je sprožil apoptozo skupaj z mitohondrijsko disfunkcijo (54). V raziskavi na miših se je izkazalo, da spojina inhibira odziv zvijanja zaradi bolečin skoraj v enaki meri kot acetilsalicilna kislina ter zmanjšuje edeme. Domnevajo, da se je osrednji analgetični učinek pojavil zaradi zaviranja centralnih receptorjev bolečine, periferni pa zaradi inhibicije ciklooksigenaze ali lipoksigenaze ter drugih vnetnih mediatorjev. Spojino so aplicirali intraperitonealno (55).

Citronelal: Celice človeškega karcinoma so preizkušali s citronelalom in inkubirali za 24 ur, 48 ur in 5 dni. Ugotovili so, da citronelal značilno inhibira celično proliferacijo v primerjavi s kontrolo, zato ima potencialno protirakavo delovanje (56).

Citronelol: V raziskavi *in vivo* so podganam dajali citronelol vsak dan peroralno, 30 dni. Prišlo je do znižanja HbA1c, kar kaže zmanjšanje ravni glukoze. Obnavlja tudi jetrne encime, povečuje raven inzulina ter normalizira hipoglikemijo pri diabetičnih podganah, kar so pokazale tudi histološke študije (57).

Geraniol: Geraniol zmanjšuje količino radikalov v kardiomiocitih, izpostavljenih oksidativnemu stresu. Kardiomiocite so izolirali iz podgan in inkubirali 24 ur z omenjeno spojino. Najboljši učinek se je pokazal med 15. in 60. minuto. V raziskavi so zaključili, da geraniol deluje potencialno kardioprotektivno (58). Preprečuje tudi katalazno aktivnost, zmanjša hiperglikemijo in hiperholesterolemijo, vendar pa ne vpliva na serumsko raven adiponektina pri diabetičnih podganah, ki so spojino prejele peroralno. Zagotavlja zaščitni učinek proti srčni disfunkciji, ki je v inducirana s sladkorno boleznijo. Učinek so pripisali zaviranju oksidativnega stresa (59).

Neral in geranial: Neral in geranial kažeta potencial za protivnetno delovanje. Preizkušali so ju na izoliranih makrofagih. Delovala sta protivnetno z inhibicijo sekrecije TNF- α v celicah makrofagov. Neral je pokazal boljše učinke kot geranial (60).

Prevladujoči spojini v eteričnem olju melise iz Bolgarije in Bosne sta (*E*)-kariofilen in germakren D. V teh dveh državah je podnebje podobno, s hladnimi zimami in sončnimi poletji. V eteričnem olju melis iz Nemčije in Slovenije je teh spojin manj, več pa je geraniala in nerala. Poleg tega eterično olje melise iz Slovenije vsebuje več citronelala in citronelola. Na vsebnost posameznih spojin v eteričnem olju vplivajo lokacija, podnebje in genetski dejavniki. Za geranial in neral so dokazali, da se s časom rasti povečuje njuna koncentracija v eteričnih oljih rastlin iz obalnih območij, v eteričnih oljih rastlin iz sušnih območij pa se njuna koncentracija s časom rasti zmanjšuje (61).

Neral in geranial skupaj delujeta protivnetno (60), zato bi lahko bila odgovorna za protivnetno delovanje eteričnega olja (51). Preostale proučevane spojine ne delujejo skladno z eteričnim oljem. Za citronelal smo ugotovili, da deluje protirakavo (56), enako tudi β -kariofilen oksid (54), ki ima zraven še analgetično delovanje (55). Eterično olje melise iz Slovenije ima veliko vsebnost citronelola, ki deluje zdravilno pri sladkorni bolezni (57). Take učinke ima tudi geraniol (59), ki pa deluje tudi kardioprotektivno (58) ter zmanjšuje povišano raven holesterola (59). β -Kariofilen tudi zmanjšuje povišano raven holesterola, ima pa še citroprotektivno (52) in antikonvulzivno delovanje (53)

5.3 Izbrane vrste *Mentha* sp.

Eterična olja mete navadno vsebujejo največ mentola in mentona, prisotni pa so tudi 1,8-cineol, mentilacetat, neomentol, mentofuran, izomenton in druge spojine (8). V preglednici

v prilogi III smo zbrali sestavo analiziranih eteričnih olj poprove (*Mentha piperita*), klasaste (*Mentha spicata*), njivske (*Mentha arvensis*) in sive mete (*Poliomintha incana*).

V vzorcih poprove mete prevladujeta mentol v razponu vsebnosti 35,2 do 52,7 % in menton v razponu vsebnosti 18,4 do 34,5 %; manjša vsebnost mentola (27,5 %) je le v superkričnem izvlečku iz Bolgarije. Takoj za glavnima spojinama sledijo mentilacetat (3,83 do 8,09 % oz. 10,2 % v superkričnem izvlečku), izomenton (2,16 do 4,48 % oz. 7,27 % v superkričnem izvlečku), 1,8-cineol (3,12 do 6,49 % oz. 2,11 % v superkričnem izvlečku), neomentol (2,00 do 4,80 %), mentofuran (0,740 do 3,88 %), pulegon (1,14 do 3,40 %), germakren D (0,0800 do 2,69 %), karvotanacetone (0,300 do 2,68 %), limonen (0,780 do 2,58 % oz. 0,200 % v superkričnem izvlečku) in (*E*)-kariofilen (0,550 do 2,51 %). Ostale spojine so prisotne v manjši meri (pod 2 %) in so zelo raznolike.

Po sestavi se najbolj med vsemi razlikuje superkrični izvleček iz Bolgarije, saj vsebuje veliko spojin, ki jih eterična olja ne vsebujejo, to so 1,10-di-epi-kubenol, n-heptokosan, izopulegol, (*Z*)-murolo-4(14),5-dien, neofitadien, fitol, fitolacetat, fiton, (*Z*)-pinokamfon in skvalen, ne vsebuje pa nekaterih spojin, prisotnih v eteričnih oljih, to sta pulegon in (*Z*)-sabinenhidrat. Spojine, ki se kot posebnost pojavljajo le v nekaterih eteričnih oljih, so ϵ -amorfen, β -ciklocitral in izogermakren D v eteričnem olju poprove mete iz Hvara, 3-metilbutil-2-metilbutanoat v eteričnem olju poprove mete iz Indije, α -kadren, β -kadren, cedrol, α -kopaen, β -kopaen, kuparen, (*Z*)-*p*-ment-2-en-1-ol, (*E*)-sabinol in (*Z*)-tujopsen v eteričnem olju poprove mete iz ZDA Phibee Aromatics, linalilacetat v eteričnem olju poprove mete iz ZDA Baccara Rose, germakren A v eteričnem olju poprove mete iz Bolgarije in heks-(3*Z*)-enol v eteričnem olju iz Velike Britanije. Zanimivo je tudi, da se izomentol ne pojavi v eteričnem olju poprove mete iz Bolgarije, medtem ko je v vseh drugih vzorcih prisoten.

Eterično olje klasaste mete vsebuje največ karvona (56,4 do 59,8 %), medtem ko eterični olji sive in njivske mete te spojine ne vsebujejo. Eterično olje poljske mete vsebuje kar 84,5 % pulegona, eterično olje sive mete ga vsebuje 49,7 %, eterično olje klasaste mete do 10,4 %, največ vzorec iz Egipta, zanimivo pa je, da ga eterično olje iz ZDA ne vsebuje. Vse tri vrste mete vsebujejo tudi limonen (0,800 do 18,9 %) in 1,8-cineol (0,120 do 10,2 %).

Ostale spojine, prisotne v več kot enoodstotni vsebnosti, so še izomenton (0,520 do 4,21 %), *p*-cimen (0,120 do 3,87 %), β -ciklocitral (0,210 do 3,28 %), borneol (0,270 do 2,53 %),

mircen (0,100 do 2,43 %), β -burbonen (0,740 do 2,47 %), (*E*)-kariofilen (0,180 do 2,17 %), α -terpineol (0,250 do 1,98 %), 1,6-dihidrokarveol do 1,94 %, (*Z*)-sabinenhidrat (0,210 do 1,68 %), vinilamilkarbinol (0,130 do 1,61 %), germakren D (0,0700 do 1,14 %) in β -pinen (0,560 do 1,21 %). Poudariti moramo, da navedene spojine niso hkrati prisotne v vseh vzorcih. Pri eteričnemu olju sive mete je posebnost linalool, ki ga je 7,99 %, v ostalih vrstah pa zelo malo (0,0800 do 0,330 %). Podobno je pri eteričnem olju klasaste mete iz Francije, kjer se nahaja menton v 5,05 %, bistveno manj pa ga je v vzorcu iz Egipta in eteričnemu olju poljske mete (0,360 in 0,350 %), v drugih dveh vzorcih pa ni prisoten. Zanimiva je tudi sestava eteričnega olja poljske mete iz ZDA, saj vsebuje bistveno manjše število posameznih spojin (samo 17), v primerjavi z 38 spojinami v eteričnem olju klasaste mete in 41 spojinami v eteričnem olju sive mete (oba vzorca prav tako iz ZDA).

Pregled delovanja eteričnih olj

In vitro/in vivo raziskave

Protimikrobni učinek eteričnega olja poprove mete so preizkušali na bakterijah *Escherichia coli* in *Staphylococcus aureus* in glivi *Candida albicans*. Eterično olje je bilo zlasti učinkovito proti bakteriji *Escherichia coli*. Raziskovalci so poudarili, da lahko prisotnost lipopolisaharidov v zunanji membrani po Gramu negativnih bakterij ovira prodiranje hidrofobnega eteričnega olja v celice. Tako so bile vrednosti minimalnih inhibitornih koncentracij večje za *Escherichia coli* (po Gramu negativna) v primerjavi z drugima dvema mikroorganizmoma. Mehanizem delovanja je porušena funkcija membrane, saj se spojine eteričnega olja vežejo na proteine in sterole, kar povzroči strukturne spremembe v celični steni in smrt celice (62). Naredili so še raziskavo protiglivičnega delovanja eteričnega olja poprove mete na 25 standardnih sevih gliv, vključno s *Candida albicans* in *Aspergillus* sp., *in vitro* (63). Protiglivično delovanje je izkazalo tudi eterično olje klasaste mete proti *Microsporium canis* in *Trichophyton rubrum* (64). V naslednji raziskavi *in vitro* so dokazali, da imata eterični olji poprove in klasaste mete boljše antiholinergične lastnosti v primerjavi s fiziostigminom (64). V raziskavi *in vitro* fungicidnega delovanja so eterično olje njivske mete dodajali pomarančam. Rok uporabnosti se jim je podaljšal za sedem dni, na lupinah pomaranč pa ni bilo nobenih vidnih poškodb (65). Eterično olje poprove mete je delovalo tudi proti parazitom *Cichlidogyrus tilapiae*, *Cichlidogyrus thurstonae*, *Cichlidogyrus halli* in *Scutogyrus longicornis*, *in vitro*. Uporaba je bila varna, saj niso opazili škodljivih učinkov

ali hematoloških sprememb (66). Antispazmodični učinek eteričnega olja poprove mete so dokazali na obročih sapnika pri podganah, in sicer je prišlo do sprostitve mišic v primerjavi s kontrolno skupino (67).

Antioksidativno delovanje so raziskali z uporabo metode DPPH. Rezultati so pokazali da sta eterični olji klasaste in poprove mete dobri antioksidativni sredstvi, boljši učinek je imelo eterično olje klasaste mete (68).

Citotoksični učinek so dokazali na človeških celicah pljučnega karcinoma, raka želodca, krvnih celicah in celicah jetrnega karcinoma, niso pa ugotovili, kateri terpeni iz eteričnega olja so odgovorni za delovanje (68).

Raziskavo za protivnetni učinek so opravili na miših, ki so jim povzročili vnetje ušesa, eterično olje pa so aplicirali topikalno. Ugotovili so, da se je velikost edema zmanjšala za 30 %, zmanjšala pa se je tudi masa ušesa za približno 16 %. Ugotavljali so tudi proizvodnjo NO in prostaglandina E2. Gre za endogeni kompenzatorni mehanizem, ki zmanjšuje aktivacijo levkocitov in s tem prevelik vnetni odgovor. Proizvodnja prostaglandina E2 se je zmanjšala za 40 %, kar pomeni zmanjšanje vnetnega odziva (68).

Klinične raziskave

V preglednici III navajamo pregled kliničnih raziskav o učinkovitosti eteričnih olj poprove in klasaste mete.

Preglednica III: Pregled kliničnih raziskav o delovanju eteričnih olj mete*s placebom kontrolirana raziskava

ETERIČNO OLJE	INDIKACIJA	ODMEREK, APLIKACIJA	REZULTATI
poprova meta	spazmolitično	30 mL raztopine (8 mL eteričnega olja+0,2 mL Tween v 100 mL vode) v raztopini barijevega sulfata (končna konc. barija v vsaki skupini je bila 80 %); peroralno	Učinkovito odpravljanje krčev črevesja v primerjavi s kontrolo (69*)
poprova meta	repelentno	1 mL, spremljanje po 24, 48 in 72 urah; zunanje na koži	Učinkovito repelentno delovanje v primerjavi z drugimi repelenti (70)

poprova meta in klasasta meta	proti slabosti in bruhanju	kapsula (2 kapljici eteričnega olja), pol ure pred kemoterapijo, nato čez 4 h, nato čez 8 h	Statistično značilno zmanjšanje pogostosti bruhanja v prvih 24 urah ter zmanjšanje intenzivnosti bruhanja pri kemoterapiji (71*)
-------------------------------	----------------------------	---	--

Pregled delovanja izbranih spojin

1,8-Cineol: V raziskavi *in vivo* je pokazal protivnetno in antioksidativno delovanje pri miših. Spojino so aplicirali z inhalacijo. Zmanjšalo se je število vnetnih celic in izločanje citokinov, zmanjšal pa se je tudi obseg oksidativnega stresa (72). V raziskavi protivnetne aktivnosti so v limfocitih zdravih prostovoljcev, inkubiranih z 1,8-cineolom, značilno inhibirali proizvodnjo citokinov IL-6, IL-8 in Th1 celic. Dokazano zavira tudi nastajanje TNF- α in IL-4. Raziskovalci zaključujejo, da bi bilo lahko zdravljenje s to spojino potencialno koristno za kontrolo aktivacije vnetnih procesov, povezanih s kronično obstruktivno pljučno boleznijo (73).

Izomenton: Izomenton je v raziskavi *in vitro* inhibiral s TNF- α posredovano zmanjšanje sposobnosti preživetja celic. Inhibiral je tudi porast apoptoze. Ugotovili so tudi, da učinkuje citoprotektivno ter zavira sproščanje citokroma c, kaspazno aktivnost in aktivnost poli (adenozin difosfat-riboza) polimeraze, ki vpliva na popravilo DNA in tako okrepi delovanje citotoksičnih spojin (74).

Karvon: Dokazali so antidiabetični učinek na podganah pri peroralni aplikaciji, in sicer značilno zmanjšanje koncentracije glukoze in povečanje inzulina. Izboljšal se je nadzor glikemije, saj je karvon preprečil znatno povišanje ravni HbA1c. Aktivnosti presnovnih encimov za ogljikove hidrate, encimskih antioksidantov in jetrnih encimov so se obnovile skoraj do normalne ravni (75). Antidepresivni učinek so proučevali v raziskavi *in vivo* na miših z intraperitonealno aplikacijo. Karvon je pokazal podobno delovanje kot kontrolni antidepresiv (litijev karbonat), in sicer je zmanjšal spontano gibalno aktivnost, kar kaže na sedativni učinek. Pri večjih odmerkih je pokazal tendenco k zmanjševanju gibalne aktivnosti, brez vpliva na spontano gibalno aktivnost (76).

Limonen: V raziskavi protivnetnega delovanja na miših so spodbudili mehansko hiperalgezijo in povečanje IL-1 in IL-10 z namenom, da bi ugotovili, če limonen po peroralni aplikaciji zavira te spremembe. Limonen je zmanjšal mehansko hiperalgezijo ter nastajanje TNF- α in IL-1 (77).

Omenjena spojina naj bi ugodno delovala tudi pri sekundarnih zapletih pri sladkorni bolezni, kjer imajo glavno vlogo glikirani proteini žilne stene., ki je bolj občutljiva na poškodbe. Preizkus je bil narejen v raziskavi *in vitro*. V kombinaciji obeh spojin se je pokazal zaviralni učinek glikacije proteinov za 77 %, kar zmanjša zaplete pri sladkorni bolezni (78).

Mentol: Mentol je v eni izmed raziskav *in vitro* povzročil učinkovite poškodbe struktur v celicah *Candida albicans* (79). Dokazali so tudi, da neposredno inhibira gastrointestinalne gladke mišice z zmanjšanjem vstopa kalcija v celice. S tem zavre čezmerno dejavnost teh mišic, kar olajša izločanje plinov in umiri vzdraženo črevesje (80). V raziskavi *in vivo* so odkrili izboljšanje spomina in koncentracije pri miših. Aplikacija mentola subkutano je značilno povečala raven glutationa in glutamata ter zmanjšala raven glicina v možganih (81).

Mentol, menton, izomenton, pulegon in limonen: Holeretični učinek so ugotavljali na zdravih podganah po peroralni aplikaciji. Mentol in limonen sta spodbudila izločanje žolča in značilno zmanjšala raven holesterola ter povečala raven žolčnih kislin. Izomenton je pokazal zanemarljivo malo holeretičnih učinkov, pulegon in menton pa skoraj nič (82).

Pulegon: V raziskavi *in vitro* so spojini dokazali protimikrobno delovanje proti vrstam *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae* in *Escherichia coli* (83).

Največ mentola vsebuje eterično olje poprove mete iz Slovenije. Več mentola in manj mentofurana imajo ponavadi eterična olja, pridobljena iz rastlin, katerih listi so bili v času nabiranja bolj razviti, oz. rastlin v času cvetenja (84). V eteričnih oljih klasaste mete prevladuje vsebnost karvona, medtem ko eterični olji sive in njivske mete te spojine ne vsebujeta. Za karvon so dokazali, da je v manjših odstotkih vsebnosti prisoten v eteričnih oljih rastlin na legah, kjer seme ne more dozoreti popolnoma. Ponavadi ga je v eteričnem olju največ takoj po destilaciji, nato pa se njegova vsebnost zmanjšuje (85, 86). Velika vsebnost karvona se lahko pojavi tudi zaradi oksidacije limonena (87). Limonen in karvon sta po strukturi zelo podobna, le da ima karvon dodatno ketonsko skupino (88). Zanimivo je, da pri eteričnih oljih klasaste mete mentola in mentona skoraj ni, razen pri tistem iz Francije, kjer je obeh okoli 5 %. Pri eteričnem olju sive mete prevladuje spojina pulegon. Prevladujoča spojina v eteričnih oljih poprove mete, mentol (79), ima dokazano protiglivično delovanje, kar velja tudi za samo eterično olje (63, 64), proučevali pa so ga

tudi kot sredstvo za izboljšanje spomina in koncentracije (81) in pomoč pri gastrointestinalnih težavah (80). V kombinaciji z mentonom in izomentonom ima dokazane holeretične učinke ter pomaga pri holecistozni (81). Izomenton deluje citoprotektivno (74), limonen pa holeretično (82) in antidiabetično (78). Prevladujoči spojini v eteričnem olju klasaste mete, karvonu, so v različnih raziskavah dokazali antidiabetično (75) in antidepresivno delovanje (76), za izbrana eterična olja pa nismo našli podobnega delovanja. Pulegon deluje protimikrobno (83), kar se sklada z dokazanim delovanjem eteričnih olj (63, 64). Za protivnetno delovanje eteričnega olja bi lahko bili odgovorni spojini limonen (77) in 1,8-cineol (73).

5.4 *Rosmarinus officinalis*

Preglednica v prilogi IV prikazuje podatke o vsebnosti spojin v analiziranih eteričnih oljih rožmarina (*Rosmarinus officinalis*). V vseh vzorcih prevladujejo spojine α -pinen od 10,6 do 33,3 %, 1,8-cineol od 4,21 do 50,2 % in kafra od 4,86 do 23,9 %. Med ostalimi pomembnimi spojinami po vsebnosti (do 1,5 %) so še bornilacetat 0,380 do 14,4 %, borneol 1,52 do 9,62 %, β -pinen 1,07 do 8,98 %, verbenon do 8,43 %, kamfen 3,63 do 7,71 %, (*E*)-kariofilen 0,280 do 6,20 %, limonen 2,04 do 4,32 %, linalool 0,510 do 3,98 %, α -terpineol 1,33 do 3,69 %, *p*-cimen 0,770 do 3,09 %, oktan-3-on do 3,06 %, (*Z*)-pinokamfon do 2,23 %, (*Z*)-mirtanol do 1,95 %, mircen 0,770 do 1,90 % in kariofilenoksid do 1,64 %. Eterično olje rožmarina iz Francije izstopa po največji vsebnosti α -pinena, ki ga je 33,3 %, bornilacetata, ki ga je 14,4 %, ter geraniola (1,89 %), ki ga druga eterična olja ne vsebujejo, vsebuje pa najmanj kafe (4,86 %) in 1,8-cineola (4,21 %). V eteričnem olju rožmarina iz vseh drugih držav prevladuje 1,8-cineol; v eteričnem olju rožmarina iz Maroka ga je kar 50,2 %, veliko te spojine pa vsebujeta tudi eterično olje rožmarina iz Velike Britanije (46,6 %) in superkritični izvleček iz Tunizije (42,2 %). Veliko je spojin, ki se pojavijo samo v eteričnem olju iz ene države, to so *p*-cimenen, neoizo-dihidrokarveol, metilevgenol, geranial, geraniol, α -6-metiljonon, tuja-2,4-dien, (*E*)-geranilacetat, (*Z*)-verbenol in (*Z*)-verbenolacetat v eteričnem olju francoskega rožmarina, heksilbutanoat, citronelol, β -(*E*)-farnezen, fencilalkohol, linalilacetat, α -murolen, β -(*E*)-ocimen in ilangen v eteričnem olju hrvaškega rožmarina, *p*-ment-1,8-dien in γ -terpineol v eteričnem olju portugalskega rožmarina, 3-metilapopinen, (*E*)-karveol, karvon, (2*Z*)-3,3-dimetilcikloheksildien etanol, etilheksanol, humulen epoksid II, (*Z*)-mirtanol, α -terpinilacetat, (*E*)-geranilacetat in (*E*)-verbenol v eteričnem olju slovenskega rožmarina, abietatrien, kariofil-4,8-dien-5- β -ol, n-hentriakontan, n-heptakosan, izobornilformat,

metiljasmonat, (Z)-nonakosan in skvalen v superkritičnem izvlečku rožmarina iz Tunizije ter izoborneol in izobornilacetat v eteričnem olju rožmarina iz Velike Britanije. Zanimivo je tudi, da eterično olje rožmarina iz Francije ne vsebuje α -humulena, eterično olje portugalskega rožmarina ne vsebuje terpinen-4-ola, superkritični izvleček tunizijskega rožmarina pa ne vsebuje γ -terpineola ter terpinolena, medtem ko ostala primerjana eterična olja te spojine vsebujejo.

Pregled delovanja eteričnih olj

In vivo/in vitro raziskave

Protimikrobni učinek so dokazali *in vitro* na *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Candida krusei* (89), *Cryptococcus neoformans* (90) ter *Clostridium perfringens* (91). Raziskovalci zaključujejo, da predstavlja eterično olje rožmarina alternativo sinteznim konzervansom v hrani pri nadzoru in inaktivaciji patogenov (91).

Protibolečinsko delovanje so dokazali na miših *in vivo*. Peroralno so jim aplicirali 10 ali 20 mg/kg eteričnega olja, in sicer v kombinaciji s kodeinom ali paracetamolom. Dokazali so, da je v obeh primerih bolj učinkovit večji odmerek (92).

Hepatoprotektivno delovanje so ugotavljali na podganah, ki so jim peroralno aplicirali 5 mg/kg eteričnega olja in spremljali koncentracije trigliceridov in holesterola v serumu, da bi ugotovili učinek na presnovno funkcijo jeter. Eterično olje je zmanjšalo lipidno peroksidacijo membran hepatocitov ter koncentracije sečnine in kreatinina, kar kaže tudi na sposobnost obnove okvarjene ledvične funkcije (93). Ugotovili so tudi antioksidativne učinke (z metodo DPPH in z uporabo antioksidativnih encimov) (93). Eterično olje izraža tudi potencial za protiulkusno delovanje, kar so dokazali na podganah. V raziskavi *in vivo* se jim je značilno zmanjšala velikost razjed na želodcu pri peroralni aplikaciji spojine (94).

Pregled delovanja izbranih spojin

α -Pinen: V raziskavi *in vivo* na miših so ugotavljali antinociceptivno delovanje. Spojino so mišim aplicirali intraperitonealno in ugotovili, da je analgetični učinek trajal 150 minut po aplikaciji (95). Na miših so naredili tudi raziskavo, kjer so dokazovali gastroprotektivno in protiulkusno delovanje. Živalim so spojino aplicirali peroralno. Ugotovili so, da se je zmanjšala velikost želodčne razjede, zmanjšala sta se volumen in kislost želodčnega soka,

volumen mukusa želodčne stene pa se je povečal (96). Deluje še antioksidativno, kar so dokazali z metodo DPPH (97).

β-Pinen: Tudi β-pinen je v eni od raziskav *in vivo* (na miših) pokazal protibolečinsko delovanje z intraperitonealno aplikacijo. Sklepajo, da deluje kot delni agonist opioidnih receptorjev μ (98). Prav tako deluje antioksidativno, kar so dokazali z metodo DPPH *in vitro* (97).

α-Pinen in β-karofilen: Kombinacija obeh spojin predstavlja potencial pri zdravljenju okužbe s *Tripanosoma evansi*, saj so opazili zmanjšanje življenjske dobe zajedalca. Kombinacija je pokazala večjo kurativno učinkovitost v primerjavi s kontrolo (diminazen aceturat). Mehanizem delovanja se nanaša na peroksidacijo lipidov, kar vodi do spremembe prepustnosti celične membrane in mitohondrijskega potenciala. Po drugi strani α-pinen aktivira makrofage ter spremeni raven dušikovega oksida in raven citokinov (99).

Borneol: Spojino so preizkušali na miših in opazili antihiperalgezivni učinek že v pol ure in je trajal vsaj dve uri (100). Pri peroralnem dajanju podganam je deloval kot induktor jetrnih encimov. Ekspresija in aktivnost CYP2B sta se značilno povečali. Na podganjih hepatocitih ter celicah testisov je v majhnih odmerkih povzročil povečano odpornost proti poškodbam DNA. Zaščitni učinek pripisujejo antioksidativni lastnosti borneola (101). V kombinaciji z mentolom se je izkazal kot varen pospeševalec penetracije učinkovin v kapljicah za oči (102).

Kamfen: Narejeni sta bili raziskavi *in vivo* ter *in vitro*, kjer so spojino proučevali na miših oz. tumorskih/netumorskih celicah (103). Celicam so dodali kamfen ter jih inkubirali za 24 ur. Preizkušanje *in vivo* so izvedli z mišmi, ki so jim povzročili podkožni tumor, nato pa jim injicirali kamfen s subkutano injekcijo vsak dan 10 dni. Ugotovili so, da kamfen inducira krčenje tumorskih celic in kondenzacijo DNA v tumorskih celicah ter posledično zmanjša izražanje genov. (103).

Verbenon: Verbenon je v raziskavi *in vitro* pokazal zmerno aktivnost proti *Listeria monocytogenes* (104).

Poznamo tri kemotipe eteričnega olja rožmarina. Za španski kemotip je značilna večja vsebnost kafre, za francoski kemotip je značilen verbenon, v tunizijskem kemotipu pa

prevladuje velika vsebnost 1,8-cineola (8). Glede na rezultate analiziranih eteričnih olj lahko razvrstimo eterično olje iz Slovenije in Francije v francoski kemotip, eterična olja iz Maroka, Velike Britanije, Tunizije in Hrvaške v tunizijski kemotip ter eterični olji iz Španije in Portugalske v španski kemotip. V pregledanih raziskavah smo našli nekaj povezav med eteričnim oljem in spojinami. Antioksidativno delovanje eteričnega olja (93) lahko pripišemo 1,8-cineolu (72), za hepatoprotektivno delovanje (93) pa je verjetno odgovoren borneol (101). Če sklepamo po prisotnih spojinah, bi lahko protimikrobno delovanje eteričnega olja (89, 90, 91) pripisali α -terpineolu, protibolečinsko borneolu (100), α -pinenu (95) in β -pinenu (98), protiulkusno (94) α -pinenu (96) ter antioksidativno α in β -pinenu (97). Glede na vsebnost kafe in 1,8-cineola bi lahko sklepali, da deluje tudi citotoksično (72), kamfen pa kaže na protitumorno (103) delovanje. Če zraven povežemo še delovanje borneola, opazimo tudi, da bi lahko deloval še ugodno na jetra (101) in protibolečinsko (100). Pri naslednjih spojinah nismo našli povezave med delovanjem eteričnega olja in posameznimi spojinami, ki jih vsebuje. Delovanje proti *Tripanosoma evansi* sta izkazala α -pinen in β -kariofilen (99), verbenon deluje zaščitno pred *Listeria monocytogenes* (104), β -kariofilen citoprotektivno (52) in antikonvulzivno (53), limonen protivnetno (77) in antidiabetično (78), linalool protiglivično (40) in antidepresivno (41), α -terpineol pa protiglivično (112), protimikrobno (113) ter gastroprotektivno (111).

5.5 Izbrane vrste *Salvia* sp.

V eteričnem olju žajblja so značilne spojine kafa, 1,8-cineol in tujon, v eteričnem olju muškatne kadulje pa je navadno največ linalilacetata in linaloola (8). V preglednici v prilogi V so zbrane spojine v analiziranih eteričnih oljih žajblja (*Salvia officinalis*), dišečega žajblja (*Salvia clevelandi*) ter bele (*Salvia apiana*) in muškatne kadulje (*Salvia sclarea*). Skladno z literaturnimi podatki (8) najdemo v eteričnem olju navadnega žajblja največ kafe, 1,8-cineola in α -tujona. Vsebnost kafe variira med 22,8 in 31,4 %, z izjemo eteričnega olja posušenih listov žajblja iz Hvara, kjer ga je bistveno manj (11,0 %). Manj spremenljive so vsebnost 1,8-cineola (8,46 do 14,2 %) in β -tujona (0,940 do 4,44 %), večji razpon pa je pri α -tujonu (10,0 do 40,1 %).

Pojavijo se tudi borneol (1,52 do 11,1 %), bornilacetat (0,870 do 10,3 %), kamfen (3,88 do 9,34 %), α -pinen (1,73 do 8,16 %), viridiflorol (1,32 do 6,78 %), α -humulen (4,00 do 6,50 %), (*E*)-kariofilen (0,740 do 3,14 %), limonen (1,32 do 2,85 %), β pinen (0,610 do 2,55 %), humulen epoksid II (0,300 do 2,12 %) in mircen (0,550 do 1,06 %), druge spojine pa so

prisotne v vsebnosti manj kot 1 %. V superkritičnem izvlečku žajblja iz Nemčije opazimo tudi veliko koncentracijo manola (9,89 %). Zanimiva je sestava eteričnega olja žajblja iz Slovenije, saj vsebuje bistveno več borneola (11,1 %) in bornilacetata (10,3 %) kot vzorci iz drugih držav.

Eterično olje muškatne kadulje iz Italije vsebuje največ linalilacetata (47,5 %) in linaloola (26,0 %) ter po nekaj odstotkov α -terpineola (6,15 %), germakrena D (5,23 %), (*E*)-geranilacetata (4,06 %), (*Z*)-geranilacetata (1,96 %), (*E*)-kariofilena (1,95 %) in mircena (1,09 %), ostale spojine pa so prisotne v še manjši vsebnosti. Poseben z vidika sestave je superkritični izvleček muškatne kadulje iz Bolgarije, ki vsebuje skoraj sam sklareol (92,5 %) ter nekaj *n*-hentriakontana (1,15 %), v po manj kot enoodstotni vsebnosti pa je zastopanih le še sedem spojin.

V eteričnem olju bele kadulje najdemo največ 1,8-cineola, saj ga je kar 68,5 %. V vsebnosti več kot 1 % mu sledijo spojine β -pinen (11,2 %), α -pinen (6,08 %), Δ -3-karen (3,09 %), mircen (2,27 %), limonen (1,89 %) in (*E*)-kariofilen (1,39 %). V eteričnem olju dišečega žajblja sta prevladujoči spojini kafra (38,4 %) in 1,8-cineol (19,8 %), vsebuje pa tudi (*E*)-kariofilen (5,18 %), α -pinen (4,58 %), β -(*E*)-ocimen (4,17 %), linalool (4,02 %), kamfen (3,51 %), β -pinen (2,50 %), limonen (2,35 %), β -(*E*)-ocimen (1,41 %), *p*-cimen (1,27 %), mircen (1,05 %) in druge.

Pregled delovanja eteričnih olj

In vivo/in vitro raziskave

V raziskavi *in vitro* na mišjih jetrnih celicah so ugotovili, da eterično olje muškatne kadulje deluje hepatoprotektivno v odvisnosti od odmerka. Pri 100 μ g eteričnega olja na 30 g telesne mase so opazili normalno strukturo hepatocitov z odsotnostjo vnetja ali celične nekroze. V isti raziskavi so dokazali tudi citotoksično delovanje. Sklepajo, da naj bi bil glavni mehanizem indukcija apoptoze, drugi možni pa bi lahko bili povečanje fluidnosti membran, uhajanje ionov in citoplazemske vsebine, zmanjšana proizvodnja ATP in spreminjanje gradienta pH v celici (105).

Dokazali so tudi baktericidno in bakteriostatično delovanje eteričnega olja žajblja. Bakteriostatično delovanje so ugotovili že pri majhnih koncentracijah (0,05 mg/mL), in sicer

pri *Bacillus cereus*, *Bacillus megatherium*, *Bacillus subtilis*, *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas sobria* in *Klebsiella oxytoca*. Učinek je bil zlasti izrazit proti po Gramu negativnim bakterijam, zaradi prisotnosti fosfolipidne membrane, ki ne prepušča lipofilnih spojin (106). Potrdili so tudi antioksidativno aktivnost. Protimikrobno aktivnost so preizkušali še v eni raziskavi na seriji po Gramu negativnih in pozitivnih bakterij ter glivah: *Ashbyia gossypii*, *Aspergillus niger*, *Bacillus cereus*, *Bacillus liqueniformis*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, *Enterococcus hirae*, *Escherichia coli*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Pichia subpelliculosa*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas cepacia*, *Pseudomonas fluorescens*, *Rhizopus oryzae*, *Salmonella enterica*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Trichosporum fermentans* in *Trichoderma reesei*. Dokazali so baktericidno in fungicidno delovanje. Eterično olje žajblja so poleg tega preizkušali tudi kot dezinficiens, tako da so ga razprševali po prostoru. Rezultati so pokazali, da razpršen v koncentraciji raztopine 0,5 do 1 % zmanjša skupno količino mikrobov v prostoru po 1 uri, 6 urah in 24 urah (107, 108).

Raziskavo pritičivnega delovanja so naredili na vrstah *Candida*, dermatofitih in nekaterih drugih glivah. Za referenčno spojino so uporabili flukonazol. Dokazali so, da je eterično olje žajblja učinkovito protiglivično sredstvo (109). Antimutageni učinek so dokazali na bakterijah *Escherichia coli* in *Saccharomyces cerevisiae* po obsevanju z UV žarki. Eterično olje inhibira metabolično aktivacijo posrednih mutagenov, pospešuje detoksifikacijo, pospešuje popraviljanje poškodb DNA, ima pa tudi antioksidativno aktivnost (110).

V raziskavi *in vivo* so podganam intraperitonealno injicirali eterično olje muškatne kadulje, razredčeno v mandljevem olju (5 %, 10 % ali 20 %). Ugotovili so značilno zmanjšanje krvnega tlaka, frekvence srca in ravni kortikosterona. Zdravljenje pri podganah, izpostavljenih stresu, je prispevalo k izboljšanju endotelijske disfunkcije z zmanjšanjem oksidativnega stresa in povečanjem produkcije NO in ekspresije endotelijske NO-sintaze, posledično zmanjšanje krvnega tlaka in frekvence srca (111).

Proti depresiji so raziskali eterično olje muškatne kadulje v kombinaciji z eteričnimi olji kamilice, rožmarina in sivke. Raziskavo so izvedli na podganah, *in vivo*. Eterično olje muškatne kadulje je imelo najmočnejši učinek, in sicer so rezultati pokazali, da zmanjša čas imobilnosti oz. obupa pri preizkusu prisilnega plavanja podgan (112).

V raziskavi *in vivo* na podganah so preverjali učinke eteričnega olja žajblja pri hujšanju in neplodnosti. Podgane, ki so uživale eterično olje žajblja, so imele manjši indeks telesne mase ter manjše serumske koncentracije leptina, prolaktina, estradiola, holesterola in trigliceridov. Dokazali so tudi povišano aktivnost aromataze v modih v primerjavi s kontrolno skupino. Rezultati nakazujejo na potencialno aktivnost eteričnega olja žajblja proti debelosti in s tem povezanih biokemičnih sprememb. Opazili so tudi boljši profil lipidov v serumu in modih, hkrati s povečanjem koncentracije androgenov ter upadom koncentracij estradiola, leptina in prolaktina, kar kaže na večjo plodnost (113).

Klinične raziskave

V preglednici IV smo povzeli klinično raziskavo eteričnega olja muškatne kadulje.

Preglednica IV: Pregled klinične raziskave o delovanju eteričnega olja kadulje; *s placebom kontrolirana raziskava

ETERIČNO OLJE	INDIKACIJA	ODMEREK, APLIKACIJA	REZULTATI
muškatna kadulja	stres	5-odstotno eterično olje, 60 minut; inhalacija	Eterično olje je značilno zmanjšalo fiziološke indikatorje stresa, vključno s koncentracijo kortizola v pljučih, krvnim tlakom, hitrostjo utripov srca in hitrostjo dihanja (114*)

Pregled delovanja izbranih spojin

α -Terpineol: Podganam so peroralno aplicirali α -terpineol in ugotovili, da zmanjša razjede na želodcu, vendar niso odkrili natančnega mehanizma delovanja (115). Deluje tudi protiglivično proti *Geotrichum citri aurantii*, tako da poveča membransko prepustnost in uniči strukture celične membrane (116). Dokazal se je tudi kot dobro protimikrobno sredstvo, saj je deloval baktericidno proti *Listeria monocytogens*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli* in *Proteus vulgaris* (117).

Kafra: Cilj raziskave je bil raziskati potencialno uporabo kafe kot pospeševalca penetracije pri transdermalni dostavi učinkovin z različno lipofilnostjo. Poskus so izvajali na keratinocitih in kožnih fibroblastih. V primerjavi s pozitivno kontrolo lavrokapramom je kafa povzročila blago draženje kože, hkrati pa je podobno, statistično značilno povečala penetracijo učinkovin z različnim logP (118).

Kafra, 1,8-cineol in tujon: Kombinacija teh spojin je v raziskavi *in vitro* delovala citoskično, zlasti proti celicam kolorektalnega raka, in sicer so spodbudile mehanizme za popravilo DNK (119).

Sklareol: V raziskavi *in vivo* na miših so preizkušali protirakavo delovanje. Ugotovili so, da v odmerku 7,85 μg na dan učinkovito zmanjša rast tumorja v primerjavi s kontrolo. Raziskovalci so zaključili, da spojina deluje potencialno proti raku dojk (120).

α -Tujon: V raziskavi *in vivo* na podganah so ugotovili, da zmanjša koncentracijo holesterola in trigliceridov. Živalim so tujon aplicirali peroralno, v odmerku 5 mg na kg telesne mase, 28 dni. Ugotovili so značilno zmanjšanje ravni serumskega holesterola in trigliceridov, v primerjavi s kontrolno skupino podgan. Sklepajo, da je razlog za ta učinek inhibicija HMG-CoA reduktaze (121). Tako α kot β tujon delujeta antimutageno, proti mutacijam, povzročnim z UV sevanjem. To so dokazali v preizkusu *in vitro* na *Escherichia coli* in *Saccharomyces cerevisiae* (122).

Viridiflorol: V primerjavi s kontrolnima spojinama butilhidroksitoluenom in askorbinsko kislino je viridiflorol pokazal zmerno antioksidativno aktivnost. Po peroralnem dajanju mišim se je značilno zmanjšala migracija skupnih levkocitov v vnetno okolico, kar dokazuje protivnetno delovanje. Antituberkulozno delovanje so dokazovali glede na vrednosti minimalnih inhibitornih koncentracij, ki so pokazale obetajočo aktivnost (123). Ena izmed raziskav *in vitro* se je osredotočila na protimikrobno delovanje proti *Escherichii coli*, *Pseudomonas aeruginosa* in *Staphylococcus aureus*. Dokazali so protimikrobno delovanje proti vsem omenjenim vrstam (123).

V eteričnih oljih navadnega žajblja smo našli največ kafe in 1,8-cineola, zelo raznolika pa je vsebnost α -tujona. Eterično olje svežega žajblja je vsebovalo bistveno več kafe, pa tudi nekaj več (*E*)-kariofilena, borneola, bornilacetata, viridiflorola, kamfena in limonena od eteričnega olja suhega žajblja, ki je vsebovalo več α -tujona, α -pinena, mircena in 1,8-cineola. Ostale spojine so bile v podobnih odstotkih vsebnosti. Za β -tujon so na podganah v raziskavi *in vivo* dokazali, da slabša spomin in koncentracijo, ko so ga aplicirali intraperitonealno (124). α - in β -Tujonu so dokazali tudi nevrotoksično delovanje v raziskavah *in vivo* (125, 126). Pri obeh vrstah tujona so odkrili tudi povečano incidenco za pojav raka pri preizkušanih živalih v raziskavi *in vivo* (127). Skupna koncentracija tujona v rastlinah je

navadno najmanjša spomladi in poleti ter največja jeseni in pozimi (128). V eni od raziskav so dokazali tudi, da se koncentracija te spojine povečuje z razvitostjo listov (129). Eterično olje navadnega žajblja ima dokazane številne ugodne učinke, med drugim deluje protiglivično (110), bakteriostatično in bakteriocidno (106), antioksidativno (107) in dezinfekcijsko (108), antimutageno (110) ter kot potencialno sredstvo proti debelosti in za povečanje plodnosti (113). Eterično olje muškatne kadulje deluje kardioprotektivno (111), citotoksično in hepatoprotektivno (105) ter proti depresiji in stresu (112). Našli smo veliko povezav med delovanjem eteričnega olja in njegovimi spojinami. Ker večinski delež eteričnega olja muškatne kadulje predstavljata linalool in linalilacetat, lahko citotoksičen učinek pripišemo linalilacetatu (38), ki deluje tudi protivnetno (39). Linaloolu so dokazali antidepresivno delovanje (41), kar se sklada z delovanjem eteričnega olja, zraven pa deluje še protiglivično (40). Antioksidativni (110), protivnetni (105) in protimikrobni učinek (107, 108) eteričnega olja lahko pripišemo viridiflorolu, ki deluje tudi proti tuberkulozi (123). Protivnetno (73) in antioksidativno (72) deluje tudi 1,8-cineol. Linalilacetat in kafra delujeta citotoksično (119), zato lahko sklepamo, da sta ti spojini odgovorni za omenjeno delovanje eteričnega olja (105). Tujon znižuje povišano raven holesterola (121), izraža pa tudi antimutageno delovanje (122), kakor tudi eterično olje žajblja (110, 113). Sklareol deluje protirakavo (120), α -terpineol pa gastroprotektivno (115), protiglivično (116) in protimikrobno (117).

5.6 Izbrane vrste *Satureja* sp.

Eterično olje kraškega šetrja (*Satureja montana*) navadno vsebuje največ karvakrola, α - in γ -terpineola, *p*-cimena, β -kariofilena, 1,8-cineola in borneola (8). V eteričnem olju vrtnega šetrja (*Satureja hortensis*) pa najdemo več γ -terpinena in *p*-cimena (8). Ko smo analizirali eterična olja obeh vrst šetrja, smo ugotovili (preglednica v prilogi IV), da med spojinami v eteričnem olju kraškega šetrja prevladujeta *p*-cimen v vsebnosti 0,190 do 36,1 % in karvakrol v vsebnosti od 6,28 do 86,0 %, v vsebnosti nad približno 1 % prisotne spojine pa so še γ -terpinen do 9,51 %, borneol 0,380 do 6,88 %, timilmetileter do 6,45 %, timol od 0,370 do 5,90 %, karvakrilmetileter do 4,07 %, kariofilenoksid od 2,44 do 3,74 %, linalool od 0,170 do 3,59 %, (*E*)-kariofilen do 3,15 %, β -bisabolen od 0,880 do 2,57 %, α -pinen od 0,780 do 2,46 %, kamfen do 2,20 %, germakren D do 1,55 %, terpinen-4-ol od 1,15 do 1,55 %, β (*Z*)-ocimen do 1,42 %, vinilamilkarbinol od 0,760 do 1,36 %, α -terpinen do 1,34 %, mircen do 1,08 %, α -terpineol od 0,170 do 1,08 % in 1,8-cineol od 0,360 do 1,02 %. Največ

karvakola vsebuje eterično olje kraškega šetraja iz Francije (86,0 %), medtem ko vzorca iz Slovenije in Mostarja vsebujeta več *p*-cimena (36,1 in 32,2 %). Eterično olje kraškega šetraja iz Francije opredeljuje največja vsebnost karvakola, vsebuje pa bistveno manj spojin kot druga dva vzorca, in sicer le 21 v primerjavi s 67 oz. 58 spojinami v vzorcih iz Mostarja oz. Slovenije.

Pregled delovanja eteričnih olj

In vivo/in vitro raziskave

Eterično olje kraškega šetraja ima antioksidativne aktivnosti, ki so jih dokazali v raziskavi *in vitro* (130). Protibakterijsko delovanje proti bakteriji *Listeria monocytogenes* je bilo primerljivo z amoksicilinom (131). Eterično olje vrtnega šetraja dobro inhibira rast gliv, zlasti vrsto *Aspergillus parasiticus* (132). V *in vitro* preizkusu so tudi potrdili, da deluje proti rastlinskim patogenom, zato bi ga lahko uporabljali kot alternativo pesticidom (133).

Eterično olje vrtnega šetraja so preizkušali na podganah in miših *in vivo*, na spazmolitično delovanje po peroralni aplikaciji. Zaključili so, da pomaga pri sproščanju mišic ileuma zaradi depolarizacije in aktivacije muskarinskih receptorjev, ki se odzivajo na acetilholin. Pri miših je eterično olje preprečilo tudi diarejo (134). Eterično olje vrtnega šetraja je peroralno pri podganah *in vivo* pokazalo potencial za analgetični učinek (135).

Pregled delovanja izbranih spojin

γ -Terpinen: V raziskavi *in vitro* so ugotovili učinkovito antioksidativno delovanje, in sicer je spojina uspešno inhibirala oksidacijo LDL (136).

Karvakol: Karvakol prodre skozi celično membrano, moti njeno strukturo in povzroči odmiranje celic. To so dokazali na različnih mikroorganizmih: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* in *Pseudomonas aeruginosa*. Rezultati so pokazali močno antimikrobno aktivnost proti vsem preizkušanim po Gramu pozitivnim in negativnim bakterijam (137).

Karvakol, evgenol in timol: Preizkušali so protimikrobno delovanje proti 12 vrstam *Salmonella* sp. iz kontaminirane hrane. Karvakol je bil učinkovitejši od evgenola. Timol je imel pomembno inhibitorno aktivnost proti vrsti *Salmonella typhimurium*. Sinergijska interakcija med posamezno spojino in nalidixinsko kislino je povečala uničenje bakterij in

biofilma. Poleg tega omenjene spojine povzročajo morfološke spremembe na površini celic bakterij. Zaradi njihove hidrofobne narave je membrana bakterij bolj prepustna in povroči povečano občutljivost na antibiotike (138).

Karvakol, askaridol in kariofilen: Mišim so aplicirali spojine s subkutano injekcijo. Spojine so delovale protimikrobno proti *Leishmania amazonensis*, in sicer v sinergizmu, saj je najmočnejšo aktivnost pokazala kombinacija askardola in karvakrola v razmerju 1 : 4. Raziskovalci zaključujejo, da ta kombinacija predstavlja obetaven pristop za razvoj novih formulacij za zdravljenje lišmanioz (139).

Mircen: V raziskavi *in vivo* na podganah so odkrili antioksidativno delovanje po peroralni aplikaciji v različnih odmerkih (140). Dokazali so mu tudi sedativni učinek. Mišim so spojino aplicirali interperitonealno ter preverjali učinek 30 minut po aplikaciji. Dokazali so učinek pri odmerku 200 mg na kg telesne mase, saj se je povečal čas spanja pri miših (141).

p-Cimen: V raziskavi *in vivo* na miših so dokazovali antinociceptivno delovanje. Ugotovili so, da *p*-cimen pri preizkusu z vročo ploščico povzroči znatno zmanjšanje nocicepcije. Rezultati so pokazali tudi zmanjšanje edema, kar kaže na zaviranje sproščanja histamina in/ali serotonina (142). Raziskali so tudi antidiabetični učinek te spojine. Pri miših se je ob uživanju spojine ter hrane z veliko vsebnostjo maščob zmanjšala raven glukoze in trigliceridov v serumu (143).

Eterični olji šetraja iz Mostarja in Slovenije vsebujeta več *p*-cimena in borneola, medtem ko eterično olje francoskega šetraja vsebuje skoraj sam karvakol. V eteričnem olju vrtnega šetraja iz Slovenije je največ terpinena. Vsebnost karvakola s časom zorenja rastline narašča. V eni izmed raziskav so namreč dokazali, da je v rastlinah, nabranih bolj zgodaj, več terpinena in *p*-cimena, ki sta biosintezna predhodnika timola in karvakola (144, 145). Protimikrobno delovanje eteričnega olja (131) lahko v veliki meri pripišemo karvakolu (137). Dobro protimikrobno delovanje je karvakol pokazal tudi s kombinacijo evgenola in timola (138) ter askaridola in kariofilena (139). γ -Terpinen deluje antioksidativno (136), kar so dokazali tudi za eterično olje kraškega šetraja (130), mircen antioksidativno (140) in sedativno (141), linalool protiglivično (40) in antidepresivno (41), kariofilen oksid pa protitumorno (54) in analgetično (55). Antioksidativne učinke eteričnega olja torej lahko pripišemo zlasti γ -terpinenu in mircenu. Za analgetičen učinek vrtnega šetraja (135) bi lahko

bila odgovorna borneol (100) in *p*-cimen (142), ki je zraven dokazal tudi antidiabetično delovanje (143).

6 SKLEPI

V okviru magistrskega dela smo analizirali izbrana eterična olja različnih vrst usnatic (Lamiaceae) z analizo GC-MS. Primerjali smo njihovo sestavo s poudarkom na različnem izvoru rastlin oz. drugačni geografski legi. Ugotovili smo, da ima večina eteričnih olj dve do tri glavne spojine, ki so prisotne v večji vsebnosti (nekaj 10 %), vendar se lahko glede na lego njihova koncentracija tudi precej spreminja. Ostale spojine so zelo raznolike, posamezno eterično olje lahko ima tudi sto ali več različnih spojin, vendar v manjšem deležu. Kot smo ugotovili za prevladujoče spojine, je v odvisnosti od geografske lege zelo spremenljiva tudi koncentracija spojin, ki so zastopane v manjši vsebnosti. Zato smo se pri iskanju podatkov o delovanju posameznih spojin eteričnih olj osredotočili na tiste, ki jih analizirana eterična olja vsebujejo največ.

V nadaljnjem delu naloge smo raziskali delovanja posameznih eteričnih olj in njihovih spojin. V literaturi smo pregledali *in vitro*, *in vivo* in klinične raziskave. Ker so eterična olja in njihove spojine še dokaj neraziskani, podatkov o vseh nismo našli.

Ugotovili smo, da večina proučevanih eteričnih olj iz družine usnatic deluje protivnetno, protimikrobno, antioksidativno ter protiglivično. Največ različnih delovanj smo ugotovili pri eteričnem olju poprove mete, saj v raziskavah *in vitro/in vivo* deluje protimikrobno, spazmolitično, protivnetno, citotoksično, antioksidativno, protiglivično, antihelmintično in repelentno. Pri drugih eteričnih oljih delovanje ni tako raziskano.

Za prevladujoče spojine eteričnih olj smo prav tako našli številne raziskave in jih skušali povezati z delovanjem eteričnih olj. Pri eteričnem olju prave sivke smo ugotovili, da je za protiglivično delovanje lahko odgovoren linalool ali terpinen-4-ol. Za protimikrobno in kardioprotektivno delovanje nismo odkrili, katere spojine so odgovorne za delovanje. Eterično olje hibridne sivke je v naših raziskavah dokazalo antidepresivno delovanje, za kar bi lahko bila odgovorna linalool in β -pinen, za protibolečinsko delovanje borneol ter za gastroprotektivno 1,8-cineol. Neral in geranial bi s svojim protivnetnim delovanjem lahko bila odgovorna za delovanje eteričnega olja melise. Protimikrobnega in spazmolitičnega delovanja proučevanim spojinam niso dokazali, so pa ta dva učinka dokazali eteričnemu oju. Protiglivično delovanje poprove mete bi lahko pripisali mentolu, protivnetno limonenu in 1,8-cineolu ter protimikrobno pulegonu. Pri eteričnem olju rožmarina smo našli veliko več povezav med delovanjem eteričnega olja in posameznih spojin kot pri ostalih proučevanih

vzorcih. Ugotovili smo, da bi za antioksidativno delovanje lahko bil odgovoren 1,8-cineol, α -pinen ali β -pinen, za hepatoprotektivno delovanje borneol, za protikulusno α -pinen, za protimikrobno α -terpineol ter za protibolečinsko borneol, α -pinen in β -pinen. Citotoksičen učinek eteričnega olja muškatne kadulje lahko pripišemo linalilacetatu in kafri, antidepresivni linaloolu, antioksidativni in protivnetni pa viridiflorolu in 1,8-cineolu. Protimikrobno delovanje eteričnega olja žajblja lahko pripišemo α -terpineolu in viridiflorolu, zmanjšanje ravni holesterola in antimutageni učinek pa bi lahko bil posledica delovanja α -tujona. Eterično olje kraškega šetraja deluje antioksidativno, kakor tudi spojine karvakrol, γ -terpinen in mircen, ter protimikrobno, kakor deluje tudi karvakrol. Protibolečinsko delovanje eteričnega olja vrtnega šetraja pa bi lahko pripisali *p*-cimenu. V vseh primerih spojine izražajo še drugačna delovanja, ki jih za eterična olja nismo našli.

Proučevane spojine lahko izražajo podobno delovanje kot eterična olja, v katerih so prisotne, vendar ima večina spojin drugačne učinke. Zaradi dejstva, da eteričnemu olju niso dokazali enakega delovanja kot njegovim prevladujočim spojinam, lahko sklepamo, da le na podlagi vsebnosti posameznih spojin v posameznem eteričnem olju ne moremo sklepati na njegovo delovanje. Predvidevamo, da so delovanja eteričnih olj najverjetneje posledica sinergističnih učinkov prisotnih spojin. V prihodnosti bi bilo potrebno narediti še številne raziskave dodatne raziskave, predvsem pa klinične, da bi lahko potrdili učinke eteričnih olj ter omogočili varno terapevtsko uporabo.

7 LITERATURA

1. Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M: Biological effects of essential oils. Food and Chemical Toxicology 2008; 46: 446-475.
2. Clarke S: Essential oils for aromatherapy, second edition, Elsevier limited, China, 2008; 79-87.
3. Mlinarič A: Stranski učinki zdravilnih rastlin in drog. Zdravniški vestnik. 2000; 69: 823-7.
4. Dorman HJ, Bachmayer O, Kosar M, Hiltunen R: Antioxidant properties of aqueous extracts from selected *Lamiaceae* species grown in Turkey. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2004; 52: 762-770.
5. http://www.wildflowers-and-weeds.com/Plant_Families/Lamiaceae.html
6. <http://wjfarm.wordpress.com/gardens-2/>
7. Baričevič D: Priročnik za ciklus predavanj pridelovanje zdravilnih rastlin. I.del. 1. izdaja. Ljubljana, samozaložba 1996; 117.
8. Kočevar Glavač N: Absoluti, eterična olja in sorodne snovi. V: Janeš D, Kočevar Glavač N. Sodobna kozmetika, sestavine naravnega izvora. Širimo dobro besedo, 2015; 443-549.
9. Toplak Galle K: Zdravilne rastline na Slovenskem. Mladinska knjiga, Ljubljana, 2000.
10. Bremness L, Ilich I, Kešpret J, King D: Velika knjiga o zeliščih. Mladinska knjiga, Ljubljana, 1996.
11. Singh AK, Raina VK, Naqvi AA, Patra NK, Birenda Kumar, Khanuja SPS: Essential oil composition and chemoarrays of menthol mint (*Mentha arvensis* L. f. *piperascens* Malinvaud ex. Holmes) cultivars. Flavour Fragr. J. 2005; 20: 302-305.
12. Allen G.: The herbalist in the kitchen. Urbana: University of Illinois Press 2007; 224.
13. Van Buren R: Woody plants of Utah: a field guide with identification keys to native and naturalized trees, shrubs, vines, and cacti. Utah State University Press 2011.
14. Cui H, Zhang X, Zhou H, Zhao C, Lin L: Antimicrobial activity and mechanisms of *Salvia sclarea* essential oil. Bot stud. 2015; 56: 16.
15. Rajabi Z, Ebrahimi M, Farajpour M, Mirza M, Ramshini H: Compositions and yield variation of essential oils among and within nine *Salvia* species from various areas of Iran. Industrial Crops and Products 2014; 61: 233-239.
16. Tucker OA, DeBaggio T, DeBaggio F: The encyclopedia of herbs: a comprehensive reference to herbs of flavor and fragrance. Portland, Timber Press 2009; 438.
17. Dietz TS: Floriography Today: The Symbolic Meanings & The Possible Powers of Trees, Plants and Flowers. Independent Publishing Platform 2012; 791.
18. Borek TT, Mochrien JM, Irwin AN: Composition of the essential oil of white sage, *Salvia apiana*. Flavour and Fragrance Journal 2006; 21(3): 571-572.
19. Zavatti M, Zanoli P, Benellia A, Rivasic M, Baralidid C, Baralidic M: Experimental study on *Satureja montana* L. as a treatment for premature ejaculation. Journal of Ethnopharmacology 2011, 133: 629-633.
20. Clarke Sue, PhD: Essential chemistry for aromatherapy. Edinburg, Churchill Livingstone 2008; 137.

21. Ayse Betul Avci, Refika Akcali Giachino R: Harvest stage effects on some yield and quality characteristics of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Industrial Crops and Products* 2016; 88: 23-27.
22. Skoog DA, Holler FJ, Crouch SR: Principles of Instrumental Analysis, 20: Gas Chromatography, 27: Molecular Mass Spectrometry. 6th Edition, 2007; 20,21:550-810.
23. Hansen S, Pedersen-Bjergaard S, Rasmussen K: Introduction to Pharmaceutical Chemical Analysis. 2012. 191-259.
24. Behmanesh F, Pasha H, Sefidgar AA, Taghizadeh M, Moghadamnia AA, Rad Adib H, Shirkhani L: Antifungal Effect of Lavender Essential Oil (*Lavandula angustifolia*) and Clotrimazole on *Candida albicans*: An In Vitro Study. *Scientifica (Cairo)* 2015: 261397.
25. S the Rapper, Viljoen A, Sandy van Vuuren: The In Vitro Antimicrobial Effects of *Lavandula angustifolia* Essential Oil in Combination with Conventional Antimicrobial Agents. *Evidence Based Complementary Alternative Medicine* 2016; 2752739.
26. Gavanji S, Mohammadi E, Larki B, Bakhtari A: Antimicrobial and cytotoxic evaluation of some herbal essential oils in comparison with common antibiotics in bioassay condition. *Integrative Medicine Research* 2014; 3(3): 142–152.
27. Bajalan I, Rouzbahani R, Pirbalouti Ghasemi A, Maggi F: Chemical Composition and Antibacterial Activity of Iranian *Lavandula × hybrida*. *Chem. Biodiversity* 2017;14: e1700064.
28. Sadeghzadeh J, Vakii A, Bandegi AR, Sameni HR, Zahedi Khorasani M, Daranian M: *Lavandula* Reduces Heart Injury via Attenuating Tumor Necrosis Factor-Alpha and Oxidative Stress in A Rat Model of Infarct-Like Myocardial Injury. *Cell Journal* 2017; 19(1): 84–93.
29. Hritcu L, Cioanca O, Hancianu M: Effects of lavender oil inhalation on improving scopolamine-induced spatial memory impairment in laboratory rats. *Phytomedicine* 2012; 19: 529–534.
30. Barocelli E, Calcina F, Chiavarini M, Impicciatore M, Bruni R, Bianchi A, Ballabeni V: Antinociceptive and gastroprotective effects of inhaled and orally administered *Lavandula hybrida* Reverchon “Grosso” essential oil. *Life Sciences* 2004; 76: 213–223.
31. Ballabeni V, Tognolini M, Chiavarini M, Impicciatore M, Bruni R, Bianchi A, Barocelli E: Novel antiplatelet and antithrombotic activities of essential oil from *Lavandula hybrida* Reverchon “grosso”. *Phytomedicine* 2004; 11: 596–601.
32. Smith Lillehei A, Halcon LL, Savik K, Reis R: Effect of Inhaled Lavender and Sleep Hygiene on Self-Reported Sleep Issues: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Alternative and Complementary Medicine* 2015; 21(7): 430–438.
33. Panahi Y, Akhavan A, Sahebkar A, Hosseini SM, Taghizadeh M, Akbari H, Sharif MR, Imani S: Investigation of the effectiveness of *Syzygium aromaticum*, *Lavandula angustifolia* and *Geranium robertianum* essential oils in the treatment of acute external otitis: A comparative trial with ciprofloxacin. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection* 2014; 47 (3): 211-216.
34. Olapur A, Behaen K, Akhondzadeh R, Soltani F, Sadat Razavi F, Bekhradi R: The Effect of Inhalation of Aromatherapy Blend containing Lavender Essential Oil on Cesarean Postoperative Pain. *Anesthesiology and Pain Medicine* 2013; 3(1): 203–207.
35. Baldinger P, Hoflich SA, Mitterhauser M, Hahn A, Rami-Mark C, Spies M, Wadsak W, Lanzenberger R, Kasper S: Effects of Silexan on the Serotonin-1A Receptor and Microstructure of the Human Brain:

- A Randomized, Placebo-Controlled, Double-Blind, Cross-Over Study with Molecular and Structural Neuroimaging. *International Journal of Neuropsychopharmacology* 2015; 18(4): pyu063.
36. Domingos Thiago da Silva, Braga Eliana Mara: Massage with aromatherapy: effectiveness on anxiety of users with personality disorders in psychiatric hospitalization. *Revista da Escola de Enfermagem USP* 2015; 49(3): 453-9.
 37. Braden R, Reichow S, Margo A Halm: The Use of the Essential Oil Lavandin to Reduce Preoperative Anxiety in Surgical Patients. *Journal of PeriAnesthesia Nursing* 2009; 24: 348–355.
 38. Russo R, Ciociaro A, Berliocchi L, Cassiano Maria GV, Rombola L, Ragusa S, Bagetta G, Blandini F, Corasaniti MT: Implication of limonene and linalyl acetate in cytotoxicity induced by bergamot essential oil in human neuroblastoma cells. *Fitoterapia* 2013, 89: 48-57.
 39. Peana AT, D'Aquila PS, Panin F, Serra G, Pippia P, Moretti MDL: Anti-inflammatory activity of linalool and linalyl acetate constituents of essential oils. *Phytomedicine* 2002, 9: 721-726.
 40. Oliveira Lima MI, Araújo de Medeiros AC, Souza Silva KV, Cardoso GN, Oliveira Lima E, Oliveira Pereira F: Investigation of the antifungal potential of linalool against clinical isolates of fluconazole resistant *Trichophyton rubrum*. *Journal of Medical Mycology* 2017.
 41. Guzmán-Gutiérrez SL, Bonilla-Jaime H, Gómez-Cansino R, Reyes-Chilpa R: Linalool and β -pinene exert their antidepressant-like activity through the monoaminergic pathway. *Life Sciences* 2015; 128: 24–29.
 42. Fernando L Dutra, Maurício M Oliveira, Reinaldo S Santos, Seixas Silva W, Daniela S Alviano, Danielle P Vieira, Angela H Lopes: Effects of linalool and eugenol on the survival of *Leishmania (L.) infantum chagasi* within macrophages. *Acta Tropica* 2016; 164: 69–76.
 43. Mondello F, De Bernardis F, Girolamo A, Cassone A, Salvatore G: In vivo activity of terpinen-4-ol, the main bioactive component of *Melaleuca alternifolia* Cheel (tea tree) oil against azole-susceptible and -resistant human pathogenic *Candida* species. *BMC Infectious Diseases* 2006; 6:158.
 44. Hart PH, Brand C, Carson CF, Riley TV, Prager RH, Finlay-Jones JJ: Terpinen-4-ol, the main component of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil), suppresses inflammatory mediator production by activated human monocytes. *Inflammation Research* 2009; 49(11): 619–626.
 45. Soskic M, Bojovic D, Tadic V: Comparative chemical analysis of essential oils from lavender of different geographic origins. *STUDIA UBB CHEMIA* 2016; 2: 127-136.
 46. Schnitzler P, Schuhmacher A, Astani A, Reichling J: *Melissa officinalis* oil affects infectivity of enveloped herpesviruses. *Phytomedicine* 2008; 15: 734–740.
 47. Pourghanbari G, Nili H, Moattari A, Mohammadi A, Iraj A: Antiviral activity of the oseltamivir and *Melissa officinalis* L. essential oil against avian influenza A virus (H9N2). *Virusdisease* 2016; 27(2): 170–178.
 48. Jalal Z, El Atki Y, Lyoussi B, Abdellaoui A: Phytochemistry of the essential oil of *Melissa officinalis* L. growing wild in Morocco: Preventive approach against nosocomial infections. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 2015; 5: 458–461.
 49. Abdellatif F, Boudjella H, Zitouni A, Hassani A: Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil from leaves of Algerian *Melissa officinalis* L. *EXCLI Journal* 2014; 13: 772–781.

50. Sadraei H, Ghannadi A, Malekshahi K: Relaxant effect of essential oil of *Melissa officinalis* and citral on rat ileum contractions. *Fitoterapia* 2003; 74: 445–452.
51. Bounihi A, Hajjaj G, Alnamer R, Cherrah Y, Zellou A: In Vivo Potential Anti-Inflammatory Activity of *Melissa officinalis* L. Essential Oil. *Advances in Pharmacological Sciences* 2013; 101759.
52. Zhang Z, Yang C, Dai X, Ao Y, Li Y: Inhibitory effect of trans-caryophyllene (TC) on leukocyte-endothelial attachment. *Toxicology and Applied Pharmacology* 2017. 329: 326-333.
53. Oliveira CC, Oliveira CV, Grigoletto J, Ribeiro RL, Funck RV, Beck Grauncke AC, Souza TL, Souto SN, Furian FA, Menezes IRA, Oliveira MS: Anticonvulsant activity of β -caryophyllene against pentylenetetrazol-induced seizures. *Epilepsy & Behavior* 2016; 56: 26-31.
54. Kyung-Ran P, Dongwoo N, Hyung-Mun Y, Seok-Geun L, Hyeung-Jin J, Gautam S, Somi KC, Kwang Seok A: β -Caryophyllene oxide inhibits growth and induces apoptosis through the suppression of PI3K/AKT/mTOR/S6K1 pathways and ROS-mediated MAPKs activation. *Cancer Letters* 2011; 312: 178–188.
55. Chavan MJ, Wakte PS, Shinde DB: Analgesic and anti-inflammatory activity of Caryophyllene oxide from *Annona squamosa* L. bark. *Phytomedicine* 2010; 17: 149–151.
56. Maßberg D, Simon A, Häussinger D, Keitel V, Gisselmann G, Conrad H, Hatt H: Monoterpene (–)-citronellal affects hepatocarcinoma cell signaling via an olfactory receptor. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 2015; 566: 100–109.
57. Subramani S, Udaiyar M: Antidiabetic efficacy of citronellol, a citrus monoterpene by ameliorating the hepatic key enzymes of carbohydrate metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Chemico-Biological Interactions* 2016; 250: 38–46.
58. Crespo R, Wei K, Rodenak-Kladniew B, Mercola M, Ruiz-Lozano P, Hurtado C: Effect of geraniol on rat cardiomyocytes and its potential use as a cardioprotective natural compound. *Life Sciences* 2017; 172: 8–12.
59. Hany M El-Bassossy, Hanna G, Ahmed A Elberry, Khadijah SB, Salah AG, Ahmad A, Zainy B: Geraniol alleviates diabetic cardiac complications: Effect on cardiac ischemia and oxidative stress. *Biomedicine & Pharmacotherapy* 2017; 88: 1025–1030.
60. Pei-Chun L, Tsung-Shi Y, Ju-Ching C, Jie Chen, Shu-Ching L, Yueh-Hsiung K, Chen-Lung H, Louis Kuo-Ping C: Anti-inflammatory activity of neral and geranial isolated from fruits of *Litsea cubeba* Lour. *Journal of Functional Foods* 2015; 19: 248–258.
61. Dugo G, Giacomo AD: *Citrus: The Genus Citrus*; 292.
62. Ahmad A, Khan A, Samber N, Manzoor N: Antimicrobial activity of *Mentha piperita* essential oil in combination with silver ions. *Synergy*, Volume 1, Issue 2; December 2014: 92-98.
63. Jamal Saharkhiz M, Motamedi M, Zomorodian K, Pakshir K, Miri R, Hemyari K: Chemical composition, Antifungal and Antibiofilm Activities of the Essential Oil of *Mentha piperita* L.. *ISRN Pharm.* 2012; 2012: 718645, Published online 2012.
64. Sousa Barros A, Morais SM, Travassos Ferreira PA, Pinto Vieira IG, Aragao Creveiro A, Oliveira dos Santos Fontenelle R, Eire Silva Alencar de Menezes J, Walber Ferreira da Silva F, Araujo de Sousa H: Chemical composition and functional properties of essential oils from *Mentha* species, *Industrial Crops and Products*, 2015; 76; 557-564.

65. Jaya Varma, Dubey NK: Efficacy of essential oils of *Caesulia axillaris* and *Mentha arvensis* against some storage pests causing biodeterioration of food commodities. *International Journal of Food Microbiology* 2001; 68: 207-210.
66. Sayuri de Oliveira Hashimoto G, Marinho Neto F, Ruiz M.L, Acchile M, Campos Chagas E, Celio Maia Chaves F, Laterca Martins M: Essential oils of *Lippia sidoides* and *Mentha piperita* against monogenean parasites and their influence on the hematology of Nile tilapia. *Aquaculture*, Volume 450, 1 January 2016; 182–186.
67. Sydney de Sousa AA, Marcos Gomes Soares P, Saldanha de Almeida AN, Rufino AM, Prata de Souza E, Sampaio Assreuy AM: Antispasmodic effect of *Mentha piperita* essential oil on tracheal smooth muscle of rats. *Journal of Ethnopharmacology*; Volume 130, Issue 2, 20 July 2010: 433-436.
68. Sun Z, Wang H, Wang J, Zhou L, Yang P: Chemical composition and Anti-Inflammatory, Cytotoxic and Antioxidant Activities of Essential Oil from Leaves of *Mentha piperita* Grown in China. *Plos One*. 2014; 9(12): e114767. 2014.
69. Asao T et al.: Spasmolytic effect of peppermint oil in Barium During Double-contrast Barium enema compared with Buscopan. *Clinical Radiology*; The Royal College of Radiologists. Published by Elsevier Science Ltd. (2003);58: 301-305.
70. Ansari MA, Vasudevan P, Tandon M, Razdan RK: Larvicidal and mosquito repellent action of peppermint (*Mentha piperita*) oil. *Bioresource Technology* 2000; 71: 267–271.
71. Tayarani-Najaran Z, Talasaz Firoozi E, Nasiri R, Jalali N, Hassanzadeh MK: Antiemetic activity of volatile oil from *Mentha spicata* and *Mentha x piperita* in chemotherapy-induced nausea and vomiting; 2013.
72. Feitosa EK, Tiemi Okuro R, Pinho Ribeiro V, Lanzetti M, Valente Barroso M, Araujo Zin W, Cristovao Porto L, Brito-Gitirana L, Santos Valenca S: Eucalyptol attenuates cigarette smoke-induced acute lung inflammation and oxidative stress in the mouse. *Pulmonary Pharmacology & Therapeutics* 2016; 41: 11–18.
73. Juergens UR, Dethlefsen U, Steinkamp G, Gillissen A, Regges R, Vetter H: Anti-inflammatory activity of 1.8-cineol (eucalyptol) in bronchial asthma: a double-blind placebo-controlled trial. *Respiratory Medicine* 2003; 97: 250–256.
74. Eunsun J, Sangyo B, Seungbeom K, Moohan K, Deokhoon P, Jongsung L: Isomenthone protects human dermal fibroblasts from TNF- α -induced death possibly by preventing activation of JNK and p38 MAPK. *Food and Chemical Toxicology* 2012; 50: 3514–3520.
75. Muruganathan U, Srinivasan S: Beneficial effect of carvone, a dietary monoterpene ameliorates hyperglycemia by regulating the key enzymes activities of carbohydrate metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy* 2016; 84: 1558–1567.
76. Francianne P Nogoceke, Inara MR. Barcaro, Damião P de Sousa, Roberto Andreatini: Antimanic-like effects of (R)-(-)-carvone and (S)-(+)-carvone in mice. *Neuroscience Letters* 2016, 619: 43–48.
77. Piccinelli AC, Neder Morato P, Santos Barbosa M, Croda J, Sampson J, Kong X, Castelon Konkiewitz E, Edward B Ziff, Amaya-Farfan J, Cândida Aparecida Leite Kassuya: Limonene reduces hyperalgesia induced by gp120 and cytokines by modulation of IL-1 β and protein expression in spinal cord of mice. *Life Sciences* 2017; 174: 28–34.

78. Madhav M Joglekar, Laxman N Bavkar, Srinivas Sistla, Akalpita U Arvindekar: Effective inhibition of protein glycation by combinatorial usage of limonene and aminoguanidine through differential and synergistic mechanisms. *International Journal of Biological Macromolecules* 2017; 99: 563–569.
79. Suchodolski J, Feder-Kubis J, Krasowska A: Antifungal activity of ionic liquids based on (–)-menthol: a mechanism study. *Microbiological Research* 2017; 197: 56–64.
80. Amato A, Liotta Flavia Mulè R: Effects of menthol on circular smooth muscle of human colon: Analysis of the mechanism of action. *European Journal of Pharmacology* 2014; 740: 295-301.
81. Bhadania M, Hanumanthachar J, Purva P, Venkatrao H Kulkarni: Protective effect of menthol on β -amyloid peptide induced cognitive deficits in mice. *European Journal of Pharmacology* 2012; 681: 50-54.
82. Guanying H, Xing Y, Sanyin Z, Ruru W, Miao Y, Chunjie W, Zhigang W, Xiao K: Research on choleric effect of menthol, menthone, pluegone, isomenthone, and limonene in DanShu capsule. *International Immunopharmacology* 2015; 24: 191-197.
83. Salehi P, Sonboli A, Eftekhari F, Nejad-Ebrahimi S, Yousefzadeh M: Essential oil composition, antibacterial and antioxidant activity of the oil and various extracts of *Ziziphora clinopodioides* subsp. *rigida* (BOISS.) RECH. f. from Iran. *Biol Pharm Bull.* 2005; 28(10):1892-6.
84. White JGH, Iskandar SH, Barnes MF: Peppermint: Effect of time of harvest on yield and quality of oil. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 15(1);73-79.
85. Sedlakova J, Kocourkova B, Lojkova L, Kuban V: The essential oil content in caraway species (*Carum carvi* L.). *Hort. Sci.* 2003, 30(2): 73-97.
86. Bouwmeester HJ, Davies JAR, Toxopeus H: Enantiomeric composition of carvone, limonene, and carveols in seeds of dill and annual and biennial caraway varieties. *Journal of agricultural and food chemistry* 1998.
87. Turek C, Stintzing FC: Stability of Essential Oils: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2013; 12: 40-53.
88. Small E: *Culinary herbs*. Otawwa, NRC Reserch Press 2006.
89. Humberto M Barreto, Edson C Silva Filho, Edeltrudes de O Lima, Henrique DM Coutinho, Maria FB. Morais-Braga, Cícera CA Tavares, Saulo R Tintino, Juciane V Rego, Aislan PL de Abreu, Maria do Carmo Gomes Lustosa, Roger Wallacy Guimarães Oliveira, Antonia MGL. Cító, José Arimatéia Dantas Lopes: Chemical composition and possible use as adjuvant of the antibiotic therapy of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L.. *Industrial Crops and Products* 2014; 59: 290–294.
90. Satyal P, Jones HT, Lopez ME, McFeeters LR, Awadh Ali NA, Mansi I, Al-kaf GA, Setzer NW: Chemotypic Characterization and Biological Activity of *Rosmarinus officinalis*. *Foods* 2017; 6(3): 20.
91. Radaelli M, Parraga de Silva B, Weidlich L, Hoehne L, Flach A, Alves de Costa LAM, Ethur Miranda E: Antimicrobial activities of six essential oils commonly used as condiments in Brazil against *Clostridium perfringens*. *Brazilian Journal of Microbiology* 2016; 47(2): 424–430.
92. Raskovic A, Milanovic I, Pavlovic N, Milijasevic B, Ubavic M, Mikov M: Analgesic effects of rosemary essential oil and its interactions with codeine and paracetamol in mice. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* 2015; 19(1): 165-172.

93. Raskovic A, Milanovic I, Pavlovic N, Cebovic T, Vukmirović S, Mikov M: Antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil and its hepatoprotective potential. *BMC Complement Altern Med* 2014; 14: 225.
94. Takayama C, Meira de-Faria F, Alves de Almeida AC, José Dunder R, Manzo LP, Rabelo Socca EA, Batista LM, José Salvador M, Monteiro Souza-Brito AR, Luiz-Ferreira A: Chemical composition of *Rosmarinus officinalis* essential oil and antioxidant action against gastric damage induced by absolute ethanol in the rat. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 2016; 6: 677–681.
95. Him A, Ozbek H, Turel I, Oner AC: Antinociceptive activity of alpha-pinene and fenchone. *Pharmacology* 2008, 3, 363-369.
96. Pinheiro M de A, Magalhães RM, Torres DM, Cavalcante RC, Mota FS, Coelho EMO, Moreira HP, Lima GC, Araújo PC, Cardoso JH, de Souza AN, Diniz LR: Gastroprotective effect of alpha-pinene and its correlation with antiulcerogenic activity of essential oils obtained from Hyptis species. *Pharmacogn Mag.* 2015; 11(41): 123–130.
97. Wang W, Wu N, Zu YG, Fu YJ: Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to its main components. *Food Chemistry* 2008; 108: 1019–1022.
98. Liapi C, Anifandis G, Chinou I, Kourounakis AP, Theodosopoulos S, Galanopoulou P: Antinociceptive properties of 1,8-Cineole and beta-pinene, from the essential oil of *Eucalyptus camaldulensis* leaves, in rodents. *Planta Med.* 2007; 73(12):1247-54.
99. Renata G Amaral, Matheus D Baldissera, Thirssa H Grando, Jéssica CM. Couto, Christopher P Posser, Andiara P Ramos, Michele R Sagrillo, Rodrigo A Vaucher, Aleksandro S Da Silva, Ana P Becker, Silvia G Monteiro: Combination of the essential oil constituents α -pinene and β -caryophyllene as a potentiator of trypanocidal action on *Trypanosoma evansi*. *Journal of Applied Biomedicine* 2016; 14: 265–272.
100. Jun Jiang, Ying Ying Shen, Jun Li, Yu Hui Lin, Chun Xia Luo, Dong Ya Zhu: (+)-Borneol alleviates mechanical hyperalgesia in models chronic inflammatory and neuropathic pain in mice. *European Journal of Pharmacology* 2015; 757: 53-58.
101. Jing-ya Chen, Xiang-tao Huang, Jun-jun Wang, Yong Chen: In vivo effect of borneol on rat hepatic CYP2B expression and activity. *Chemico-Biological Interactions* 2017; 261: 96-102.
102. Jingjing L, Shaoying F, Nan W, Yongsheng H, Xiaoning Z, Hao C: The effects of combined menthol and borneol on fluconazole permeation through the cornea *ex vivo*. *European Journal of Pharmacology* 2012; 688: 1-5.
103. Girola N, R Figueiredo C, Camyla F Farias, Ricardo A Azevedo, Adilson K Ferreira, Sarah F Teixeira, Tabata M Capello, Euder GA Martins, Alisson L Matsuo, Luiz R Travassos, João HG Lago: Camphene isolated from essential oil of *Piper cernuum* (*Piperaceae*) induces intrinsic apoptosis in melanoma cells and displays antitumor activity in vivo. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 2015; 467: 928–934.
104. Scollard J, McManamon O, Schmalenberger A: Inhibition of *Listeria monocytogenes* growth on fresh-cut produce with thyme essential oil and essential oil compound verbenone. *Postharvest Biology and Technology* 2016; 120: 61–68.

105. Durgha H, Thirugnanasampandan R, Ramya G, Gogul Ramanth M: Inhibition of inducible nitric oxide synthase gene expression (iNos) and cytotoxic activity of *salvia sclarea* L. essential oil. Journal of King Saud University-Science 2016; 28: 390-39.
106. Hayouni EA, Chraief I, Abedrabba M, Bouix M, Jean-Yves Leveau, Hammami M, Moktar Hamdi: Tunisian *Salvia officinalis* L. and *Schinus molle* L. essential oils: Their chemical compositions and their preservative effects against *Salmonella* inoculated in minced beef meat. International Journal of Food Microbiology 2008; 125: 242-251.
107. Bouaziz M, Thabet Yangui, Sami Sayadi, Abdelhafidh Dhouib: Disinfectant properties of essential oils from *Salvia officinalis* L. cultivated in Tunisia. Food and Chemical Toxicology 2009; 47: 2755-2760.
108. Fasseas MK, Mountzouris MK, Tarantilis PA, Polissiou M, Zervas G.: Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. Food Chemistry 2008; 106: 1188-1194.
109. Pinto E, Ribeiro Salgueiro L, Cavaleiro C, Palmeira A, Goncalves MJ: In vitro susceptibility of some species yeasts and filamentous fungi to essential oils of *Salvia officinalis*. Industrial Crops and Products 2007; 26: 135-141.
110. Vuković-Gačić B, Nikčević S, Berić-Bjedov T, Knežević-Vukčević J, Simić D: Antimutagenic effect of essential oil of sage (*salvia officinalis* L.) and its monoterpenes against UV-induced mutations in *Escherichia coli* and *Saccharomyces cerevisiae*. Food and Chemical Toxicology 2006; 44: 1730-1738.
111. Yang Jung H, Kim Young K, Kang P, Lee Su H, Hee Seol G: Effects of *Salvia sclarea* on chronic immobilization stress induced endothelial dysfunction in rats. BMC Complement Altern Med. 2014; 14: 396.
112. Geun Hee S, Hyun Soo S, Pill-Joo K, Hea Kyung M, Ki Ho L, Insop S, Suk Hyo S, Sun Seek M: Antidepressant-like effect of *salvia sclarea* is explained by modulation of dopamine activities in rats. Journal of Ethnopharmacology 2010; 130: 187-190.
113. Azza M El-Wakf, El- Sayed M Elhabibi, Eman Abd El-Ghany: Preventing male infertility by marjoram and sage essential oils through modulating preizkusicular lipid accumulation and androgens biosynthesis disruption in a rat model of dietary obesity. Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences 2015; 2: 167-175.
114. Seol Hee G, Lee Hee Y, Kang P, Hye You J, Park M, Seek Min S: Randomized Controlled Trial for *Salvia sclarea* or *Lavandula angustifolia*: Differential Effects on Blood Pressure in Female Patients with Urinary Incontinence Undergoing Urodynamic Examination. Journal of Alternative and Complementary Medicine 2013; 19(7): 664–670.
115. Souza RHL, Cardoso MSP, Menezes CT, Silva JP, De Sousa DP, Batista JS: Gastroprotective activity of α -terpineol in two experimental models of gastric ulcer in rats. Daru. 2011; 19(4):277-81.
116. Zhou H, Tao N, Jia L: Antifungal activity of citral, octanal and α -terpineol against *Geotrichum citri-aurantii*. Food Control 2013; 37: 277–283.
117. Oyedemi SO, Okoh AI, Mabinya LV, Pirochenva G, Afolayan AJ: The proposed mechanism of bactericidal action of eugenol, α -terpineol and g-terpinene against *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus pyogenes*, *Proteus vulgaris* and *Escherichia coli*. African Journal of Biotechnology 2008; 8(7): 1280-1286.

118. Feng Xie, Jia-ke Chai, Quan Hu, Yong-hui Yu, Li Ma, Ling-ying Liu, Xu-long Zhang, Bai-ling Li, Dong-hai Zhang: Transdermal permeation of drugs with differing lipophilicity: Effect of penetration enhancer camphor. *International Journal of Pharmaceutics* 2016; 507: 90-101.
119. Nikolić B, Vasiljević B, Mitić-Ćulafić D, Vuković-Gaćić B, Knežević-Vukčević J: Comparative study of genotoxic, antigenotoxic and cytotoxic activities of monoterpenes camphor, eucalyptol and thujone in bacteria and mammalian cells. *Chemico-Biological Interactions* 2015; 242: 263-271.
120. Noori S, Hassan ZM, Mohammadi M, Habibi Z, Sohrabi N, Bayanolhagh S: Sclareol modulates the Treg intra-tumoral infiltrated cell and inhibits tumor growth *in vivo*. *Cell Immunol.* 2010; 263(2):148-53.
121. Baddar NW, Aburjai TA, Taha MO, Disi AM: Thujone corrects cholesterol and triglyceride profiles in diabetic rat model. *Natural Product, Research: Formerly Natural Product Letters* 2011; 25(12): 1180-1184.
122. Vuković-Gaćić B, Nikčević S, Berić-Bjedov T, Knezević-Vukcević J, Simić D: Antimutagenic effect of essential oil of sage (*Salvia officinalis* L.) and its monoterpenes against UV-induced mutations in *Escherichia coli* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Chem Toxicol.* 2006;44(10):1730-8.
123. Noboru Fatori Trevizan L, Felipe do Nascimento K, Alencar Santos J, Aparecida Leite Kassuya C, Lima Cardoso CA, Carmo Vieira M, Martinez Figueira Moreira F, Croda J, Nazari Formagio AS: Anti-inflammatory, antioxidant and anti-*Mycobacterium tuberculosis* activity of viridiflorol: The major constituent of *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radlk. *Journal of Ethnopharmacology* 2016; 192: 510–515.
124. Sultan A, Yang KHS, Isaev D, Nebrisi EE, Syed N, Khan N, Howarth CF, Sadek B, Oz M: Thujone inhibits the function of $\alpha 7$ -nicotinic acetylcholine receptors and impairs nicotine-induced memory enhancement in one-trial passive avoidance paradigm. *Toxicology* 2017; 384: 23-32.
125. Waidyanatha S, Johnson JD, Hong PS, Robinskon VG, Gibbs S, Graves AW, Hooth MJ, Smith CS: Toxicokinetics of α -thujone following intravenous and gavage administration of α -thujone or α - and β -thujone mixture in male and female F344/N rats and B6C3F1 mice. *Toxicology and Applied Pharmacology* 2013; 271(2): 216-228.
126. Padosch SA, Lachenmeier DW, Kroner LU: Absinthism: a fictitious 19th century syndrome with present impact. *Substance Abuse Treatment, Prevention, and Policy* 2006; 1:14.
127. National Toxicology Program, Research Triangle Park: Toxicology and carcinogenesis studies of alpha,beta-thujone (CAS No. 76231-76-0) in F344/N rats and B6C3F1 mice (gavage studies). *Natl Toxicol Program Tech Rep* 2011; (570):1-260.
128. Perry NB, Anderson RE, Brennan NJ, Douglas MH, Heaney AJ, McGimpsey JA, Smallfiels BM: Essential Oils from Dalmatian Sage (*Salvia officinalis* L.): Variations among Individuals, Plant Parts, Seasons, and Sites. *J. Agric. Food Chem.* 1999, 47(5): 2048–2054.
129. Lakušič SB, Ristić SM, Slavkovska NV, Stojanović LD, Lakušić VD: Variations in essential oil yields and compositions of *Salvia officinalis* (*Lamiaceae*) at different developmental stages. *Botanica serbica* 2013; 37: 127-139.
130. Coutinho de Oliveira TL, Malfitano de Carvalho S, Araújo Soares R, Aparecida Andrade M, Graças Cardoso M, Mendes Ramos E, Hilsdorf Piccoli R: Antioxidant effects of *Satureja montana* L.

- essential oil on TBARS and color of mortadella-type sausages formulated with different levels of sodium nitrite. *LWT - Food Science and Technology* 2012; 45: 204–212.
131. Djenane D, Yangüela J, Montañés L, Djerbal M, Roncalés P: Antimicrobial activity of *Pistacia lentiscus* and *Satureja montana* essential oils against *Listeria monocytogenes* CECT 935 using laboratory media: Efficacy and synergistic potential in minced beef. *Food Control* 2011; 22: 1046–1053.
 132. Razzaghi-Abyaneh M, Shams-Ghahfarokhi M, Yoshinari T, Rezaee M.B, Jaimand K, Nagasawa H, Sakuda S: Inhibitory effects of *Satureja hortensis* L. essential oil on growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*. *International Journal of Food Microbiology* 2008; 123: 228–233.
 133. Kotan R, Dadasoğlu F, Karagoz K, Cakir A, Ozer H, Kordali S, Cakmakci R, Dikbas N: Antibacterial activity of the essential oil and extracts of *Satureja hortensis* against plant pathogenic bacteria and their potential use as seed disinfectants. *Scientia Horticulturae* 2013; 153: 34–41.
 134. Hajhashemi V, Sadraei H, Reza Ghannadi A, Mohseni M: Antispasmodic and anti-diarrhoeal effect of *Satureja hortensis* L. essential oil. *Journal of Ethnopharmacology* 2000; 71: 187–192.
 135. Hajhashemi V, Ghannadi A, Karim Pezeshkian S: Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Satureja hortensis* L. extracts and essential oil. *Journal of Ethnopharmacology* 2002; 82: 83–87.
 136. Takahashi Y, Inaba N, Kuwahara S, Kuki W: Antioxidative Effect of Citrus Essential Oil Components on Human Low-density Lipoprotein In Vitro. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 2003; 67(1): 195-197.
 137. Homayouni H, Kavooosi G, Mehdi Nassiri S: Physicochemical, antioxidant and antibacterial properties of dispersion made from tapioca and gelatinized tapioca starch incorporated with carvacro. *LWT - Food Science and Technology* 2017; 77: 503–509.
 138. Miladi H, Zmantar T, Kouidhi B, Chaabouni Y, Mahdouani K, Bakhrouf A, Chaieb K: Use of carvacrol, thymol, and eugenol for biofilm eradication and resistance modifying susceptibility of *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* strains to nalidixic acid. *Microbial Pathogenesis* 2017; 104: 56–63.
 139. Pastor J, García M, Steinbauer S, N Setzer W, Scull R, Gille R, Monzote L: Combinations of ascaridole, carvacrol, and caryophyllene oxide against *Leishmania*. *Acta Tropica* 2015; 145: 31–38.
 140. Ciftci O, Ozdemir I, Tanyildizi S, Yildiz S, Oguzturk H: Antioxidative effects of curcumin, β -myrcene and 1,8-cineole against 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin-induced oxidative stress in rats liver. *Toxicol Ind Health* 2011; 27(5): 447-53.
 141. Gurgel do Vale T, Furtado EC, Santos JJG, Viana GSB: Central effects of citral, myrcene and limonene, constituents of essential oil chemotypes from *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown. *Phytomedicine* 2002; 9: 709–714.
 142. Quintans JSS, Menezes PP, Santos MRV, Bonjardim LR, Almeida JRGS, Gelain DP, Araujo AAS, Quintans-Junior LJ: Improvement of p-cymene antinociceptive and anti-inflammatory effects by inclusion in β -cyclodextrin. *Phytomedicine* 2013; 20: 436-440.
 143. Lotfi P, Yaghmaei P, Ebrahim-Habibi A: Cymene and Metformin treatment effect on biochemical parameters of male NMRI mice fed with high fat diet. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders* 2015; 14: 52.

144. Zein S, Awada S, Al-Hajje A, Rachidi S, Salameh P, Kanaan H: Variation of thymol, carvacrol and thymoquinone production from wild and cultivated *Origanum syriacum* of South Lebanon. *Journal of Medicinal Plants Research* 2012; 6: 1692-1696.
145. McGimpsey JA, Douglas MH, VanKlink JW, Beauregard DA, Perry NB: Seasonal variation in essential oil yield and composition from naturalized *Thymus vulgaris* L. in New Zealand. *Flavour and Fragrance Journal*; *Journal Article* 1994; 9(6): 347-352.

8 PRILOGE

Priloga I: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih sivke (v relativnih % površine)

Priloga II: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih melise (v relativnih % površine)

Priloga III: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih poprove, njivske, klasaste in sive mete (v relativnih % površine)

Priloga IV: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih rožmarina (v relativnih % površine)

Priloga V: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih žajblja, dišečega žajblja, bele in muškadne kadulje (v relativnih % površine)

Priloga VI: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih šetraja (v relativnih % površine)

Priloga I: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih sivke (v relativnih % površine*). Rezultati vsebnosti so podani na tri veljavna mesta.

	BG	D*	IT	SLO	GB	F			SLO	CRO				
	<i>L. angustifolia</i>						<i>L. hybrida</i>							
		CO2*				M.B.	Barreme	Extra	Gros	Abrialis		Cres	Hvar	PTO Čurin
3-oktilacetat	0,160	-	0,0800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
oktilacetat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,260	-	-	-	-
etilbenzoat	-	-	-	-	-	-	-	7,96	-	-	-	-	-	-
metilbenzoat	-	-	-	-	-	-	-	5,37	-	-	-	-	-	-
benzilalkohol	-	-	-	-	-	-	-	3,21	-	-	-	-	-	-
benzilbenzoat	-	-	-	-	-	-	-	28,1	-	-	-	-	-	-
α -(Z)-bergamoten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,140	-	-
α -(E)-bergamoten	0,0600	0,130	0,130	-	0,0700	0,0500	-	-	0,100	0,0900	0,0900	-	-	0,0700
β -bisabolen	0,0900	-	-	-	-	0,0600	-	-	0,0900	-	-	-	-	-
α -bisabolol	-	-	-	0,360	-	-	-	-	0,210	-	-	-	-	-
α -epi-bisabolol	-	-	-	-	-	0,0800	-	-	-	-	0,330	0,740	-	0,120
borneol	0,590	3,04	1,12	13,9	0,450	2,10	1,18	-	3,77	3,11	5,13	2,25	11,0	4,09
β -burbonen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0600	-	-	-
α -bulnezen	-	-	-	-	-	-	-	0,370	-	-	-	-	-	-
butilbutanoat	0,140	-	-	-	0,280	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06
3-metilheksilbutanoat	-	-	-	0,460	-	0,120	-	-	0,180	-	0,180	0,190	0,150	0,210
heksilbutirat	0,290	0,260	0,300	0,970	0,720	0,260	0,200	-	0,480	0,450	1,48	0,850	1,22	1,18
γ -kadinen	-	0,180	0,300	-	-	0,130	0,08000	-	0,190	-	-	0,0700	-	-
kamfen	0,140	0,210	0,190	0,270	0,05	0,300	0,400	-	0,320	0,240	0,440	0,220	0,400	0,130
kafra	0,190	10,8	0,370	4,13	0,130	4,09	0,340	-	6,76	9,75	8,92	6,10	2,42	0,850

	BG	D*	IT	SLO	GB	F					SLO	CRO		
	<i>L. angustifolia</i>						<i>L. hybrida</i>							
		CO2*				M.B.	Barreme	Extra	Gros	Abrialis		Cres	Hvar	PTO Ćurin
heksilmetileter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0700	0,0700	-	0,200
1-8-cineol	0,330	6,24	0,990	3,86	0,410	3,02	0,770	-	4,81	5,54	6,49	11,6	9,29	10,7
evgenol	-	-	-	-	-	-	-	0,590	-	-	-	-	-	-
β -(E)-farnezen	0,970	-	0,850	0,490	1,64	0,520	0,540	-	0,720	0,180	0,920	0,500	2,64	1,19
α -(E)-farnezen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0600	0,0600	-	0,0400
α -funebren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0800	0,0800	-	0,0500
germakra- 4(15),5,10(14)-trien-1- α -ol	-	0,370	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
germakren D	0,390	-	0,180	-	-	0,320	0,170	-	0,250	0,130	0,700	0,820	0,460	0,530
gvaja-6,9-dien	-	-	-	-	-	-	-	0,560	-	-	-	-	-	-
β -(Z)-gvajen	-	-	-	-	-	-	-	0,160	-	-	-	-	-	-
α -gurjunen	-	-	-	-	-	-	-	2,59	-	-	-	-	-	-
γ -gurjunen	-	-	-	-	-	-	-	2,05	-	-	-	-	-	-
heks-(3Z)-enilbutanoat	-	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
heksilheksanoat	-	-	-	0,0800	0,0700	-	-	-	-	-	0,0900	-	0,290	0,130
etilheksanol	-	-	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,160
n-heksanol	-	-	-	0,410	-	0,0800	-	-	0,0900	-	0,100	0,0700	0,320	0,190
heksilacetat	0,420	0,100	0,350	0,150	0,260	0,0800	0,350	-	0,220	0,240	0,110	0,110	0,370	0,300
α -humulen	-	-	-	-	-	-	0,0600	-	-	0,110	-	-	-	-
izoborneol	-	-	-	-	-	-	0,130	-	-	-	-	-	-	-

	BG	D*	IT	SLO	GB	F					SLO	CRO			
	<i>L. angustifolia</i>								<i>L. hybrida</i>						
		CO2*				M.B.	Barreme	Extra	Gros	Abrialis		Cres	Hvar	PTO Ćurin	
izobornilformiat	-	0,530	-	0,210	-	-	-	-	-	-	-	-	0,130	-	
heksilzobutanoat	-	-	-	0,240	0,100	0,160	-	-	0,200	0,200	0,200	0,160	0,240	0,240	
lavandulol	0,490	0,270	0,860	1,08	1,57	0,380	0,360	-	0,510	0,290	0,220	-	0,450	0,160	
lavandulilacetat	6,01	1,80	5,47	1,10	7,58	1,56	2,38	-	2,83	1,14	0,970	0,160	0,780	0,350	
lavandulilizovalerianat	-	-	-	0,200	-	0,130	-	-	0,230	0,08	0,100	0,06	0,170	0,110	
limonen	0,430	0,0800	0,440	0,800	0,570	0,590	0,250	-	0,710	0,820	1,08	0,700	1,11	0,490	
linalool	23,8	22,0	31,8	54,8	37,4	28,6	25,6	-	35,8	37,2	42,4	40,6	41,3	46,5	
(Z)-linalooloksid (furanoid)	0,170	3,37	0,190	0,310	0,270	0,100	0,0800	-	0,190	0,270	-	-	-	0,290	
(Z)-linalooloksid (piranoid)	-	0,400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(E)-linalooloksid	-	2,89	0,230	0,300	0,350	-	-	-	0,240	-	-	-	-	0,0900	
(E)--linalooloksid (piranoid)	-	0,410	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
linalilacetat	41,9	28,5	30,8	1,65	18,0	42,0	53,1	-	32,4	28,9	14,9	23,1	6,23	16,8	
longifolen	-	-	-	-	-	0,120	-	-	-	-	-	-	-	-	
β-maalien	-	-	-	-	-	-	-	0,210	-	-	-	-	-	-	
mircen	0,540	-	0,600	0,270	0,700	0,310	0,670	-	0,280	0,360	0,520	0,410	0,500	0,530	
1,6-dimetil-4- izopropil-	-	0,400	0,200	-	-	-	-	-	0,0800	-	-	0,0600	-	-	

	BG	D*	IT	SLO	GB	F					SLO	CRO			
	<i>L. angustifolia</i>								<i>L. hybrida</i>						
		CO2*				M.B.	Barreme	Extra	Gros	Abrialis		Cres	Hvar	PTO Ćurin	
1,2,3,4,4a,7,8,8a-oktahidronaft-1-ol															
nerol	0,150	-	0,160	-	0,240	-	0,0600	-	-	-	-	-	-	-	
nerilpropanoat	-	-	-	0,0700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
alo-ocim-(4E,6Z)-en	0,0600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
β -(E)-ocimen	2,94	-	3,13	0,260	0,460	0,170	0,690	-	0,140	0,980	1,09	0,550	0,360	0,540	
β -(Z)-ocimen	4,82	-	3,82	0,930	0,810	0,440	1,05	-	0,340	0,470	1,05	1,31	3,62	2,32	
3,7-dimetil-okta-1,7-dien-3,6-diol	-	0,350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
oktan-3-on	1,06	0,180	0,630	0,140	0,740	-	0,170	-	0,0800	0,230	0,340	0,550	-	0,900	
n-oktanol	-	-	-	0,110	-	-	-	-	-	0,0800	0,0900	-	0,140	0,0800	
3-acetoksiokten	0,970	0,430	1,52	-	1,77	0,280	0,350	-	0,460	0,400	0,100	0,130	-	0,220	
α -felandren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0500	0,0400	0,0800	-	
β -felandren	-	-	-	0,740	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
α -pinen	0,280	-	0,210	0,290	0,550	7,99	1,32	-	0,420	0,330	0,850	0,580	0,920	0,500	
β -pinen	-	-	0,120	0,0700	0,150	0,610	0,450	-	0,280	1,01	0,430	0,580	0,720	0,680	
heksilpropanoat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0900	0,190	-	0,210	
rozifoliol	-	-	-	-	-	-	-	0,570	-	-	-	-	-	-	
sabinen	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0800	-	0,120	0,180	0,210	0,180	
(Z)-sabinenhidrat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,210	0,180	0,340	-	

	BG	D*	IT	SLO	GB	F					SLO	CRO		
	<i>L. angustifolia</i>						<i>L. hybrida</i>							
		CO2*				M.B.	Barreme	Extra	Gros	Abrialis		Cres	Hvar	PTO Ćurin
α -santalen	-	0,680	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β -seskvifelandren	0,0700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7-epi-seskvitujen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0800	0,0600	0,100	0,0800
terpin-1-en-4-ilacetat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,160	-	-	-	-
terpinen-4-ol	5,80	0,170	4,87	8,66	15,2	2,43	1,79	-	3,35	1,84	5,55	1,63	10,1	4,11
α -terpinen	-	-	-	-	0,0700	-	-	-	-	-	0,0700	-	0,110	0,0900
γ -terpinen	0,170	-	0,150	-	0,350	0,0600	-	-	-	0,110	0,230	0,100	0,380	0,210
α -terpineol	1,45	0,540	1,37	0,720	2,18	0,640	0,600	-	0,640	0,860	0,710	0,800	0,740	1,03
terpinolen	0,200	-	-	-	-	0,190	-	-	-	0,450	0,450	0,230	0,490	0,190
tetradek-(7Z)-en-2-on	-	0,470	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -tujen	0,100	-	0,100	0,0700	0,360	-	-	-	0,0700	-	0,120	0,0400	0,190	0,0800
heksiltiglat	-	0,0800	-	0,130	-	0,0800	-	-	0,120	0,0900	0,160	0,150	0,0900	0,210
(E)-geranilacetat	0,800	0,190	1,01	0,170	1,22	0,260	0,340	-	0,280	0,410	0,210	0,210	-	0,210
γ -vinilvalerolakton	-	0,300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vanilin	-	-	-	-	-	-	-	0,750	-	-	-	-	-	-
vinilamilkarbinol	0,0700	-	0,300	0,860	0,320	0,170	0,0800	-	0,250	0,170	0,160	0,0600	0,420	0,190
viridifloren	-	-	-	-	-	-	-	0,530	-	-	-	-	-	-

* Relativna površina v odstotkih = (površina pod krivuljo vrha/površina pod vsemi krivuljami vrhov) \times 100

Priloga II: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih melise (v relativnih % površine*). Rezultati vsebnosti so podani na tri veljavna mesta.

	BG	D	SLO	BIH
	<i>M. officinalis</i>			
(Z)-5-tangerinol	-	-	0,140	-
2-(2Z-pentenil)ciklopentanon	-	0,460	-	-
kamfen	-	0,430	-	-
biciklogermakren	0,350	-	-	-
β-burbonen	0,470	-	-	0,860
kadin-4-en-10-ol	0,780	0,120	0,180	2,29
α-kadinen	0,140	-	-	0,320
δ-kadinen	2,57	0,490	0,130	4,39
γ-kadinen	0,500	0,500	-	1,28
α-epi-kadinol	0,320	-	-	0,670
(E)-kalamenen	-	-	-	0,190
kafra	0,180	-	-	-
(Z)-karveol	-	0,150	-	-
(E)-kariofilen	29,5	11,3	2,67	35,1
14-hidroksi-9-epi-(E)-kariofilen	-	-	-	0,210
9-epi-(E)-kariofilen	0,260	-	-	0,240
kariofilenoksid	1,69	1,31	1,02	6,47
(E)-krizantemol	0,330	-	-	-
citronelal	2,19	5,86	27,8	3,34
metilcitronelat	0,550	0,200	3,37	2,52
citronelol	0,240	0,910	9,91	-
citronelilacetat	-	-	0,160	0,180
citronelilformiat	-	-	0,650	0,960
α-kopaen	1,28	0,270	0,090	2,63
β-kopaen	0,120	-	-	0,270
α-kubeben	-	-	-	0,180
β-kubeben	0,390	-	-	-
epi-kubebol	-	-	-	0,330
1,10-di-epi-kubenol	-	-	-	0,170
β-elemen	0,550	0,100	-	1,52
epikubenol	-	-	-	0,140
1,8-cineol	-	0,170	-	-
metilevgenol	-	0,210	-	-

	BG	D	SLO	BIH
	<i>M. officinalis</i>			
α -(<i>E,E</i>)-farnezen	1,26	-	-	0,410
geranial	18,2	35,6	25,3	11,6
metilgeranat	0,400	0,140	0,470	0,550
geraniol	1,07	6,16	2,81	0,250
geranilformiat	-	0,210	0,0900	0,100
germakren A	0,140	-	-	0,100
germakren D	12,4	0,200	-	3,39
6-metilhept-5-en-2-on	1,20	1,21	1,45	0,390
etilheksanol	-	-	0,200	-
α -humulen	2,48	1,35	0,150	2,80
humulenepoksid II	-	0,0900	-	0,350
hidroksicitronelol	-	-	0,140	-
izogeranial	0,280	0,720	0,210	0,100
izopulegol	-	0,500	1,39	-
izo-izopulegol	-	0,160	0,630	-
neo-izopulegol	-	-	-	0,250
limonen	0,480	0,240	-	0,160
linalool	0,810	1,32	0,310	0,110
epi-longipinanol	-	-	-	0,250
melonal	-	-	0,0800	-
menton	-	-	0,180	-
α -muurolen	0,630	0,0800	-	1,37
γ -muurolen	0,300	-	-	0,760
α -muurolol	0,120	-	-	0,340
mircen	0,100	-	-	-
neral	12,4	23,0	16,8	6,17
nerol	0,490	0,380	0,680	0,140
<i>n</i> -nonadekan	-	-	0,110	-
β -(<i>E</i>)-ocimen	2,27	0,130	0,0900	0,440
β -(<i>Z</i>)-ocimen	0,170	-	-	-
3,7-dimetil-okt-7-enol	-	-	-	2,58
pentilpropilketon	-	0,380	-	-
fiton	-	-	-	0,130
α -pinen	-	0,0900	-	-
psevtofitol	-	-	-	0,250

	BG	D	SLO	BIH
	<i>M. officinalis</i>			
(Z)-rožni oksid	-	-	0,170	0,0800
(E)-rožni oksid	-	-	0,0700	-
spatulanol	-	-	-	0,330
α -terpineol	-	0,160	-	-
T-muurolol	0,420	-	-	1,18
(E)-geranilacetat	1,03	4,24	1,00	0,710
1-undecin	-	-	0,0900	-
(E)-verbenol	0,140	0,240	0,0900	-
vinilamilkarbinol	0,300	-	0,700	-

* Relativna površina v odstotkih = (površina pod krivuljo vrha/površina pod vsemi krivuljami vrhov) \times 100

Priloga III: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih poprove, njivske, klasaste in sive mete (v relativnih % površine*). Rezultati vsebnosti so podani na tri veljavna mesta.

	BG		F	CRO	IN	SLO	GB	USA		EG	F	USA		
	<i>M. piperita</i>									<i>M. spicata</i>		<i>M. arv.</i>	<i>P. incana</i>	
	CO ₂ *			Hvar				B.Ros.	Phibee A			Arizona		
3-oktilacetat	-	0,0400	-	-	-	0,0700	-	-	0,0600	-	-	0,110	-	0,630
ε-amorfen	-	-	-	0,0700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
bergamal	-	0,100	-	-	-	0,0600	-	-	0,140	-	-	-	-	-
biciklogermakren	-	0,410	-	0,0700	-	0,110	0,210	-	0,270	-	0,350	-	-	-
borneol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,280	0,270	-	-	2,53
bornilacetat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,02
β-burbonen	0,590	0,390	0,110	0,150	0,140	0,0900	0,300	0,420	0,220	1,23	1,32	2,47	-	0,470
2-metilbutil-2-metilbutanoat	-	-	-	-	-	-	-	0,0900	0,0800	-	-	-	-	-
3-metilbutil-2-metilbutanoat	-	-	-	-	0,0600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
heksilbutanoat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,100
α-kadinen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,130	0,160	-	-	-
δ-kadinen	0,130	0,0700	-	-	-	-	0,0800	-	0,0900	-	-	-	0,110	-
γ-kadinen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,100	0,140	-	-	-
(E)-kalamenen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,460	0,690	-	-	-
kamfen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,100	-	-	-	0,910
kafra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,280
(Z)-karveol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,860	0,800	0,190	-	-
(E)-karveol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,440	0,390	0,410	-	-

	BG		F	CRO	IN	SLO	GB	USA		EG	F	USA		
	<i>M. piperita</i>									<i>M. spicata</i>			<i>M. arv.</i>	<i>P. incana</i>
	CO ₂ *			Hvar				B.Ros.	Phibee A			Arizona		
karvon	-	0,290	0,100	-	-	-	-	-	0,0700	56,9	59,8	56,4	-	-
(Z)-dihidrokarvon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,710	0,380	0,420	-	-
(E)-karvonoksid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,220	0,0700	0,0700	-	-
karvotanaceton	0,910	2,68	0,420	0,520	0,470	0,300	0,630	0,480	0,330	-	0,150	0,120	-	-
(Z)-karvilacetat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,870	0,340	-	-	-
(E)-kariofilen	2,47	2,51	1,97	2,25	2,01	0,550	2,32	1,35	1,88	1,02	2,17	1,46	0,180	0,600
kariofilenoksid	0,550	0,0600	0,120	-	0,150	-	-	0,750	-	0,780	0,160	0,120	-	0,210
α -cedren	-	-	-	-	-	-	-	-	0,470	-	-	-	-	-
β -cedren	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0700	-	-	-	-	-
cedrol	-	-	-	-	-	-	-	-	0,640	-	-	0,530	-	-
α -kopaen	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0300	-	-	-	-	0,0700
β -kopaen	-	-	-	0,0500	-	-	-	-	0,0300	0,100	0,140	0,190	-	-
1,10-di-epikubenol	0,180	-	-	-	-	-	-	-	-	0,190	0,200	-	-	-
kuparen	-	-	-	-	-	-	-	-	0,110	-	-	-	-	-
β -ciklocitral	-	-	-	0,0600	-	-	-	-	-	0,660	0,210	-	3,28	1,17
<i>p</i> -cimen-8-ol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,160
<i>p</i> -cimen	-	0,0700	0,340	0,150	0,500	0,190	0,260	0,490	0,150	0,240	0,120	0,720	-	3,87
1,6-dihidrokarveol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	0,750	-	-	-
dihidrokarveilacetat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,670	0,140	-	-	-
β -elemen	0,510	0,260	-	0,0600	0,0600	-	-	-	0,0600	0,610	0,610	-	-	-

	BG		F	CRO	IN	SLO	GB	USA		EG	F	USA		
	<i>M. piperita</i>									<i>M. spicata</i>		<i>M. arv.</i>	<i>P. incana</i>	
	CO ₂ *			Hvar				B.Ros.	Phibee A			Arizona		
1,8-cineol	2,11	3,12	6,49	4,67	5,54	5,63	5,86	5,40	4,47	6,78	5,38	3,94	0,120	10,2
β -(<i>E</i>)-farnezen	0,0700	0,120	-	0,0600	0,0600	-	0,110	-	0,320	-	-	0,620	-	-
germakren A	-	0,130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
germakren D	1,53	1,99	0,110	0,470	0,600	0,600	0,830	0,0800	2,69	-	0,0700	1,14	0,100	0,320
<i>n</i> -heptakosan	0,180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
heks-(3 <i>Z</i>)-enol	-	-	-	-	-	-	0,0600	-	-	-	-	-	-	-
etilheksanol	0,0900	0,460	0,0900	0,110	0,150	0,290	0,220	0,220	0,240	0,190	0,170	1,07	0,450	0,290
α -humulen	-	0,140	-	0,120	-	-	0,140	-	0,0600	-	-	-	-	-
γ -metiljonon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,96
izogermakren D	-	-	-	0,0800	-	-	-	-	-	0,130	0,170	0,160	-	-
izomenton	7,27	3,93	3,41	3,63	4,48	2,16	3,84	3,51	3,21	0,520	0,970	-	4,21	-
izomentilacetat	0,180	0,0400	0,160	0,110	0,340	0,190	0,0800	0,190	0,190	-	-	-	-	-
izopulegol	0,0700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0500
izo-izopulegol	-	0,0900	0,0600	0,0900	-	-	-	-	0,0400	-	-	-	-	0,520
izopulegilacetat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,900
2-metilbutilizovalerianat	-	0,0800	-	-	-	0,160	0,0600	0,120	0,110	-	-	-	-	-
(<i>Z</i>)-3-heksenilizovalerianat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0900	-	-
(<i>Z</i>)-jasmon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,310	-	0,170

	BG		F	CRO	IN	SLO	GB	USA		EG	F	USA		
	<i>M. piperita</i>									<i>M. spicata</i>		<i>M. arv.</i>	<i>P. incana</i>	
	CO ₂ *			Hvar				B.Ros.	Phibee A			Arizona		
limonen	0,200	0,940	2,58	2,04	1,98	0,780	1,90	1,25	1,88	7,93	4,06	18,9	2,25	0,800
linalool	0,130	0,170	0,0800	0,120	0,160	0,210	0,260	0,350	0,240	-	0,0900	0,330	0,0800	7,99
linalilacetat	-	-	-	-	-	-	-	0,0800	-	-	-	0,100	-	-
(Z)-p-ment-2-en-1-ol	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0400	-	-	-	-	-
p-ment-3-en-8-ol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93
p-menta-3,8-dien	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,770
mentalakton	-	-	0,100	-	0,150	-	-	0,510	-	-	-	-	-	-
mentofuran	-	0,680	2,67	3,24	2,85	3,14	0,810	0,740	3,88	-	-	-	-	-
mentol	27,5	40,7	44,6	45,2	36,7	52,7	44,2	47,0	35,2	0,370	5,41	-	-	-
izomentol	0,420	-	0,350	0,490	0,580	1,05	0,730	0,840	0,690	-	-	-	-	-
neoizomentol	0,110	0,160	0,150	0,150	0,150	0,230	0,210	0,280	0,180	-	-	-	-	-
menton	34,5	29,2	20,6	22,0	25,5	19,2	22,9	18,4	24,2	0,360	5,05	-	0,350	-
mentilacetat	10,2	4,69	8,09	6,08	7,77	3,96	3,83	4,20	4,13	0,080 0	0,580	-	-	-
(Z)-murola-4(14),5-dien	0,0800	-	-	-	-	-	-	-	-	0,190	0,570	-	-	-
γ-murolen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,650	-	-	-
mircen	-	0,300	-	0,120	0,0900	-	0,120	-	0,210	0,140	0,200	2,43	0,100	0,330
1,6-dimetil-4-izopropil-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0600	-	-	-	-	-

	BG		F	CRO	IN	SLO	GB	USA		EG	F	USA		
	<i>M. piperita</i>									<i>M. spicata</i>		<i>M. arv.</i>	<i>P. incana</i>	
	CO ₂ *			Hvar				B.Ros.	Phibee A			Arizona		
1,2,3,4,4a,7,8,8a-oktahidronaft-1-ol														
neomentol	2,66	2,00	2,68	2,72	3,66	4,03	3,66	4,80	3,84	-	0,720	-	-	-
neomentilacetat	0,100	0,0700	0,280	0,290	0,440	0,130	0,140	0,270	0,240	-	-	-	-	-
neofitadien	0,320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nepetalakton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,150	-	-
β-(E)-ocimen	-	0,110	-	-	-	-	0,0800	-	0,0500	-	-	0,150	-	-
β-(Z)-ocimen	0,0600	-	-	0,0700	0,0800	0,0800	0,190	-	0,240	-	-	-	-	-
3-acetoksiokten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,440
fitol	1,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fitilacetat	0,110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fiton	0,110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α-pinen	0,170	0,450	0,710	0,580	0,580	0,250	0,520	0,600	0,360	0,930	0,630	0,880	0,500	1,23
β-pinen	0,260	0,650	0,750	0,860	0,930	0,490	0,770	0,840	0,700	1,21	0,870	1,11	0,560	0,810
(Z)-pinokamfon	0,100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
psevdovidren	-	-	-	-	-	-	-	-	0,110	-	-	-	-	-
pulegon	-	1,14	1,51	1,75	1,35	0,680	1,09	2,18	3,40	10,4	3,02	-	84,5	49,7
sabinen	0,110	0,290	0,270	0,300	0,360	0,240	0,270	0,340	0,370	0,550	0,310	0,810	0,200	0,460
(Z)-sabinenhidrat	-	0,880	0,180	0,160	0,350	1,72	0,340	1,32	0,430	0,210	0,210	1,68	-	-
(E)-sabinol	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0200	-	-	-	-	-
spatulenol	0,180	0,0600	-	-	-	-	-	0,170	0,0400	0,360	0,180	-	-	-

	BG		F	CRO	IN	SLO	GB	USA		EG	F	USA		
	<i>M. piperita</i>									<i>M. spicata</i>		<i>M. arv.</i>	<i>P. incana</i>	
	CO ₂ *			Hvar				B.Ros.	Phibee A			Arizona		
skvalen	0,950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
terpinen-4-ol	-	-	0,670	0,530	1,09	0,140	1,28	0,900	0,990	0,410	0,480	1,43	-	0,890
α-terpinen	-	0,0500	-	0,0900	0,0700	-	0,260	-	0,360	-	0,0500	0,150	-	0,160
γ-terpinen	-	0,100	0,0900	0,170	0,190	0,0600	0,470	-	0,730	-	0,150	0,370	-	0,470
α-terpineol	-	0,210	0,280	0,290	0,360	0,120	0,320	0,200	0,220	0,250	0,420	0,270	0,270	1,98
γ-terpineol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,220	-	-	-	-
terpinolen	-	-	-	0,0600	-	-	0,110	-	0,200	-	-	0,120	-	0,230
α-terpinilacetat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,270
2,5-dietiltetrahidrofuran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,080 0	0,100	-	-	-
α-tujen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,070 0	-	0,250
(Z)-tujopsen	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0900	-	-	-	-	-
timol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73
triciklen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,110	-	-
vinilamilkarbinol	-	-	-	-	-	-	0,0800	0,0700	-	-	-	-	1,61	0,130
viridiflorol	0,400	0,190	-	-	0,0700	0,450	0,300	0,510	0,340	-	-	0,180	-	0,0800

* Relativna površina v odstotkih = (površina pod krivuljo vrha/površina pod vsemi krivuljami vrhov) × 100

Priloga IV: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih rožmarina (v relativnih % površine*). Rezultati vsebnosti so podani na tri veljavna mesta.

	F	CRO	MA	PT	SLO	ES	TU	GB
	<i>R. officinalis</i>							
		Hvar					CO ₂ *	
3-metilapopinen	-	-	-	-	0,140	-	-	-
abietatrien	-	-	-	-	-	-	0,110	-
alo-aromandendren-epoksid	-	-	-	-	0,200	-	0,270	-
β-bisabolen	-	0,140	-	-	-	-	0,160	-
borneol	6,44	7,34	2,55	3,29	9,62	4,21	4,23	1,52
bornilacetat	14,4	3,27	0,380	1,82	7,38	1,91	0,880	1,18
heksilbutanoat	-	0,0500	-	-	-	-	-	-
δ-kadinen	-	0,390	-	-	-	-	0,280	-
γ-kadinen	-	0,170	-	-	-	-	0,160	-
kamfen	6,34	4,46	3,95	7,71	4,11	6,65	3,63	3,87
kafra	4,86	10,1	14,3	23,9	14,9	19,1	13,3	12,4
δ-3-karen	0,150	0,0700	-	0,520	-	0,190	-	-
(E)-karveol	-	-	-	-	0,0900	-	-	-
karvon	-	-	-	-	0,130	-	-	-
kariofil-4(12),8(13)-dien-5-beta-ol	-	-	-	-	-	-	0,0800	-
(E)-kariofilen	0,280	6,20	2,57	1,17	0,810	3,33	4,63	4,47
kariofilenoksid	-	0,160	0,280	0,270	1,64	0,300	0,760	-
krizantenon	0,600	-	-	-	0,620	-	-	-
citronelol	-	0,0900	-	-	-	-	-	-
α-kopaen	-	0,240	-	-	-	-	0,190	0,100
p-cimen-8-ol	0,130	-	-	-	0,140	-	0,0900	-
p-cimen	2,34	1,64	2,08	3,09	0,770	1,80	1,95	1,19
p-cimenen	0,0600	-	-	-	-	-	-	-
neoizo-dihidrokarveilacetat	0,0900	-	-	-	0,310	-	-	-
neoizo-dihidrokarveol	0,120	-	-	-	-	-	-	-
(2Z)-3,3-dimetilcikloheksiliden- -etanol	-	-	-	-	1,33	-	-	-
1,8-cineol	4,21	33,4	50,2	23,9	10,9	29,7	42,2	46,6
metilevgenol	0,110	-	-	-	-	-	-	-

	F	CRO	MA	PT	SLO	ES	TU	GB
	<i>R. officinalis</i>							
		Hvar					CO ₂ *	
β -(<i>E</i>)-farnezen	-	0,250	-	-	-	-	-	-
α -fenhen	-	-	-	0,850	-	-	-	0,360
fenhol	-	0,0500	-	-	-	-	-	-
geranial	0,0900	-	-	-	-	-	-	-
geraniol	1,89	-	-	-	-	-	-	-
<i>n</i> -hentriakontan	-	-	-	-	-	-	0,120	-
<i>n</i> -heptakosan	-	-	-	-	-	-	0,330	-
etilheksanol	-	-	-	-	0,120	-	-	-
α -humulen	-	0,550	0,180	0,0800	0,140	0,550	0,450	0,340
humulenepoksid II	-	-	-	-	0,100	-	-	-
α -6-metiljonon	0,0900	-	-	-	-	-	-	-
izoborneol	-	-	-	-	-	-	-	0,210
izobornilacetat	-	-	-	-	-	-	-	0,220
izobornilformiat	-	-	-	-	-	-	0,110	-
metiljasmonat	-	-	-	-	-	-	0,220	-
limonen	4,32	2,83	2,06	2,49	2,04	3,20	2,03	3,95
linalool	2,60	2,32	0,930	0,930	3,98	0,890	0,720	0,510
linalilacetat	-	0,250	-	-	-	-	-	-
<i>p</i> -menta-1(7),8-dien	-	-	-	0,0800	-	-	-	-
α -muurolen	-	0,0600	-	-	-	-	-	-
γ -muurolen	-	0,200	-	-	-	-	0,200	-
mircen	1,09	1,90	0,770	1,14	1,00	1,70	1,68	0,510
(<i>Z</i>)-mirtanol	0,170	-	-	-	1,95	-	-	-
nonakosan	-	-	-	-	-	-	0,720	-
β -(<i>E</i>)-ocimen	-	0,0900	-	-	-	-	-	-
oktan-3-on	-	0,290	-	-	3,06	0,500	-	-
α -felandren	0,240	0,180	-	-	-	0,110	-	0,110
α -pinen	33,3	14,4	12,0	19,8	13,9	15,3	10,7	10,6
β -pinen	1,07	2,35	4,68	4,55	1,78	5,10	2,90	8,98
α -pinenoksid	-	-	-	0,580	0,0900	-	-	-
(<i>Z</i>)-pinokamfon	0,440	0,110	-	-	2,23	0,130	-	-
(<i>E</i>)-pinokamfon	0,140	-	-	-	0,260	-	-	-
(<i>E</i>)-pinokarveol	0,240	-	-	0,0900	-	-	-	-
(<i>Z</i>)-sabinenhidrat	-	-	-	-	0,480	-	0,130	-

	F	CRO	MA	PT	SLO	ES	TU	GB
	<i>R. officinalis</i>							
		Hvar					CO ₂ *	
skvalen	-	-	-	-	-	-	1,06	-
terpinen-4-ol	0,820	1,38	0,600	-	1,35	0,850	0,700	0,270
α-terpinen	0,200	0,580	0,0900	-	-	0,180	0,150	0,130
γ-terpinen	0,370	1,06	0,180	0,0700	0,0700	0,350	-	0,920
α-terpineol	1,59	2,36	1,74	3,28	2,70	1,77	3,69	1,33
γ-terpineol	-	-	-	0,0800	-	-	-	-
terpinolen	0,450	0,430	0,0800	0,100	0,160	0,280	-	0,120
α-terpinilacetat	-	-	-	-	0,150	-	-	-
tuja-2,4(10)-dien	1,07	0,0700	-	-	0,110	0,140	-	-
α-tujen	-	0,0700	0,120	-	-	0,210	-	0,110
(E)-geranilacetat	0,300	-	-	-	-	-	-	-
(E)-geranilaceton	-	-	-	-	0,0900	-	-	-
triciklen	0,250	0,130	0,130	-	-	0,230	0,120	-
(Z)-verbenol	0,170	-	-	-	-	-	-	-
(E)-verbenol	-	-	-	-	0,320	-	-	-
verbenon	8,06	0,220	-	0,140	8,43	1,09	0,450	-
(Z)-verbenilacetat	0,180	-	-	-	-	-	-	-
vinilamilkarbinol	-	0,100	0,130	-	0,260	0,130	0,110	-
α-ilangen	-	0,130	-	-	-	-	-	-

* Relativna površina v odstotkih = (površina pod krivuljo vrha/površina pod vsemi krivuljami vrhov) × 100

Priloga V: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih žajblja, dišečega žajblja, bele in muškadne kadulje (v relativnih % površine*). Rezultati vsebnosti so podani na tri veljavna mesta.

	USA		SLO	CRO			D*	BIH	BG*	IT
	<i>S. apiana</i>	<i>S. clevel.</i>	<i>S. officinalis</i>							<i>S. sclarea</i>
	Arizona			Cres	Hvar:sv	Hvar:suh	CO ₂ *	Mostar	CO ₂ *	
3-metilapopinen	-	-	0,130	-	-	-	-	-	-	-
aromadendren	-	-	-	-	-	0,0600	0,0800	-	-	-
alo-aromandendren-epoksid	-	-	-	-	-	-	0,790	-	-	-
biciklogermakren	-	0,140	-	-	-	-	-	-	-	0,520
β-bisabolen	0,220	-	-	-	-	-	-	-	-	-
borneol	-	0,590	11,1	5,61	2,65	1,52	3,44	3,13	-	-
bornil- acetat	0,130	0,380	10,3	2,84	1,47	0,870	1,65	1,46	-	-
β-burbonen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,110
bulnezol	-	-	-	0,0500	-	-	-	-	-	-
3-metil-heksilbutanoat	-	0,280	-	-	-	-	-	-	-	-
heksilbutanoat	-	0,280	-	-	-	-	-	-	-	-
δ-kadinen	0,160	0,880	-	0,0400	-	-	0,0900	-	-	0,260
γ-kadinen	0,0900	0,330	-	-	-	-	-	-	-	-
kamfen	0,190	3,51	5,09	8,42	6,06	3,88	4,47	9,34	-	-
α-kamfolenilaldehid	-	-	-	-	-	-	-	0,0900	-	-
kafra	0,470	38,4	31,4	27,0	23,4	11,0	22,8	30,2	-	-
Δ-3-karen	3,09	0,740	-	-	-	-	-	-	-	-
(E)-karveol	-	-	-	0,0500	-	-	-	-	-	-

	USA		SLO	CRO			D*	BIH	BG*	IT
	<i>S. apiana</i>	<i>S. clevel.</i>	<i>S. officinalis</i>						<i>S. sclarea</i>	
	Arizona			Cres	Hvar:sv	Hvar:suh	CO ₂ *	Mostar	CO ₂ *	
gvajol	-	-	-	0,390	-	-	-	-	-	-
α -gurjunen	-	0,430	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>n</i> -hentriakontan	-	-	-	-	-	-	-	-	1,15	-
<i>n</i> -heptakosan	-	-	-	-	-	-	-	-	0,560	-
heks-(3Z)-enol	-	-	-	-	-	0,0900	-	-	-	0,0600
heksilheksanoat	-	0,110	-	-	-	-	-	-	-	-
α -humulen	-	0,280	4,00	6,50	4,38	4,94	4,75	5,05	-	-
humulenepoksid II	-	-	0,300	0,510	0,260	0,300	2,12	0,540	-	-
izoaskaridol	-	-	-	-	-	-	0,200	-	-	-
izoborneol	-	-	-	0,0800	-	-	-	-	-	-
izobornilacetat	-	-	-	-	-	-	-	0,0300	-	-
izopimara-9(11),15-dien	-	-	-	-	-	-	0,120	-	-	-
italicen	-	-	-	0,110	-	-	-	-	-	-
limonen	1,89	2,35	1,87	2,81	2,23	1,56	1,32	2,85	-	0,440
linalool	0,100	4,02	1,02	0,890	0,470	0,440	0,280	0,370	-	26,0
linalilacetat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47,5
γ -maalien	-	0,0800	-	-	-	-	-	-	-	-
manool	-	-	-	0,210	-	-	9,89	-	0,280	-
manooloksid	-	-	-	-	-	-	-	-	0,190	-
13-epi-manooiloksid	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0800	-

	USA		SLO	CRO			D*	BIH	BG*	IT
	<i>S. apiana</i>	<i>S. clevel.</i>	<i>S. officinalis</i>						<i>S. sclarea</i>	
	Arizona			Cres	Hvar:sv	Hvar:suh	CO ₂ *	Mostar	CO ₂ *	
<i>p</i> -menta-1(7),8-dien	0,0700	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(<i>Z</i>)-murola-4(14),5-dien	-	0,0900	-	-	-	-	-	-	-	-
α -murolen	-	0,160	-	-	-	-	-	-	-	-
γ -murolen	-	0,100	-	-	-	-	0,110	-	-	-
mircen	2,27	1,05	0,550	0,970	0,900	1,06	0,190	0,860	-	1,09
mirtenol	-	-	0,320	0,680	-	-	0,290	-	-	-
mirtenilacetat	-	-	0,170	0,120	-	-	-	-	-	-
neoftadien	-	-	-	-	-	-	-	-	0,120	-
neotujol	-	-	-	-	-	-	-	0,140	-	-
nerol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,840
<i>n</i> -nonakosan	-	-	-	-	-	-	-	-	0,780	-
β -(<i>E</i>)-ocimen	0,220	1,41	0,0800	0,0500	0,0600	0,0800	-	0,0800	-	0,860
β -(<i>Z</i>)-ocimen	0,540	4,17	-	-	-	-	-	-	-	0,460
α -felandren	0,140	0,0700	-	0,0500	-	0,0500	-	0,0300	-	-
2-feniletanol	-	0,180	-	-	-	-	-	-	-	-
heksilfenilacetat	-	0,220	-	-	-	-	-	-	-	-
pentenilfenilacetat	-	0,490	-	-	-	-	-	-	-	-
α -pinen	6,08	4,58	1,73	3,88	3,26	8,16	3,88	7,69	-	0,140
β -pinen	11,2	2,50	1,33	2,23	1,49	1,83	0,610	2,55	-	0,160
(<i>Z</i>)-pinokamfon	-	-	-	0,120	-	-	-	-	-	-

	USA		SLO	CRO			D*	BIH	BG*	IT
	<i>S. apiana</i>	<i>S. clevel.</i>	<i>S. officinalis</i>						<i>S. sclarea</i>	
	Arizona			Cres	Hvar:sv	Hvar:suh	CO ₂ *	Mostar	CO ₂ *	
(<i>E</i>)-pinokamfon	-	-	0,110	0,320	-	-	-	0,0300	-	-
rozifoliol	-	-	-	0,340	-	-	-	-	-	-
sabinen	0,170	0,280	0,250	0,0300	0,0600	0,120	-	-	-	-
(<i>Z</i>)-sabinenhidrat	-	0,130	0,240	0,140	-	0,150	-	-	-	-
(<i>E</i>)-sabinol	-	-	0,0800	0,0500	0,0500	0,190	-	0,0500	-	-
(<i>E</i>)-sabinilacetat	-	-	-	-	0,110	0,240	-	0,0300	-	-
(<i>E</i>)-salven	-	-	-	-	0,0700	0,130	-	0,0500	-	-
(<i>Z</i>)-salven	-	-	0,100	0,120	0,450	0,840	0,130	0,340	-	-
sklareol	-	-	-	-	-	-	-	-	92,5	-
sklareolid	-	-	-	-	-	-	-	-	0,170	-
β-selinen	-	-	-	0,0300	-	-	-	-	-	-
šiobunol	-	0,970	-	-	-	-	-	-	-	-
spatulenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,180
terpinen-4-ol	0,310	0,160	0,350	0,220	0,380	0,440	0,310	0,350	-	-
α-terpinen	0,310	0,230	-	0,120	0,180	0,220	-	0,0800	-	-
γ-terpinen	0,640	2,35	0,0700	0,230	0,310	0,450	-	0,150	-	-
α-terpineol	0,110	0,370	-	-	0,150	0,120	-	0,230	-	6,15
δ-terpineol	0,0900	-	-	-	-	-	-	-	-	-
terpinolen	0,160	0,430	0,200	0,370	0,180	0,200	-	0,130	-	0,220
<i>n</i> -tetradekan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,210
α-tujen	0,440	0,240	0,100	0,0700	0,140	0,190	-	0,0600	-	-

	USA		SLO	CRO			D*	BIH	BG*	IT
	<i>S. apiana</i>	<i>S. clevel.</i>	<i>S. officinalis</i>						<i>S. sclarea</i>	
	Arizona			Cres	Hvar:sv	Hvar:suh	CO ₂ *	Mostar	CO ₂ *	
tujol	-	-	0,260	0,180	0,340	0,180	0,220	-	-	-
α-tujon	-	-	14,1	10,0	30,0	40,1	18,6	15,0	-	-
β-tujon	-	-	0,940	1,28	4,44	4,28	2,89	1,48	-	-
tujilacetat	-	-	-	0,0300	0,0700	-	-	-	-	-
geranilacetat	-	0,210	-	-	-	-	-	-	-	4,06
triciklen	-	0,0700	-	0,310	0,180	0,180	0,150	0,420	-	-
vinilamalkarbinol	-	-	0,0700	0,0700	0,130	0,0900	0,0700	0,0700	-	-
viridifloren	-	-	-	0,0800	0,190	0,0500	-	0,0400	-	-
viridiflorol	-	-	1,32	2,91	1,96	1,06	6,78	1,47	-	-

* Relativna površina v odstotkih = (površina pod krivuljo vrha/površina pod vsemi krivuljami vrhov) × 100

Priloga VI: Vsebnost spojin v analiziranih eteričnih oljih šetraja (v relativnih % površine*). Rezultati vsebnosti so podani na tri veljavna mesta.

	F	BIH	SLO	
	<i>S. montana</i>			<i>S. hortensis</i>
		Mostar		
aromadendren	-	0,210	0,170	-
alo-aromandendren-epoksid	0,380	-	-	-
biciklogermakren	-	0,480	0,650	-
β-bisabolen	2,57	1,05	0,880	0,190
borneol	0,380	6,88	3,68	0,160
bornilacetat	-	0,210	0,0500	-
β-burbonen	-	0,270	0,190	-
α-metilbutanoat	-	0,0300	-	-
δ-kadinen	-	0,190	0,120	-
γ-kadinen	0,160	0,150	0,100	-
kamfen	-	2,20	0,950	0,110
kafra	-	0,500	0,460	-
Δ-3-karen	-	-	0,0500	0,0800
karvakrol	86,0	6,28	21,4	31,7
karvakrilacetat	0,940	-	-	0,530
karvakrilmetileter	-	3,15	4,07	-
karvon	0,270	-	0,140	-
(E)-dihidrokarvon	0,550	0,0600	-	-
(Z)-dihidrokarvon	0,550	-	0,0500	-
kariofila-4(12),8(13)-dien-5-β-ol	0,160	0,0300	-	-
(E)-kariofilen	-	2,83	3,15	0,600
14-hidroksi-9-epi-(E)-kariofilen	0,500	-	-	-
9-epi-(E)-kariofilen	-	0,0300	-	-
kariofilenoksid	3,04	3,74	2,44	0,120
(Z)-geranilacetat	-	0,0400	-	-
α-kopaen	-	0,150	0,0600	-
β-kopaen	-	0,0900	0,0500	-
kuminaldehid	-	0,280	0,410	-
β-ciklocitral	-	-	-	0,0600
p-cimen-8-ol	-	0,400	0,630	-

	F	BIH	SLO	
	<i>S. montana</i>			<i>S. hortensis</i>
		Mostar		
<i>p</i> -cimen	0,190	32,2	36,1	10,6
<i>p</i> -cimenen	-	0,190	0,170	-
3-hidroksidecen	-	0,0500	-	-
β -elemen	-	0,0400	-	-
evkaliptol	0,590	1,02	0,360	-
geranial	-	0,250	0,0600	-
geraniol	-	-	0,670	-
germakren D	-	1,55	1,12	-
etilheksanol	0,130	0,0900	0,0400	-
α -humulen	-	0,0800	0,100	-
humulenepoksid II	-	0,0400	-	-
limonen	-	0,990	0,480	0,690
linalool	0,170	3,59	0,520	-
β -longipinen	-	0,0600	-	-
(<i>Z</i>)- <i>p</i> -ment-2-en-1-ol	-	0,0900	0,0500	-
(<i>E</i>)- <i>p</i> -ment-2-en-1-ol	-	0,0900	-	-
α -muurolen	-	0,0600	-	-
γ -muurolen	0,180	0,170	0,140	-
mircen	-	0,830	1,08	2,00
nerol	-	0,0500	0,0700	-
(<i>E</i>)-nerolidol	-	0,100	-	-
β -(<i>E</i>)-ocimen	-	0,270	0,200	0,0900
β -(<i>Z</i>)-ocimen	-	1,26	1,42	-
α -felandren	-	0,0800	0,120	0,310
α -pinen	-	2,46	0,780	1,78
β -pinen	-	0,260	0,160	1,34
(<i>E</i>)-pinokarveol	-	0,120	0,0700	-
sabinen	-	0,120	0,0800	0,150
(<i>Z</i>)-sabinenhidrat	-	0,910	0,440	0,340
(<i>E</i>)-sabinenhidrat	-	-	-	0,200
β -selinen	-	0,0800	0,0400	-
spatulanol	-	0,420	0,360	-
terpinen-4-ol	1,15	1,55	1,16	0,430
α -terpinen	-	0,800	1,34	3,79

	F	BIH	SLO	
	<i>S. montana</i>			<i>S. hortensis</i>
		Mostar		
γ -terpinen	-	3,86	9,51	42,4
α -terpineol	0,280	1,08	0,170	0,0900
terpinolen	-	0,160	0,110	-
tuja-2,4(10)-dien	-	0,0800	0,0900	-
α -tujen	-	0,520	0,850	1,63
timohidrokinon	-	0,430	0,190	-
timol	0,480	5,90	0,370	0,170
timillmetileter	-	6,45	0,0500	-
timokinon	-	0,0700	-	-
nerilacetat	-	-	0,490	-
triciklen	-	0,0900	0,0400	-
vinilamilkarbinol	0,820	1,36	0,760	0,280
viridiflorol	-	0,110	-	-

* Relativna površina v odstotkih = (površina pod krivuljo vrha/površina pod vsemi krivuljami vrhov) \times 100