

# ETERIČNO OLJE PRAVE SIVKE IN LAVANDINA: PRIMERJAVA SESTAVE IN ANTIOKSIDA- TIVNEGA POTENCIALA

## ESSENTIAL OIL OF COMMON LAVENDER AND LAVANDIN: A COMPARISON OF COMPOSITION AND ANTIOXIDANT POTENTIAL

AVTORICI / AUTHORS:

Ana Matičič<sup>1</sup>

asist. Katja Schoss, mag. ind. farm.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo,  
Aškerčeva 7, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo,  
Katedra za farmacevtsko biologijo,  
Aškerčeva 7, 1000 Ljubljana

NASLOV ZA DOPISOVANJE / CORRESPONDENCE:

E-mail: katja.schoss@ffa.uni-lj.si

### POVZETEK

Sivke so rod priljubljenih sredozemskih rastlin, med katerimi najbolj poznamo pravo sivko (*Lavandula angustifolia* Miller) in njen križanec lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric). Eterično olje prave sivke uporabljamo kot tradicionalno zdravilo rastlinskega izvora za lajšanje stresa in izčrpanosti ter za pomoč pri spanju. Na trgu pa se pogosto zamenjuje z eteričnim oljem lavandina, ki je po sestavi precej drugačno. V raziskavi smo proučili na trgu dostopna eterična olja prave sivke in lavandina, ki smo jim z uporabo plinske kromatografije, sklopljene z masno spektrometrijo, določili sestavo ter s testom DPPH ocenili njihovo antioksidativno aktivnost. Ugotovili smo, da za antioksidativno aktivnost niso ključne spojine, ki so v vzorcih prisotne v večjih koncentracijah, temveč  $\alpha$ -pinen,  $\beta$ -pinen,  $\delta$ -3-karen, heksilbutirat, 7-epi-seskvitujen in  $\alpha$ -*trans*-bergamoten. Izmed testiranih vzorcev se je eterično olje prave sivke iz Bolgarije izkazalo kot najbolj antioksidativno aktivno, medtem ko je lavandin Grosso pokazal najnižjo aktivnost. Te ugotovitve prispevajo k boljšemu razumevanju uporabe eteričnih olj sivke v terapevtske in kozmetične namene ter spodbujajo nadaljnje raziskave eteričnih olj različnih porekel.

### KLJUČNE BESEDE:

eterično olje, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula x intermedia*, sivka

### ABSTRACT

Lavender is a well-known Mediterranean plant, which includes common lavender (*Lavandula angustifolia*) and hybrid lavender or lavandin (*Lavandula x intermedia*). The essential oil of common lavender is used as a traditional herbal medicinal product for the relief of mental stress and exhaustion, and to aid sleep. On the market, it is often confused with lavandin oil, which differs significantly in its composition. In the present study, commercially available lavender and lavandin essential oils were analysed, their composition was determined using gas chromatography combined with mass spectrometry, and their antioxidant activity was evaluated using the DPPH assay. It was found that the key compounds for antioxidant activity are not the compounds present in higher concentrations in the



samples, but  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene,  $\delta$ -3-carene, hexyl butyrate, 7-epi-sesquithuene and  $\alpha$ -*trans*-bergamotene. Among the tested samples, the lavender from Bulgaria proved to be the most antioxidant active, while the lavandin Grosso showed the least activity. These results contribute to a better understanding of the use of these oils for therapeutic and cosmetic purposes and encourage further research on essential oils of different origins.

#### KEY WORDS:

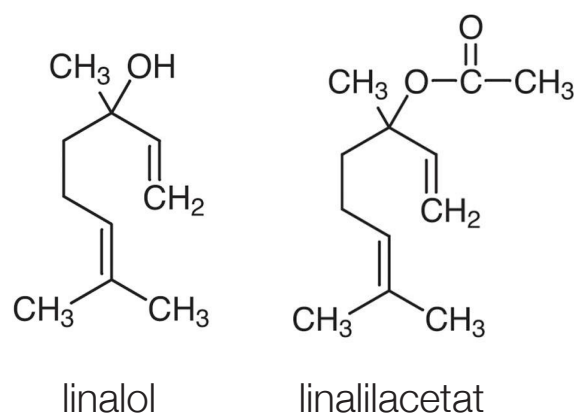
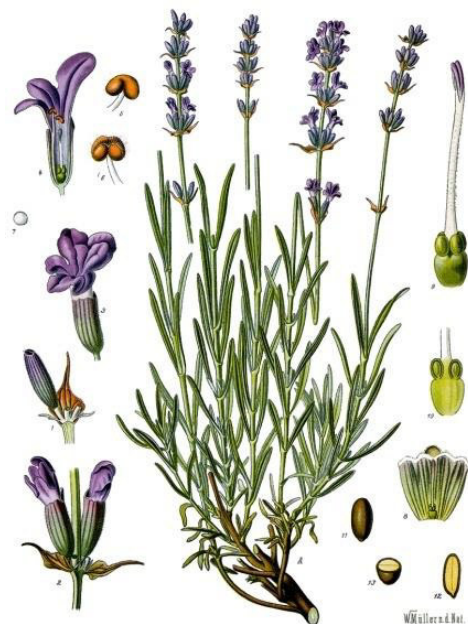
*Lavandula angustifolia*, *Lavandula x intermedia*, essential oil, lavender

# 1 UVOD

Uporaba eteričnega olja prave sivke (*Lavandula angustifolia* Mill. syn. *Lavandula officinalis* Chaix) sega v čase Stare Grčije in Starega Rima. Eterično olje je brezbarvno ali svetlo rumeno, v njem pa zaznamo cvetlično-zeliščne arome, poleg katerih sta lahko prisotna lesno-balzamičen

podton in aroma kafe. Navadno ga pridelujemo s parno destilacijo cvetov, njegova vsebnost v rastlinskem materialu pa variira od 1 do 3 %. Eterično olje prave sivke uporabljamo v terapevtske in kozmetične namene ter celo v kulinariki, poseben pomen pa ima tudi v aromaterapiji (1–3). Raziskave so pokazale ugoden učinek pri lajšanju migrene (4) in blage depresije (5). Poleg tega so mu dokazali lokalnoanalgetične (6), protimikrobne (7, 8), antioksidativne (9) in anksiolitične lastnosti (10), zaradi protivnetnega delovanja pa poročajo tudi o koristih uporabe pri negovanju kože po opeklinah in pikih žuželk (11). Odbor za zdravila rastlinskega izvora (HMPC) Evropske agencije za zdravila je zaključil, da eterično olje prave sivke ustreza razvrstitvi med tradicionalna zdravila rastlinskega izvora za lajšanje blagih simptomov stresa in izčrpanosti ter za pomoč pri spanju (12).

Sivka je splošno ime za vijoličasto cvetoče grmičaste rastline iz rodu *Lavandula*, ki zajema 48 vrst ter pripada družini ustnatic (Lamiaceae) (13). Lahko je divja ali gojena kot okrasna rastlina oz. zelišče (3). Grmički v višino zrastejo nad 1 m, pod zemljo pa razvijejo močan koreninski sistem. Stebla so razvejana ali nerazvejana in spodaj olesenela, na njih pa so navzkrižno nameščeni 2 do 6 cm dolgi in nekaj milimetrov široki suličasti, celorobi listi. Listi so na zgornji strani sivozeleni, spodnja stran pa je svetlejša in



Slika 1: Prava sivka – *Lavandula angustifolia* (levo; vir slike: Wikicommons) in strukturni formuli linalola ter linalilacetata (desno).

Figure 1: Common lavender – *Lavandula angustifolia* (left; photo: Wikicommons), and structural formulas of linalool and linalyl acetate (right).

poraščena z dlačicami. Cvetovi so bočno somerni, belih do modrovijoličastih odtenkov (1).

Poleg prave sivke (slika 1) je danes zelo priljubljen tudi lavandin ali hibridna sivka (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. syn. *Lavandula hybrida*), ki je križanec med ozkolistno in širokolistno sivko. Rastlini se razlikujeta po nekaj morfoloških značilnosti, in sicer so grmički lavandina višji (60–150 cm), stebela pa daljša in razvejana. Cvetovi v ohlapnem socvetju so številni, vijoličasti do beli, medtem ko ima prava sivka nerazvejana stebela in kompaktna socvetja z manjšimi, modrikasto vijoličastimi do belimi cvetovi (14).

Na vonj, sestavo in posledično biološko aktivnost eteričnega olja poleg rastlinske vrste vplivajo podnebne razmere, gojenje, način ter čas obiranja, transport, shranjevanje in destilacija. Najbolj cenjeno in najdražje eterično olje sivke je pridelano iz vrste *L. angustifolia*. Vsebnost eteričnega olja v njej je kar štirikrat manjša od vsebnosti v lavandinu. Zaradi velikih potreb po večjih količinah eteričnega olja prave sivke, ki večinoma vsebuje linalol (20–50 %), pride pogosto do zamenjave z eteričnim oljem lavandina, ki večinoma vsebuje linalilacetat (30–50 %), ali do ponarejanj s sintezniimi komponentami, kot sta npr. linalilacetat ali linalol (3).

V raziskavi smo s plinsko kromatografijo, sklopljeno z masno spektrometrijo (GC-MS), analizirali sestavo treh eteričnih olj lavandina in štirih eteričnih olj prave sivke z različnimi porekli ter s testom DPPH ovrednotili njihovo antioksidativno aktivnost. Z GC-MS smo kvalitativno in kvantitativno ovrednotili kemijske spojine, prisotne v eteričnih oljih, in proučevali, katere sestavine ter v kolikšnem deležu prispevajo k njihovem antioksidativnem delovanju.

## 2 MATERIALI IN METODE

### 2.1 ETERIČNA OLJA

Pri raziskavi smo uporabili tržno dostopna olja, in sicer tri eterična olja lavandina, lavandin 'Abrial' (oznaka L Ab) (Baccara Rose Dagmar Köhler, Nemčija), lavandin 'Grosso' BIO (oznaka L Gr) (Baccara Rose Dagmar Köhler, Nemčija), lavandin »istrska sivka« (oznaka L Is) (Histria botanica, Slovenija), in štiri eterična olja prave sivke, *Lavandula* »Barreme extra« (oznaka S Ba) (Baccara Rose Dagmar Köhler, Nemčija), *Lavandula* »Mont Blanc« (oznaka S MB) (Dragonspice Naturwaren, Nemčija), *Lavandula* »Francija« (oznaka S Fr) (Baccara Rose Dagmar Köhler, Nemčija) in *Lavandula* »Bol-

garija« (oznaka S Bg) (Baccara Rose Dagmar Köhler, Nemčija).

### 2.2 ANTIOKSIDATIVNI TEST

Test DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) je eden izmed načinov vrednotenja antioksidativne aktivnosti komponent v vzorcu *in vitro*. Za merjenje antioksidativnega potenciala eteričnih olj smo 7 mg DPPH (Sigma-Aldrich, ZDA) raztopili v 200 mL 96-odstotnega etanola (Carlo Erba Reagents, Francija). K 5 mL raztopine DPPH smo dodali 0, 25, 50, 75, 100, 125 ali 150 µL posameznega eteričnega olja, da smo dokazali linearnost testa v območju merjenih koncentracij ( $R^2 = 0,99$ ). Raztopinam smo po 30 minutah stresanja na stresalniku izmerili absorbanco s spektrofotometrom UV-VIS (Macherey-Nagel, Nemčija) pri 517 nm. Vsaka meritev je bila izvedena v treh ponovitvah. Za primerjavo antioksidativne aktivnosti eteričnih olj smo izračunali delež inhibicije odstranjevanja radikala DPPH po enačbi:

$$\text{delež inhibicije (\%)} = (A_0 - A_1) / A_0 \times 100,$$

kjer je  $A_0$  absorbanca kontrolne raztopine DPPH in  $A_1$  absorbanca vzorca. Razlike v deležu inhibicije med vzorci smo zaradi neizpolnjevanja enakosti Levenove variance ( $p > 0,5$ ) analizirali z neparametričnim Kruskal-Wallisovim testom ( $p < 0,05$ ). Za *post hoc* analizo smo uporabili Dunnettov test ( $p < 0,05$ ) ter Bonferroni-Holmejevo korekcijo. Izmerili smo tudi antioksidativno aktivnost standardov evkaliptola (1,8-cineol), kafe, linalola in linalilacetata, ki sobili v eteričnih oljih zastopani v koncentracijah, višjih od 30 %. Za določitev statistično značilne korelacije med antioksidativno aktivnostjo in sestavo eteričnih olj smo uporabili Pearsonovo korelacijo ( $p \leq 0,05$ ). Statistično obdelavo podatkov smo izvedli z računalniškim programom JASP 0.17.1 (Univerza v Amsterdamu, Nizozemska).

### 2.3 ANALIZA HLAPNIH SPOJIN

Sestavo eteričnih olj smo kvantitativno ovrednotili s plinskim kromatografom (GC), sklopljenim z masnim detektorjem GCMS-QP2010 Ultra (Shimadzu Corporation, Japonska). Sistem GC je bil opremljen s kapilarno kolono Rxi-5SilMS (dolžina 30 m, notranji polmer 0,25 mm, debelina filma 0,25 µm, Restek, ZDA). Nosilni plin v koloni je bil helij, s konstantnim pretokom 1 mL/min. Energija ionizacije masnega spektrometra je znašala 70 eV, temperatura ionskega vira 200 °C in napetost detektorja 1 kV. V kolono smo injicirali 1 µL vzorca, razmerje delitve (*split*) pa je bilo 1 : 100. Temperatura injektorja je bila nastavljena na 250 °C, tem-



peratura vmesnika pa je znašala 300 °C. Pri vzorcih heksana smo uporabili 3,5-minutno zakasnitev snemanja. Masni spekter smo posneli v območju relativne molekulske mase ( $m/z$ ) 40–400 s frekvenco skeniranja 5 Hz. Temperaturni program pečice: 40–220 °C (3 °C/min), 220 °C (15 min). Analiza posameznega vzorca je skupno potekala 75 minut. Obdelavo podatkov analiz GC-MS smo izvedli z uporabo podatkovnih knjižnic NIST22 in FFNSC3 (Shimadzu Corporation, Japonska). Vzorce eteričnih olj smo pred analizo razredčili v heksanu (SupraSolv, Merck, Nemčija) do koncentracije 1 %.

## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 3.1 SESTAVA ETERIČNIH OLJ

Analiza GC-MS je pokazala veliko raznolikost sestave eteričnih olj, kar ni nenavadno za rastlinske pripravke (15). Vzorec lavandina L Is je imel najbolj raznoliko sestavo (26 spojin), najmanj spojin (15) pa je vseboval vzorec prave sivke S Fr. V vzorcih smo odkrili osem spojin, ki so bile vsaj v enem izmed eteričnih olj zastopane v deležu, večjem od 5 % (preglednica 1). To so kafra (46,7–0,4 %), linalol (39,8–3,0 %), linalilacetat (38,9–11,5 %), evkaliptol (31,4–0 %), (*Z*)-( $\beta$ )-ocimen (10,2–0 %), terpinen-4-ol (9,53–0 %), (*E*)-kariofilen (7,58–0,38 %) in (*E*)-( $\beta$ )-ocimen (6,73–0 %). Glede na raziskavo Raina in sod. (16) kakovost eteričnega olja prave sivke opredeljujeta visoka vsebnost linalola in linalil acetata, kar po standardu ISO 3515:2002 (17) pomeni od 25 do 38 % linalola in od 25 do 45 % linalilacetata. Meritve GC-MS j so pokazale značilno prevladovanje linalola v vzorcih S Fr (39,8 %) in S Ba (33,5 %), linalilacetat pa se je nahajal v zadostni količini v treh vzorcih, in sicer S MB (32,2 %), S Bg (37,2 %) ter S Fr (38,7 %), v vzorcu S Ba (12,1 %) pa ne. Visoko koncentracijo linalola smo izmerili tudi v vzorcih L Gr (26,58 %) in S Is (33,14 %), vsebnost linalilacetata pa je bila visoka še v vzorcu L Gr (30,96 %).

Glavne komponente eteričnega olja lavandina, ki je z vidika sestave slabše kakovosti v primerjavi z eteričnim oljem prave sivke, so glede na raziskavo Dětár in sod. (18) 1,8-cineol, kafra in izoborneol, od katerih smo v naših vzorcih zasledili kafro, ki je po deležu izstopala predvsem v vzorcu L Ab (46,71 %). Eterično olje prave sivke mora za doseganje standarda ISO, ki definira šest različnih podvrst glede

na izvor, vsebovati manj kot 0,5 % kafre (francoska sivka) oz. 1,5 % (drug izvor), kar za naše vzorce S MB, S Ba in S Fr ne drži (17).

Naši rezultati se delno skladajo tudi z rezultati ostalih treh raziskav, ki so prav tako proučevale sestavo različnih eteričnih olj sivke in lavandina. V raziskavi Kivrak in sod. (17) so eterična olja sivke in lavandina v največjem deležu sestavljali linalilacetat (5–47 %), linalol (28–37 %),  $\beta$ -farnezen (1–7 %),  $\beta$ -kariofilen (0,6–6 %) in lavandulolacetat (0,8–5 %). V raziskavi Pokajewicz in sod. (19), kjer so primerjali sestavo sedmih eteričnih olj prave sivke in osmih eteričnih olj lavandina, sta prevladovala linalol (26–57 %) in linalilacetat (9–24 %). Prvi je variiral v višjem razponu, drugi pa v manjšem kot pri naših rezultatih. Če se osredotočimo na vzorce eteričnih olj lavandina, sta bili prevladujoči komponenti linalol (26–51 %) in linalilacetat (11–22 %), pri čemer glede na naše rezultate izstopa predvsem linalol, ki je bil v naši raziskavi zastopan v izrazito manjšem deležu. Komponente, ki so bile v eteričnih oljih lavandina iz raziskave (19) prisotne v večjih deležih, so še kafra (10–13 %), borneol (5–9 %) in evkaliptol (0,5–7 %). To so spojine, ki razlikujejo eterično olje lavandina od eteričnega olja prave sivke. V naših vzorcih se je kafra pojavila v večjem deležu in z večjo variabilnostjo (15–47 %), borneol je bil prisoten v precej manjšem deležu (1–3 %), evkaliptol pa se je pojavil v precej večjem deležu (10–31 %).

Standard ISO ima posebne zahteve tudi za sorti lavandina 'Grosso' (ISO 8902: 2009) in 'Abrial' (ISO 3054: 2017). Vzorec L Gr je vseboval linalilacetat in linalol znotraj predpisanih vrednosti standarda ISO (kriterij za linalol 24–37 % in za linalilacetat 25–38 %), vzorec L Ab pa je imel vsebnost obeh spojin pod mejo (kriterij ISO za linalol 28–38 %, za linalilacetat 19–29 %).

Rezultati GC-MS kažejo, da je zaradi variacij v sestavi pri uporabi eteričnih olj sivke od proizvajalcev smiselno zahtevati tudi analizni certifikat s sestavo eteričnega olja, saj le na podlagi informacije o vrsti eteričnega olja ne moremo predvideti podrobne sestave oz. jo lahko zgolj grobo ocenimo.

### 3.2 ANTIOKSIDATIVNA AKTIVNOST ETERIČNIH OLJ

Terpeni in terpenoidi, ki večinsko sestavljajo eterična olja, so spojine, ki zaradi dvojnih vezi ali fenolnih skupin izkazujejo antioksidativno aktivnost. Delujejo kot reducenti oz. kot lovci radikalov (20). Radikali so atomi, ioni ali nevtralne spojine, ki imajo v svoji zunanji orbitali vsaj en nesparjen elektron, zaradi česar so zelo reaktivni. Prisotni so vse

**Preglednica 1:** Sestava hlapnih spojin v eteričnih oljih prave sivke in lavandina glede na njihovo relativno intenzivnost vrhov (RPI). Spojine so bile identificirane z GC-MS na podlagi njihovih masnih spektrov in retencijskih indeksov (RI; RI (Db): zbirka podatkov RI, RI (Ms): izmerjeni RI). Neidentificirane spojine so predstavljene glede na njihove štiri najintenzivnejše masne ionske vrhove. Oznake eteričnih olj: S MB – prava sivka »Mont Blanc«, S Bg – prava sivka »Bolgarija«, S Ba – prava sivka »Barreme extra«, S Fr – prava sivka »Francija«, L Gr – lavandin 'Grosso', L Is – lavandin »istrska sivka«, L Ab – lavandin 'Abrial'.

**Table 1:** Composition of volatile compounds in the essential oils of lavender and lavandin according to their relative peak intensity (RPI). The compounds were identified by GC-MS based on their mass spectra and retention indices (RI; Db, database RI; Ms, measured RI). Unidentified compounds are presented as numbers according to their four most intensive mass ion peaks. Abbreviations for essential oils: S MB – common lavender "Mont Blanc", S Bg – common lavender "Bulgaria", S Ba – common lavender "Barreme extra", S Fr – common lavender "France", L Gr – lavandin 'Grosso', L Is – lavandin "Istria lavender", L Ab – lavandin 'Abrial'.

Spojina	RI (Ms)	RI (Db)	S MB	S Bg	S Ba	S Fr	L Gr	L Is	L Ab
$\alpha$ -tujen	922	927	-	-	-	-	0,28	0,3	-
$\alpha$ -pinen	929	933	0,94	0,58	0,48	-	1,09	1,57	-
kamfen	945	953	0,68	0,36	0,33	0,49	0,72	0,9	1,05
sabinen	968	972	0,26	-	-	-	-	0,3	-
$\beta$ -pinen	973	978	0,66	-	0,31	-	0,72	0,82	-
oktan-3-on	982	986	-	1,59	-	2,66	-	0,42	-
mircen	986	991	0,93	1,45	0,94	0,64	0,54	0,68	-
$\delta$ -3-karen	1006	1009	-	-	-	-	-	0,32	-
<i>p</i> -cimen	1021	1025	0,36	-	0,54	-	0,54	0,39	0,65
limonen	1026	1030	1,94	0,78	2,24	0,39	1,46	1,99	-
evkaliptol	1028	1032	12,91	0,91	12,67	-	9,95	10,78	31,34
(Z)-(β)-ocimen	1033	1035	1,82	10,16	3,34	1,15	-	1,55	1,33
(E)-(β)-ocimen	1044	1046	1,16	6,73	2,21	0,6	0,53	1,56	-
$\gamma$ -terpinen	1055	1058	-	0,44	0,38	-	-	0,26	-
<i>cis</i> -linalol oksid	1067	1069	-	-	-	-	-	-	1,5
terpinolen	1082	1086	0,35	-	0,6	-	-	0,58	-
<i>trans</i> -linalol oksid	1083	1086	-	-	-	-	-	-	1,25
linalol	1098	1101	22,87	16,51	33,47	39,76	26,58	33,14	3,03
1-okten-3-il-acetat	1105	1109	-	0,37	-	-	-	-	-
alo-ocim-(4E,6Z)-en	1126	1128	-	0,34	-	-	-	-	-
kafra	1143	1149	13,24	0,4	7,13	1,95	14,73	17,61	46,71
81 (100), 79 (73), 43 (67), 95 (67)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,79
borneol	1169	1173	1,38	-	5,04	1,2	1,39	2,78	1,06
terpinen-4-ol	1178	1184	2,39	5,93	9,53	-	3,52	5,41	-
heksilbutirat	1189	1195	-	-	-	-	-	0,54	-
$\alpha$ -terpineol	1193	1195	-	0,89	1,08	0,87	-	0,49	-
izobornilformat	1225	1240	-	-	-	-	-	-	0,58

linalilacetat	1247	1244	32,16	37,15	12,06	38,68	30,96	11,5	6,61
lavandulilacetat	1281	1284	0,3	3,07	0,4	-	0,98	-	1,1
linalool izobutirat	1355	1366	-	0,56	-	0,57	-	-	-
7-epi-seskvitujen	1384	1387	-	-	-	-	0,25	-	-
(E)-kariofilen	1416	1424	3,7	7,58	6,32	7,7	2,89	3,17	0,38
$\alpha$ -trans-bergamoten	1430	1432	-	-	-	-	0,26	0,25	-
(E)-( $\beta$ )-farnezen	1450	1452	1,12	2,58	0,61	2,71	1,7	1,55	-
germacren D	1478	1480	0,57	1,26	-	-	0,36	1,13	0,84
$\beta$ -bisabolen	1505	1508	-	0,35	-	-	-	-	-
$\gamma$ -kadinen	1510	1512	0,26	-	0,31	-	0,54	-	-
kariofilen oksid	1579	1587	-	-	-	0,61	-	-	1,79

okrog nas ter v našem telesu, kjer je njihova vloga bodisi koristna in nenadomestljiva, lahko pa so, predvsem v večjih količinah na nepravem mestu, škodljivi, zato se pred njimi zaščitimo z antioksidanti (21). Vsak antioksidant ima svoje značilnosti in z različno hitrostjo reagira z različnimi reaktivnimi zvrstmi, ter zaščiti različne tarče (22).

Po izvoru antioksidante delimo na sintezne in naravne. Glede na mehanizem delovanja pa jih delimo na reducente oz. prave antioksidante in kelatorje oz. posredne oksidante. Prvi v svoji strukturi nudijo prost vodikov atom ali elektron ter v reakciji z radikali le-te pretvorijo v manj reaktivne radikale ali nereaktivne produkte. Drugi z vezavo kovinskih ionov bakra in železa preprečujejo katalizo radikalskih reakcij (21). Rastlinski antioksidanti, ki so za človeka eksogenega izvora, sodijo med prave antioksidante ter so naravnega izvora (21, 22).

Povprečni deleži inhibicije radikala DPPH (preglednica 2), ki izražajo antioksidativno aktivnost testiranih eteričnih olj, so bili med 7,7 % in 31,0 %. Najvišjo antioksidativno aktivnost je imelo eterično olje prave sivke S Bg, najnižjo pa

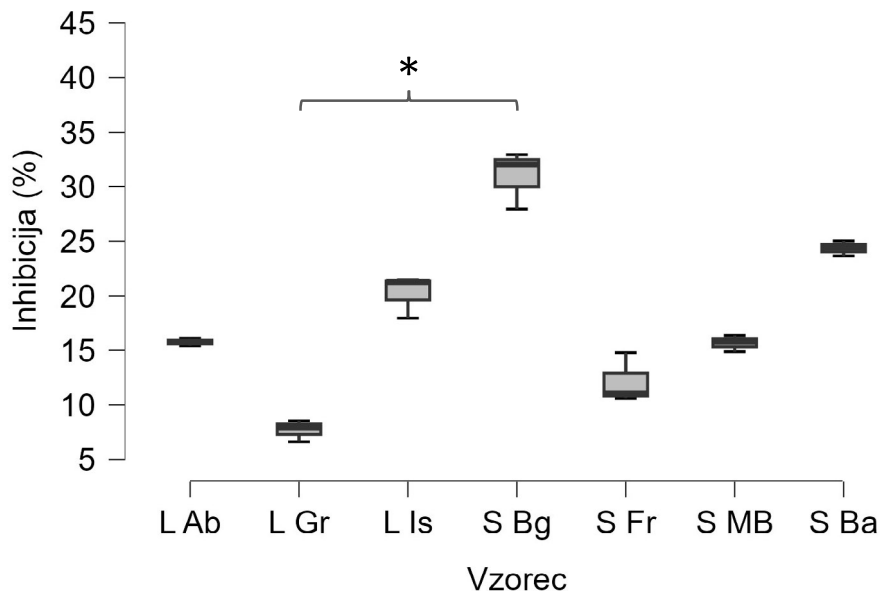
eterično olje lavandina L Gr. Zahteva po enakosti varianc med vzorci ni bila izpolnjena, zato smo izvedli neparametrični Kruskal-Wallisov test median, ki je pokazal značilno razliko med sedmimi pari primerjav vzorcev (Dunnova *post hoc* analiza). Holm-Bonferronijeva korekcija je potrdila statistično značilno razliko le med vzorcema L Gr in S Bg ( $p = 0,008$ ; graf 1).

Korelacija med deležem inhibicije in vsebnostjo spojin v vzorcih je pokazala statistično značilnost, tj. višjo antioksidativno aktivnost pri višji vsebnosti  $\alpha$ -pinena (0,795;  $p < 0,001$ ),  $\beta$ -pinena (0,762;  $p < 0,001$ ),  $\delta$ -3-karena (0,676;  $p < 0,001$ ), heksilbutirata (0,676;  $p < 0,001$ ), 7-epi-seskvitujena (0,614;  $p = 0,003$ ) in  $\alpha$ -trans-bergamotena (0,998;  $p < 0,001$ ), ki so bili v vzorcih prisotni v koncentracijah, nižjih od 2 %. Korelacije nismo potrdili za antioksidativno delovanje in spojine v koncentracijah, višjih od 30 %. To so evkaliptol, kafra, linalol in linalilacetat, ki smo jim izmerili antioksidativne aktivnosti pri koncentracijah, v katerih so se pojavili v vzorcih. Njihov delež inhibicije je znašal med 1 % in 3 % (podatki niso prikazani). V prihodnjih raziskavah

**Preglednica 2:** Povprečni deleži inhibicije antioksidativne aktivnosti vzorcev s podano standardno deviacijo treh ponovitev meritve posameznega vzorca. Oznake eteričnih olj: S MB – prava sivka »Mont Blanc«, S Bg – prava sivka »Bolgarija«, S Ba – prava sivka »Barreme extra«, S Fr – prava sivka »Francija«, L Gr – lavandin 'Grosso', L Is – lavandin »istrska sivka«, L Ab – lavandin 'Abrial'.

**Table 2:** The mean inhibition of antioxidant activity of the samples with standard deviation. Abbreviations for essential oils: S MB – common lavender "Mont Blanc", S Bg – common lavender "Bulgaria", S Ba – common lavender "Barreme extra", S Fr – common lavender "France", L Gr – lavandin "Grosso", L Is – lavandin "Istra lavender", L Ab – lavandin "Abrial".

	inhibicija antioksidativne aktivnosti (%)						
	L Ab	L Gr	L Is	S Bg	S Fr	S MB	S Ba
Povprečje	15,78	7,70	20,21	30,97	12,14	15,68	24,36
Standardna deviacija	0,34	0,98	1,96	2,66	2,29	0,76	0,69



**Graf 1:** Delež inhibicije antioksidativne aktivnosti vzorcev s prikazano statistično značilno razliko (\*\*,  $p < 0,008$ ) med vzorci po Holm-Bonferronijevi korekciji. Posamezen boxplot predstavlja razporeditev podatkov meritev posameznega vzorca pri meritvah inhibicije DPPH pri 100  $\mu\text{L}$  eteričnega olja ( $n = 3$ ). Oznake eteričnih olj: S MB – prava sivka »Mont Blanc«, S Bg – prava sivka »Bolgarij«a, S Ba – prava sivka »Barreme extra«, S Fr – prava sivka »Francija«, L Gr – lavandin 'Grosso', L Is – lavandin »istrska sivka«, L Ab – lavandin 'Abrial'.

**Graph 1:** Inhibition of antioxidant activity of samples with statistically significant difference (\*\*,  $p < 0,008$ ) between samples shown with Holm-Bonferroni correction. Individual boxplot presents the distribution of the data in the inhibition measurements of a single sample with 100  $\mu\text{L}$  of essential oil ( $n = 3$ ). Abbreviations for essential oils: S MB – common lavender "Mont Blanc", S Bg – common lavender "Bulgaria", S Ba – common lavender "Barreme extra", S Fr – common lavender "France", L Gr – lavandin 'Grosso', L Is – lavandin "Istra lavender", L Ab – lavandin 'Abrial'.

bi bilo smiselno podrobneje raziskati antioksidativno aktivnost spojin, ki so glede na korelacijo vsebnosti z antioksidativno aktivnostjo izkazale statistično značilnost, četudi so prisotne v nižjih koncentracijah. Zanimivo, a še bolj kompleksno pa bi bilo proučiti tudi sinergistično delovanje kombinacij različnih spojin.

## 4 SKLEP

Rezultati raziskave so pokazali pomembne razlike v sestavi in antioksidativni aktivnosti med vzorci eteričnih olj prave sivke in lavandina z različnih geografskih področij, kar je za pripravke rastlinskega izvora pogosto. Glede na to, da je korelacijska analiza pokazala povezavo med specifičnimi spojinami in antioksidativno aktivnostjo, bi bile smiselne nadaljnje analize posameznih spojin in njihovih kombinacij. Prav tako zaključujemo, da je analiza sestave eteričnih olj

pred njihovo uporabo ključna za zagotavljanje kakovosti eteričnih olj pred kakršno koli nadaljnjo uporabo za farmacevtske, kozmetične ali prehranske namene.

## 5 LITERATURA

1. Kočevar Glavač N, Janeš D, Lumpert M, Stojilkovski K, Kokalj M, Tavčar Benković E, et al. Sodobna kozmetika: Sestavine naravnega izvora. Kočevar Glavač N, Janeš D, editors. Širimo dobro besedo d.o.o.; 2015. 943 p.
2. Cavanagh HMA, Wilkinson JM. Biological activities of lavender essential oil. *Phytother Res*; 2002. 16(4): 301–8.
3. Bialton M, Krzysko-Lupicka T, Nowakowska-Bogdan E, Wiczorek PP. Chemical composition of two different lavender essential oils and their effect on facial skin microbiota. *Molecules*. 2019 Sep 8;24(18).
4. Sasannejad P, Saeedi M, Shoeibi A, Gorji A, Abbasi M, Foroughipour M. Lavender essential oil in the treatment of migraine headache: A placebo-controlled clinical trial. *Eur Neurol*. 2012 May;67(5):288–91.

5. Jafari-Koulaee A, Elyasi F, Taraghi Z, Ilali ES, Moosazadeh M. A Systematic Review of the Effects of Aromatherapy with Lavender Essential Oil on Depression. *Cent Asian J Glob Heal.* 2020 Jul 24;9(1) Mar 31;9(1):e44.
6. Kajjari S, Joshi RS, Hugar SM, Gokhale N, Meharwade P, Uppin C. The Effects of Lavender Essential Oil and its Clinical Implications in Dentistry: A Review. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry.* Jaypee Brothers Medical Publishing (P) Ltd.; 2022; 15(3): p. 385–8.
7. Sienkiewicz M, Denys P, Kowalczyk E. Antibacterial and immunostimulatory effect of essential oils. Vol. 17, *International Review of Allergology and Clinical Immunology.* 2011. p. 40–4.
8. Kreft S, Kočevar Glavač N, Stojilkovski K, Mlinarič A, Injac R, Novak A, et al. Sodobna Fitoterapija: z dokazi podprta uporaba zdravilnih rastlin. Kreft S, Kočevar Glavač N, editors. *Slovensko farmacevtsko društvo;* 2013. 308 p.
9. Marín I, Sayas-Barberá E, Viuda-Martos M, Navarro C, Sendra E. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of essential oils from organic fennel, parsley, and lavender from Spain. *Foods.* 2016;5(1):1–18.
10. Kasper S, Gastpar M, Müller WE, Volz HP, Möller HJ, Schläfke S, et al. Lavender oil preparation Sillexan is effective in generalized anxiety disorder - A randomized, double-blind comparison to placebo and paroxetine. *Int J Neuropsychopharmacol.* 2014;17(6):859–69.
11. Koulivand PH, Khaleghi Ghadiri M, Gorji A. Lavender and the nervous system. *Evidence-based Complement Altern Med.* 2013; 2013:681304.
12. *Lavandulae aetheroleum* | European Medicines Agency [Internet]. [cited 2023 Nov 2]. Available from: <https://www.ema.europa.eu/en/medicines/herbal/lavandulae-aetheroleum>
13. *Lavandula* | Plants of the World Online | Kew Science [Internet]. [cited 2023 Oct 27]. Available from: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:20960-1/general-information#source-FSOM>
14. Pokajewicz K, Czarniecka-Wiera M, Krajewska A, Maciejczyk E, Wieczorek PP. *Lavandula × intermedia*—A Bastard Lavender or a Plant of Many Values? Part I. Biology and Chemical Composition of Lavandin. Vol. 28, *Molecules;* 2023. p. 2943.
15. Kočevar Glavač N. Pridobivanje in vrednotenje rastlinskih izvlečkov. *Farm Vestn.* 2018;69(4):259–63.
16. Raina AP, Negi KS. Comparative essential oil composition of *Lavandula* species from India. *J Herbs, Spices Med Plants.* 2012;18(3):268–73.
17. Kvrak Ş. Essential oil composition and antioxidant activities of eight cultivars of Lavender and Lavandin from western Anatolia. *Ind Crops Prod.* 2018;117:88–96.
18. Détár E, Németh ÉZ, Gosztola B, Demján I, Pluhár Z. Effects of variety and growth year on the essential oil properties of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) and lavandin (*Lavandula × intermedia* Emeric ex Loisel.). *Biochem Syst Ecol.* 2020;90.
19. Pokajewicz K, Białoń M, Svydenko L, Hudz N, Balwierz R, Marciniak D, et al. Comparative Evaluation of the Essential Oil of the New Ukrainian *Lavandula angustifolia* and *Lavandula × intermedia* Cultivars Grown on the Same Plots. *Molecules.* 2022;27(7).
20. Marolt A, Mravljak J. Antioksidanti naravnega izvora v kozmetiki = Antioxidants of natural origin in cosmetics. *Farm Vestn.* 2023;74(1):20–7.
21. Schoss K, Mravljak J. Antioksidativni potencial rastlinskih izvlečkov, pridobljenih s subkritično vodo = Antioxidative potential of plant extracts obtained with subcritical water. *Farm Vestn.* 2023;74(1):28–38.
22. Murphy MP, Bayir H, Belousov V, Chang CJ, Davies KJA, Davies MJ, et al. Guidelines for measuring reactive oxygen species and oxidative damage in cells and in vivo. *Nat Metab.* 2022 Jun 27;4(6):651–62.