

Antioksidacijska aktivnost eteričnog ulja lavande

Kos, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:582553>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-24**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište
Sjever**

Završni rad br. XX/MM/2021

Antioksidacijska aktivnost eteričnih ulja lavande

Ana Kos, 0336031277

Koprivnica, rujan 2021. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za Ime odjela

Završni rad br. XX/MM/2015

Antioksidacijska aktivnost eteričnih ulja lavande

Ana Kos, 0336031277

Mentor

Dunja Šamec, doc.dr.sc.

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

| | | | |
|-----------------------------|---|---------|------------------------------------|
| ODJEL | Odjel za prehrambenu tehnologiju | | |
| STUDIJ | preddiplomski stručni studij Prehrambena tehnologija | | |
| KRISTUPNIK | Ana Kos | IMBAG | 1301000315048 |
| DATUM | 11.6.2021. | KOLEGIJ | Sirovine u prehrambenoj industriji |
| NASLOV RADA | Antioksidacijska aktivnost eteričnog ulja lavande | | |
| NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU | Antioxidant activity of lavender essential oils | | |
| MENTOR | Dunja Šamec | ZVANJE | doc. dr. sc. |
| ČLANOVI POVJERENSTVA | 1. izv. prof. dr. sc. Bojan Šarkanj, predsjednik | | |
| | 2. Ivana Dodlek Šarkanj, dipl. ing, predavač, članica | | |
| | 3. doc. dr. sc. Dunja Šamec, mentor | | |
| | 4. doc. dr. sc. Natalija Uršulin-Trstenjak, zamjena člana | | |
| | 5. | | |

Zadatak završnog rada

| | |
|------|-------------|
| BR: | 9/PREH/2021 |
| OPIS | |

Eterična ulja biljaka našla su na veliku primjenu u prehrambenoj i kozmetičkoj industriji zbog različitih bioloških aktivnosti. Jedna od tih je antioksidacijska aktivnost koja daje podatke o potencijalnoj primjeni eteričnih ulja u sprečavanju stvaranja slobodnih radikala koji mogu oštećivati stanice te dovesti do kvarenja hrane ili pak do razvoja bolesti. Na sastav eteričnih ulja mogu utjecati različiti faktori tijekom samog rasta biljke ali i tijekom procesa destilacije, odnosno dobivanja eteričnih ulja. U ovom radu ispitat će se antioksidacijska aktivnost eteričnih ulja različitih proizvođača kako bi se odredilo koliko podrijetlo sirovine, odnosno praksa različitih prerađivača utječe na antioksidacijsku aktivnost.

ZADATAK URUČEN

9.7.2021

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE
SJEVER



Predgovor

Prije svega veliku zahvalnost želja bih izraziti mentorici doc.dr.sc. Dunja Šamec za vodstvo, strpljenje i njezinoj mogućnost raspoloživosti u svakoj fazi rada. Veliko hvala za suradnju kod izrade završnog rada i svo preneseno znanje kroz studiranje. Najveće hvala obitelji, prijateljima i svima onima sa kojima sam dijelila svoje radosti studiranja.

Također, izražavam zahvalnost mag. philol. croat. Ivani Svrtan za uloženo vrijeme i trud lektoriranja rada po pravilima hrvatskog standardnog jezika.

Zadatak mojeg rada je ispitati i opisati antioksidacijska svojstva lavande kao sirovine za izradu eteričnog ulja, njezine primjene u industriji te postupak dobivanja eteričnog ulja.

Sažetak

Eterična ulja imaju veliku vrijednost zbog toga što iz velikih količina biljnog materijala nastaje vrlo malo eteričnog ulja. Kako bi se dobilo kilogram eteričnog ulja ponekad je potrebno stotinjak kilograma biljnog materijala, a ponekad čak i tone. Različito aromatično bilje koristi se za dobivanje eteričnih ulja, a među najpoznatijima je lavanda. Eterično ulje lavande poznato je kao sredstvo protiv insekata, za osvježavanje prostora i upotrebljava se u aromaterapiji. Pronašlo je svoju primjenu u prehrambenoj, farmaceutskoj, kozmetičkoj i poljoprivrednoj industriji zbog svoje biološke aktivnosti. Jedna od bioloških aktivnosti eteričnog ulja lavande je antioksidacijska aktivnost koja je bila predmet istraživanja u ovom radu. Antioksidacijska aktivnost DPPH metodom izmjerena je u pet komercijalno dostupnih eteričnih ulja lavande i lavandina. Dobiveni rezultati pokazuju razlike u inhibiciji slobodnog DPPH radikala koja se kreće od 27 do 96%. Također u radu je opisan postupak dobivanja eteričnih ulja, njihova biološka aktivnost s naglaskom na antioksidacijsku aktivnost te botaničke i agronomske karakteristike lavande.

Ključne riječi: eterično ulje, lavanda, industrija, antioksidacijska aktivnost, DPPH

Summary

Essential oils have great value because small amount of essential oils is produced from large quantities of plant material. In order to produce a kilogram of essential oil, around a hundred kilograms of plant material may be required, sometimes even tons. Different aromatic herbs are used to produce essential oils, lavender among them. Lavender essential oil is known as a moth repellent, air freshener and for its soothing smell. It is used in pharmaceutical, cosmetic and agricultural industries. One of the biological activities of lavender essential oil is its antioxidant activity, which was the subject of research in this thesis. The antioxidant activity was measured using the DPPH method in five commercially available lavender and lavandin essential oils. The results showed a difference in inhibition of DPPH radical ranged from 27% to 96%. In addition, this thesis covers the process of essential oil production, the oils' biological activity (with an emphasis on antioxidant activity and the botanical and agronomic characteristics of lavender).

Popis korištenih kratica

DSD Direktiva o opasnim tvarima (engl. Dangerous Substances Directive)

DPD Direktiva o opasnim pripravcima (engl. Dangerous Preparations Directive)

DPPH 2,2 – difenil – 1- pikrilhidrazil radikal

GRAS Opće priznato sigurnim (engl. Generally Recognized As Safe)

FDA Uprava za hranu i lijekove (engl. Food and Drug Administration)

HPLC Visoko djelotvorna tekućinska kromatografija (engl. High Pressure Liquid Chromatography)

Sadržaj

| | | |
|--------|---|-----------|
| 1. | Uvod..... | 1 |
| 2. | Teorijski dio | 3 |
| 2.1. | Eterična ulja..... | 3 |
| 2.1.1. | <i>Način dobivanja eteričnih ulja</i> | <i>4</i> |
| 2.1.2. | <i>Hidrodestilacija u aparaturi po Clevenger-u.....</i> | <i>5</i> |
| 2.1.3. | <i>Upotreba eteričnih ulja</i> | <i>6</i> |
| 2.1.4. | <i>Eterična ulja u prehrambenoj industriji.....</i> | <i>6</i> |
| 2.2. | Lavanda kao sirovina za proizvodnju eteričnih ulja..... | 8 |
| 2.2.1. | <i>Botaničke karakteristike lavande</i> | <i>8</i> |
| 2.2.2. | <i>Uzgoj lavande.....</i> | <i>9</i> |
| 2.2.3. | <i>Proizvodnja i skladištenje eteričnog ulja lavande.....</i> | <i>11</i> |
| 2.3. | Biološka aktivnost eteričnog ulja | 12 |
| 2.3.1. | <i>Antioksidansi i antioksidacijsko djelovanje.....</i> | <i>13</i> |
| 2.3.2. | <i>DPPH metoda za mjerenje antioksidacijske aktivnosti.....</i> | <i>14</i> |
| 3. | Praktični dio | 15 |
| 3.1. | Materijali i metode | 15 |
| 3.1.1. | <i>Kemikalije i instrumenti</i> | <i>16</i> |
| 3.2. | Mjerenje antioksidacijske aktivnosti pet vrsta eteričnih ulja DPPH metodom..... | 18 |
| 3.3. | Analiza rezultata..... | 18 |
| 4. | Zaključak..... | 20 |
| 5. | Literatura..... | 21 |
| | Popis slika i tablica | 23 |

1. Uvod

Ovaj rad daje prikaz postupka dobivanja eteričnih ulja te sadrži pregled literature o lavandi kao sirovini i njenoj primjeni u industrijama. Uz teorijski dio, također je provedeno istraživanje o antioksidacijskim svojstvima pet različitih komercijalno dostupnih eteričnih ulja lavande i lavandina. Za izradu ovog završnog rada korištena je znanstvena i stručna literatura te internetske stranice kao izvor fotografija.

Biljke su se od davnina koristile za ublažavanje raznih tegoba te za razne druge svrhe. Jedan od oblika korištenja biljaka su eterična ulja koja se dobivaju destilacijom aromatičnih dijelova biljaka. Eterična ulja su tekuća, najčešće nisu obojena, topljiva su u organskim otapalima te su često manje gustoće od vode. Čestu uporabu imaju u prehrambenoj, farmaceutskoj, kozmetičkoj i poljoprivrednoj industriji. Njihova svojstva pokazuju baktericidno, virucidno, antiparazitsko, fungicidno, antimikrobno, insekticidno, sedativno i protuupalno djelovanje [1]. Biljkama u prirodi eterična ulja pomažu kao zaštita od biljojeda, za privlačenje ili odbijanje kukaca tijekom razdoblja oprašivanja. Sastav i kvaliteta ovisi o nekoliko segmenata biljke kao što su starost i kultivar biljke, organ biljke koji sintetizira ulje, uvjetima okoliša te o načinu ekstrakcije ulja. Eterično ulje može se proizvoditi od raznih dijelova biljke kao što su pupoljci, cvjetovi, lišće, u kojima je ulje pohranjeno u žljezdanim stanicama. Eteričnim (esencijalnim uljima) smiju se nazvati samo oni ekstrakti koji su dobiveni: destilacijom vodene pare, tiještenjem te direktnim zagrijavanjem bez destilacijom vodenom parom [2]. Svako eterično ulje mora biti botanički i kemijski definirano, što znači da mora sadržavati točno označenu vrstu, eventualno i podvrstu, varijetet i formu, jer botaničke vrste imaju vrlo veliko značenje za kemijski sastav ulja. Ulje koje je kemijski definirano ima točno definiran postotak koliko sadrži molekula te je on izražen postotkom (%). Taj udio postotka dobivamo kemijskom analizom, metodom plinske kromatografije. Kemijska analiza može definirati kemotip, pojavu da botanički isti materijal ovisno o mjestu rasta proizvodi ulje različitog sastava [2].

Lavanda je samonikla biljka koja najbolje raste na kamenitom tlu na području Sredozemlja. Najčešće se uzgaja plantažno na Sredozemlju, ali i izvan njega. Lavanda se sve više primjenjuje u industrijama što je i uzrok njene sve veće proizvodnje. Na Slici 1. prikazano je polje lavande. Vrlo često u Hrvatskoj se govori o "lavandi" (*Lavandula angustifolia* Miller) i "eteričnom ulju lavande" iako se zapravo ne radi o lavandi (prava ljekovita lavanda) već o lavandinu, koji je hibrid vrsta *Lavandula vera* i *Lavandula latifolia*. Primjerice, na Hvaru se najviše komercijalno uzgaja lavandin što bi značilo da to nije "Hvarska lavanda" već "Hvarski lavandin" [3]. Eterična ulja lavande mnogi proizvođači deklariraju nazivom lavanda, *Lavandula officinalis* bez obzira što prodaju eterično ulje raznih lavandina. Lavandin ima svoje prednosti tijekom uzgoja te daje bolje

prinose, no razlikuje od lavande po tome što lavandin ima drugačiji miris koji se često opisuje kao bockav, dok je miris eteričnog ulja prave lavande slatkast i ugodan. Ulje lavande iznimno je cjenjeno među eteričnim uljima zato što je poznata upotreba u tradicionalnoj medicini i korištena je kao sredstvo protiv moljaca. Upravo je eteričnim ulje lavande započelo doba moderne aromaterapije tako što je R.M. Gatefosse, otac moderne aromaterapije, opečenu ruku izliječio lavandinim uljem i uvidio svu ljekovitost ovog eteričnog ulja[4]. Pozitivna djelovanja lavande povezana su s njenim biološkim aktivnostima u koje se ubraja i antioksidacijska aktivnost. Antioksidacijska aktivnost je svojstvo koje omogućava komponentama iz ispitivanog uzorka da djeluju kao reducirajuće sredstvo, odnosno donira se vodik, a hvata kisik. Postoje različite metode za mjerenje antioksidacijske aktivnosti koje se razlikuju mehanizmom djelovanja [5].



Slika 1. Polje lavande

Izvor: <https://azra.ba teme/180936/marina-kikanovic-detaljno-nam-je-opisala-provansu-regiju-s-naljepsim-poljima-lavande>

2. Teorijski dio

2.1. Eterična ulja

Eterična ulja cijenjena su zbog toga što iz velikih količina biljnog materijala nastaje relativno malo eteričnog ulja. Za kilogram eteričnog ulja ponekad je potrebno nekoliko stotina kilograma biljnog materijala. Eterična ulja otapaju se u ne polarnim otapalima jer sadrže lipofilne molekule. Dobro se otapaju u biljnim uljima i voskovima, koncentriranom etanolu, dietil – eteru i sličnim otapalima [2]. Molekule eteričnog ulja građene su uglavnom od ugljikovih molekula s 10 – 15 ugljikovih atoma i najčešće su niske molekulske mase. Svi drugi mirisni ekstrakti koji nisu dobiveni destilacijom vodene pare, tiještenjem ili direktnim zagrijavanjem biljnog materijala bez destilacije vodenom parom nazivaju se prema načinu dobivanja, primjerice n - heksanski i CO₂ ekstrakti, te nije dozvoljeno nazivati ih eteričnim uljima [2]. Mješavine sintetskih mirisa ili smjese nije dozvoljeno nazivati eteričnim uljima, već samo mirisnim uljima. Svako eterično ulje potrebno je botanički i kemijski definirati. Botaničke oznake imaju veliki značaj za kemijski sastav ulja pa je važno definirati vrstu, eventualno i podvrstu, varijetet i formu jer oni mogu značajno utjecati na sastav i kvalitetu eteričnog ulja. Vrlo je važno pravilno označiti eterično ulje. Potrebno je pravilno označiti klasifikaciju opasnih tvari prema staroj regulativi (DSD Dangerous Substances Directive 64/548/EEC) i (DPD Dangerous Preparations Directive 1999/45/EEC), koristile su ove oznake prikazane na Slici 2. [2]:



Slika 2. klasifikacija opasnih tvari prema staroj regulativi

Izvor: <https://www.plantagea.hr/aromaterapija/etericna-ulja/>

Prema zadnjim novim (Classification Labeling Packaging Regulation) smjernicama oznake su kao što je prikazano na slici 3. [2]:

Slika 3. klasifikacija opasnih tvari po novoj regulativi

Izvor: <https://www.plantagea.hr/aromaterapija/etericna-ulja/>



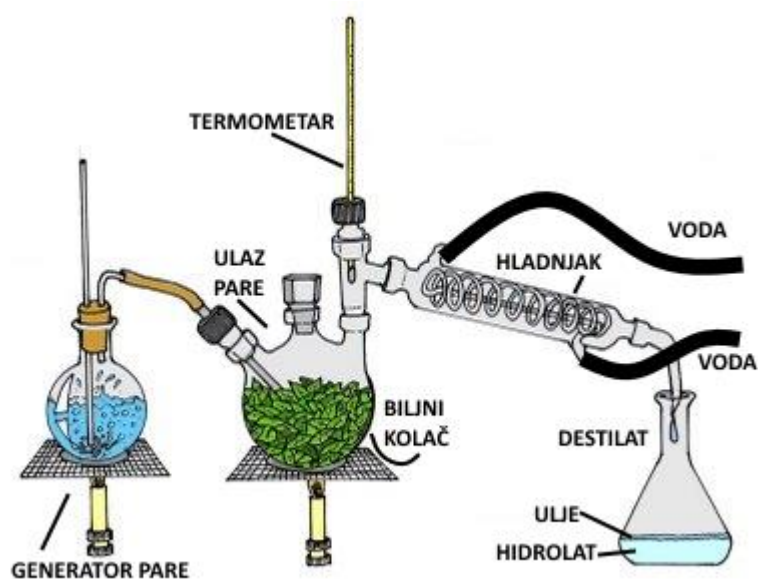
2.1.1. Način dobivanja eteričnih ulja

Postupci dobivanja eteričnog ulja su tiještenje, odnosno prešanje i primjena destilacije vodenom parom, vodena destilacija ili vodeno – parna destilacija. U procesu prešanja koristi se hidraulička preša. Kada se provodi destilacija vodenom parom potrebno je koristiti svježu ili blago prosušenu biljku koja se u jednakoj ravni postavlja na rešetke u destilatoru te se potom odozdo propušta vodena para i zatvara se destilator kako bi se započeo proces destilacije vodenom parom. Zatim se vodena para kondenzira parama eteričnih ulja u kondenzatoru potom se odvodi u separator gdje se može zamijetiti sloj eteričnog ulja i hidrolata koji se odjeljuju. Kod manjih postrojenja koristi se destilacija vodom kod koje se biljna sirovina prelijeva vodom potom se zagrijava u destilatoru s duplom stjenkom pri čemu je biljka potopljena, a pare koje nastaju kondenziraju se u kondenzatoru te se nastali destilat sakuplja u posudi u kojoj se uočava odvajanje eteričnog ulja od hidrolata. Također, moguće je provesti destilaciju i kombinacijom vode i pare tako da početni biljni materijal stavimo na perforirane rešetke, ispod kojih se nalazi voda koja ključa te se tako stvara vodena para koja prolazi odozdo kroz biljni materijal. Nastala smjesa vodene pare kondenzira s eteričnim uljem u kondenzatoru te se sakuplja u posudu te se odvaja uljna faza od hidrolata [5].

2.1.2. Hidrodestilacija u aparaturi po Clevenger-u

Hidrodestilacija je često korištena metoda izdvajanja eteričnih ulja. Biljna sirovina stavi se u posudu s vodom te se zagrijava do točke vrenja. Pri tome biljne komponente isparavaju zajedno s vodom, kondenziraju u kondenzatoru te se kapljevita smjesa odvodi u dekanter. Prednost kod hidrodestilacije je da se eterična ulja ne miješaju s vodom, te se nastalo eterično ulje može jednostavno odvojiti dekantiranjem [6]. Na Slici 4. prikazana je shema aparature za hidrodestilaciju.

Clevengerovom aparaturom smanjuje se količina komponenata eteričnog ulja koje zaostaje dispergirana u hidrosolu. Postupak hidrodestilacije po Clevenger – u primjenjuje se tako što se na tikvicu ispunjenju s prethodno odvaženim i posušenim biljnim materijalom stavlja određena količina vode koja prekriva biljni materijal, a iznad aparature po Clevenger-u sakuplja se destilat, tj. eterično ulje i kondenzat. Nakon toga odvajaju se u dvije faze koje se međusobno ne miješaju. Ulje se nalazi iznad kondenzata, a kondenzat (hidrolat) zbog manje gustoće na dnu posude. On se sa ostalim komponentama eteričnog ulja nakon dostizanja određene razine može vratiti natrag u tikvicu kako bi se odvila destilacija te se povećalo iskorištenje i kvaliteta dobivenog eteričnog ulja [7].



Slika 4. shema aparature za hidrodestilaciju

Izvor: <http://www.koval.hr/blogky/ulja/destilacija/pages.html>

2.1.3. Upotreba eteričnih ulja

Upotreba eteričnih ulja ovisi o njihovoj biološkoj aktivnosti, odnosno kemijskom sastavu. Eterična ulja koja sadrže visoki udio linalil acetata i linalola primjenjuju se u kozmetičkoj industriji kod izrade krema, losiona i parfema. Eterična ulja koja sadrže veći udio kamofora koriste se u aromaterapiji i fitoterapiji. Dominantan mirisi koji potječe iz eteričnih ulja proizlazi iz sinteze i akumulacije monoterpena u nadzemnim dijelovima biljaka. Važno je odabrati odgovarajući stupanj rasta biljke kako bi se prikupila što veća količina eteričnog ulja te se time povećala produktivnost odnosno iskorištenje preradom biljnog materijala [1].

Upotreba eteričnih ulja u aromaterapiji češće se doživljava kao upotreba aroma, a ne terapije. Aromaterapija je dio fitoterapije u kojoj se upotrebljavaju upravo eterična ulja. Svrha fitoterapije je očuvanje zdravlja, liječenje i prevencija bolesti korištenjem biljke, biljnih organa i produkta te biljnih ekstrakta te se često koristi kao alternativni način liječenja. Osim u aromaterapiji poznata je upotreba eteričnih ulja za čišćenje te dezinfekciju proizvoda te se ona često nalaze u sastavu ekoloških pripravaka. Upotreba eteričnih ulja za održavanje čistoće smatra se manje štetnim za okoliš od kemijskih sredstava [4].

2.1.4. Eterična ulja u prehrambenoj industriji

Eterična ulja, posebno ona dobivena od začinskog bilja, korištena su kao konzervansi od pradavnih vremena. Razvojem kemijske industrije oni su bili u drugom planu te su se dugi niz godina u proizvodnji koristili sintetički konzervansi, što se danas povezuje s mogućim razvojem nekih bolesti. Također, razne bakterije postale su otporne na konzervanse koji se učestalo koriste, pa se iz tog razloga sve više koriste ekstrakti aromatičnih ljekovitih biljaka i njihovih eteričnih ulja. Prirodni ekstrakti i eterična ulja kao što su lovor, ružmarin, kadulja, timijan, majčina dušica, lavanda označeni su kao GRAS sigurni od strane FDA [8].

Eterična ulja primjenjuju se kao konzervansi, u sastavu pakiranja ili jestivih premaza, a takva primjena temelji se na dobrim antioksidativnim ili antibakterijskim svojstvima eteričnih ulja. Često se u te svrhe koriste biljke iz porodice *Lamiaceae* čija eterična ulja imaju antimikrobnu i antioksidacijsko djelovanje [8]. Također, eterična ulja moguće je koristiti u tehnologiji bioaktivnog pakiranja hrane. Kod pakiranja hrane eterična ulja se mogu dodati u ambalažu kao sadržaj vrećice, kao premaz po površini ambalaže ili u obliku jestivog filma. Eterična ulja u obliku filma koriste se kod pakiranja mesa, ribe, peradi, voća, sira i kruha. Primjerice po površini ribe ili kao premaz po škampima djelotvorna su u inhibiciji *Sallmonela enteritidis*, *Listeria monocytogenes* i prirodne

mikroflora koja može dovesti do kvarenja ribe. Kod tretmana jagoda eteričnim uljem eukaliptusa produžio je trajnost jagoda tijekom skladištenja [9].

Primjer je i upotreba eteričnih ulja u mljekarskoj industriji u proizvodnji svježeg sira. Primjenom ulja origana i ružmarina u svježem siru sinergijskim učinkom djeluje se na bakteriju *Escherichia coli*. Za sir je karakteristično da je mekane teksture, sadrži manji udio soli, visoku kiselost i vlažnost. To ga čini pogodnim za rast i razmnožavanje mikroorganizama koji dovode do kvarenja i ekonomskih gubitaka. Količine eteričnih ulja koje su potrebne premašuju osjetni prag jer imaju jak miris i okus, no smanjenje senzorskih utjecaja može se postići kombiniranom upotrebom. Prethodnim istraživanjem dokazani su sinergijski učinci eteričnih ulja na inhibiciju *Staphylococcus aureus* u uzorcima svježih sireva tijekom 72h skladištenja u hladnjaku. Svaka tri dana uzimani su uzorci kako bi se provela analiza rasta mikroorganizama i analiza terpenskog sastava sira koja dolazi od eteričnih ulja. Istraživanjem je dokazano da je u homogeniziranom svježem siru u kombinaciji s eteričnim uljem došlo do smanjenja *E.coli* u odnosu na kontrolni uzorak bez eteričnog ulja [8].

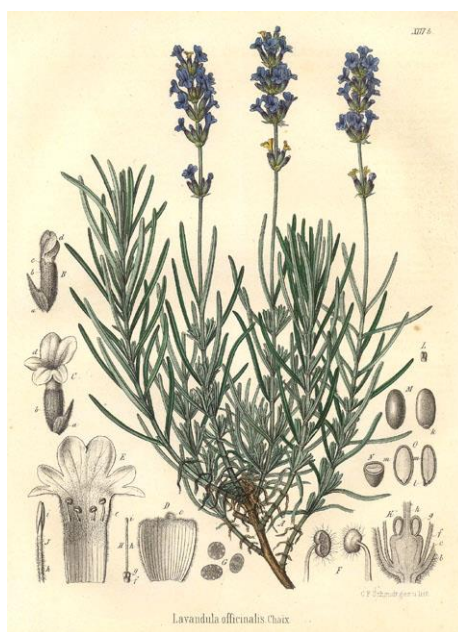
Moguća je upotreba eteričnih ulja i u mesnoj, konditorskoj i pekarskoj industriji gdje se dodaju radi poboljšanja organoleptičkih svojstava, no zbog svoje biološke aktivnosti mogu i sprečavati ili usporavati kvarenje. Takva djelovanja povezana su s njihovim antimikrobnim i antioksidacijskim djelovanjem.

2.2. Lavanda kao sirovina za proizvodnju eteričnih ulja

2.2.1. Botaničke karakteristike lavande

Od svih vrsta lavanda najstarija i najpoznatija je *L. officinalis* tj. prava lavanda. U 18. stoljeću donesena je iz Francuske na Hvar te se od tada širi po Hrvatskoj. Pretežito se uzgaja u Dalmaciji, najvećim djelom na otoku Hvaru. Tamo se uzgaja više vrsta lavandi i lavandina. U odnosu na hibridnu lavandu, prava lavanda ima gust i zbijen grm s uspravnim cvatima. Smatra se domaćom biljkom, no postoje mnogi varijeteti i vrste lavande. *L. officinalis*, prava lavanda je najpoznatija i najstarija što se istraživanjima pokazalo da iz te biljke ljudi su stoljećima stvarali hibride i podvrste [10].

Lavanda je zimzelena biljka grmaste strukture, a pod tim nazivom je poznato više vrsta biljaka iz roda *Lavandula*, porodice Lamiaceae. Ovdje su dane karakteristike prave lavande (*L. officinalis*). Stabljika može narasti do 60 cm visine, na samom dnu je drvenasta i ovisno o vrsti može biti jače razgranata. Cvjetne grane su jednostavne, duge čak 40 cm. Listovi su uski, dugi 3-5 cm i tanki, sivo do zelene boje. Plod je kalavac na kojem se nalazi četiri sjemena te se u njemu razvija 1-2 sjemena. Cvjetovi su zigomorfni s laticama svjetlo ljubičaste boje. Nalikuju klasju žita. Ova biljka cvate dvaputa prvi put u lipnju, a drugi put u rujnu. Svaki cvijet sadrži tučak i četiri prašnika. Razmnožavanje se odvija putem reznica u kolovožu, ali moguće je i sjemenom u ranoj zimi u sanducima ili na otvorenom u rano proljeće. Imaju intenzivan i ugodan miris. Cvat je u razdoblju od lipnja do kolovoza [10].



Slika 5. *Lavandula officinalis*

Izvor: <https://www.val-znanje.com/index.php/ljekovite-biljke/1034-lavanda-despik-lavandula-officinalis-chaix-ex-vill>

Voli sunčana mjesta sa plodnim i propusnim tlom. Biljka se vrlo dobro prilagođava i kamenitim područjima gdje crpi i najmanju količinu hranjivih tvari iz tla. Vrlo racionalno koristi vlagu iz tla osobito tijekom sušnih perioda. Ova vrsta lavande ima karakterističan i ugodan miris te se često koristi u proizvodnji parfema, sapuna, osvježivača zraka, biljni jastuci, čajevi. Destilacijom lavandinog cvijeta moguće je dobiti 0,5% do 1,5% eteričnog ulja. Linalol i linalilacetat glavni su sastojci eteričnog ulja. Eterično ulje ima najbolju kakvoću kada je lavanda u punom cvatu [10].

2.2.2. Uzgoj lavande

Kako bi se *L. officinalis* (prava lavanda) za uzgojila potrebno je pripremiti tlo, plodored, ishranu biljaka, razmnožavanje, zatim njegovati usjev te slijedi branje cvjetova i proizvodnja smjena. Prije nego što se lavanda zasadi potrebno je godinu dana ranije obaviti što dublje jesensko oranje. Mogući je nastanak nepropusnog sloja, no tada je potrebno preorati površinu. Nakon što se obavi pred usjev žetve preore se zemljište na dubinu 18-20 cm, nakon toga provodi se osnovna gnojidba i priprema se rahli. Sloj za sadnju debljine je od 15 cm, također poželjno je da se rahli sloj do sadnje stegne. Važno je da tlo za sadnju ne bude prekiselo, a niti prevlažno. Ukoliko ima sušnih razdoblja tlo je potrebno zalijevati. Na nižoj nadmorskoj visini nema toliko aktivnih tvari u lavandi kao na visokoj. Kod visoke nadmorske visine dolazi do više gorkih glikozida, više linolne kiseline, a manje kamfora u lavandi. Na istom mjestu ova kultura može se uzgajati 15- 20 godina. Također, lavanda se ne može zasaditi 2- 3 godine na mjestima gdje se uzgajao kukuruz zbog toga što mlade biljčice imaju veliku osjetljivost na rezidbu herbicida [9]. Prava lavanda je biljka koja ne zahtjeva nikakvu kemijsku zaštitu, smatra se ekološkom biljkom jer donosi prinose i bez korištenja mineralnih gnojiva no bez minerale gnojidbe prinos i kvaliteta eteričnog ulja je niska

Ubiranje lavande odvija se tijekom cvjetanja sedam do osam dana kad sadrži najviše eteričnog ulja. Berbu treba započeti prije pune cvatnje kako se ne bi izgubila kvaliteta cvijeta i ulja. Nužno je odrezati cvjetnu stabljiku ispod prvog para listića kako ne bi došlo do slabijeg cvjetanja iduće godine. Treba voditi i računa o stabljici te ju treba skraćivati kako ne bi ostala preduga jer se na taj način smanjuje kakvoća eteričnog ulja. U nasadu jedan radnik može ručno pomoću srpa odrezati 100-150 kg lavande. Ukoliko se radi o velikom uzgoju na plantažama, jedini ekonomski način žetve je pomoću strojeva kao što je prikazano na Slici 6. [11].



Slika 6.. Žetva lavande pomoću stroja

Izvor: <https://ishvetsov.ru/hr/lavandovye-polya-kogda-nachinayut-cvesti-lavandovye-polya-lilovye/>

Kroz sat vremena berbe strojem može se ubrati lavanda sa 0,1 – 0,3 ha. U prvoj košnji dobiju se gusti grmovi koji daju veći prinos te su biljke manje osjetljive na mraz i ne propada im sredina grma. Pravi prinos lavande se očekuje tek u petoj godini uzgoja. Iz 8-10 kg svježeg cvjeta dobije se 1 kg čistog suhog cvijeta. Za izradu eteričnog ulja reže se cvat zajedno sa stabljikom sve do krošnje [11]. Prinosi prave lavande prema starosti usjeva prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. prinos prave lavande (preuzeto iz diplomskog rada Buljević (2019) [10])

| Starost usjeva po godinama | Prava lavanda (<i>Lavandula officinalis</i>) (kg/ha) | |
|----------------------------|--|---------------|
| | svježi cvijet | eterično ulje |
| 2 | 600-800 | 3-6 |
| 3 | 1500- 2000 | 8-16 |
| 4 | 3000-3500 | 15-20 |
| 5 i stariji | 3500-4000 | 20-26 |

U Hrvatskoj kao najveće područje uzgoja lavande je otok Hvar. Hvar je poznat po uzgoju lavande te se tamo uzgaja i po nekoliko sorti lavande, ali najviše se uzgaja domaća lavanda odnosno lavandin. Lavanda se na Hvaru počela prvenstveno uzgajati zbog uništavanja vinove lose peronosporom te je došlo do prelaska na uzgoj lavande. Vinogradi na otocima postali su opustošenih te se na njihovim mjestima počela uzgajati kultura lavande i njezini križanci. U Velom Grablju na otoku Hvaru 1928. počela se uzgajati lavanda za industrijske potrebe, prvom u tom djelu Europe. Hibrid lavande sa Hvara koja danas poznata pod imenom Budrovka dobila je svoj naziv po tome što je pronađen u vrtu obitelji Budrović 1948. godine. Površina lavande na Hvaru 1939. iznosila je 4 ha, a proizvodnja ulja je nepoznata. No, 1956. lavanda je zauzela površinu od 60 ha, a 1973. 720 ha uz proizvodnju ulja do 70 tona ulja godišnje [11].

2.2.3. Proizvodnja i skladištenje eteričnog ulja lavande

Nakon branja lavande, slijedi destilacija. To je proces u kojem se pomoću vodene pare izdvaja ulje iz cvijeta. Nastala mješavina se stavlja na hlađenje te se ohlađena mješavina vode i ulja razdvaja pomoću dekantera (Slika 4). Voda koja je nastala nakon razdvajanja nazivamo hidrolat, ali ona u sebi još uvijek sadrži tragove ulja. Nastalo ulje stavlja se u posude i pohranjuje u skladište. Kod destilacije važno je voditi brigu o vodi koja se koristi u parogeneratoru. Voda treba biti mekana sa što manjim postotkom otopljenih mineralnih tvari. Za omekšavanje vode koriste se razni filteri koji se postavljaju unutar generatora. Para se ne smije pregrijati, a tlak unutar kotla treba biti između 0,5-0,8 bara. Na samom kraju paru i ulje potrebno je kondenzirati u kondenzatoru pomoću hladne vode, tako da iz njega izlazi prohodna mješavina. Kod velikog tlaka ili temperature može doći do promjene molekularne strukture, molekule mirisa te promjene kemijskih tvari tj. sastojaka. Dobit ulja može varirati ovisno o sezoni, o starosti grmlja, vremenskim uvjetima što znatno utječe na količinu i kvalitetu proizvoda. Destilacijom lavandinog cvijeta moguće je dobiti 0,5% do 1,5% eteričnog ulja. Linalol i linalilacetat glavni su sastojci eteričnog ulja a kemijski sastav prikazan je u Tablici 2. Eterično ulje ima najbolju kakvoću kada je lavanda u punom cvatu [9].

Zbog osjetljivosti, odnosno hlapljivosti eteričnih ulja važno je njima pažljivo rukovati. Eterična ulja potrebno je čuvati na tamnim, hermetičkim staklenim bocama i ne ih izlagati toplini ili teškim metalima. Ukoliko su eterična ulja pravilno pohranjena mogu se čuvati od 6 mjeseci do 2 godine. Ambalaža eteričnih ulja mora biti jasno označena. Za očuvanje kvalitete eteričnih ulja važno je čuvati ulja u posudama od kontaktnih materijala. Nekada su se ulja čuvala u bakrenim posudama presvučene kositrom, no zbog visoke cijene danas je to onemogućeno. Danas se ulja

čuvaju u posudama od nehrđajućeg čelika, aluminija, kositra ili inertnim polimerima presvučenim posudama. Kod skladištenja vrlo je važna temperatura skladišta. Temperatura koja odgovara skladištenju eteričnih ulja iznosi 15-20 C. Temperature koje iznose manje od 10 C nisu poželjne. Ukoliko spremnik za skladištenje nije pun može doći do kondenzacije vode unutar spremnika i na taj način doći do kontaminacije eteričnih ulja s vodom. Važno je voditi brigu o zaštiti od kisika, jer kisik iz zraka polako oksidira iz ulja, pogotovo ako je bogato ugljikovodicima. Ulje prave lavande razvrstava se prema kemijskoj analizi količine estera sadržanih u biljci [2].

Tablica 2. Kemijski sastav *Lavandula officinalis* (preuzeto iz diplomskog rada Buljević (2019.) [10]).

| Vrsta | Prava lavanda (<i>Lavandula officinalis</i>) |
|--------------------|---|
| Gustoća | 0,876-0,892 |
| Kamfor (%) | 0,51-1,00 |
| Kariofilen (%) | 03-12 |
| Cineol (%) | 01-02 |
| Linalol (%) | 30-49 |
| Linalil acetat (%) | 30-45 |
| Ocimene (%) | 2,5-6,0 |
| Pininene (%) | |

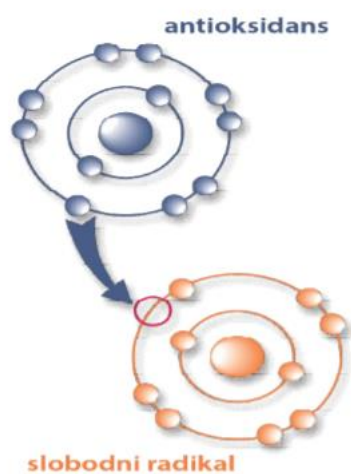
2.3. Biološka aktivnost eteričnog ulja

Na biološku aktivnost eteričnog ulja znatno utječe kemijski sastav. Najvažnije komponente kemijskog sastava u eteričnim uljima mogu se podijeliti na terpene (monoterpeni ugljikovodici, monoterpene s kisikom, seskviterpeni ugljikovodici, oksigenirani seskviterpeni) i fenilpropanske derivate i ostale spojeve. Glavna komponenta eteričnog ulja određuje njegovo djelovanje, no veliki potencijal postiže se sinergijskim djelovanjem različitih komponenti. Eterična ulja imaju različite funkcije poput antioksidativnog djelovanja, antibakterijskog, antivirusnog, antimikotičnog, protuupalnog, antitumorskog djelovanja. No, najvažnija djelovanja su antimikrobna i antioksidativna djelovanja. Eteričnom ulju lavande pripisuju se snažna antibakterijska djelovanja protiv gram pozitivnih bakterija (*Bacillus Subtilis*, *Staphylococcus aureus*) i gram negativnih bakterija (*E. coli* i *Pseudomonas aeruginosa*), gljivice *Candida* sp. i plijesni *Penicillium expansum*

i *Aspergillus niger* te postoji potencijal za njenu primjenu u sprečavanju mikrobiološkog kvarenja hrane ali i kao sredstvo s antimikrobnim učinkom npr. za čišćenje [11].

2.3.1. Antioksidansi i antioksidacijsko djelovanje

Antioksidansi su spojevi koji imaju zadatak usporavanja, odgađanja ili sprječavanja oksidacije. Neutralizacijom slobodnih radikala antioksidansi doniraju vlastiti elektron te ih tako stabiliziraju, a sami poprimaju stabilnu konformaciju [12].



Slika 7. djelovanje antioksidansa na slobodni radikal

Izvor: <https://repozitorij.ktf-split.hr/islandora/object/ktfst%3A337/datastream/PDF/view>

Preuzeto iz završnog rada, Kemijski sastav i biološka aktivnost eteričnog ulja iz sjemenki gorke naranče, V. Ana, 2017. [13]

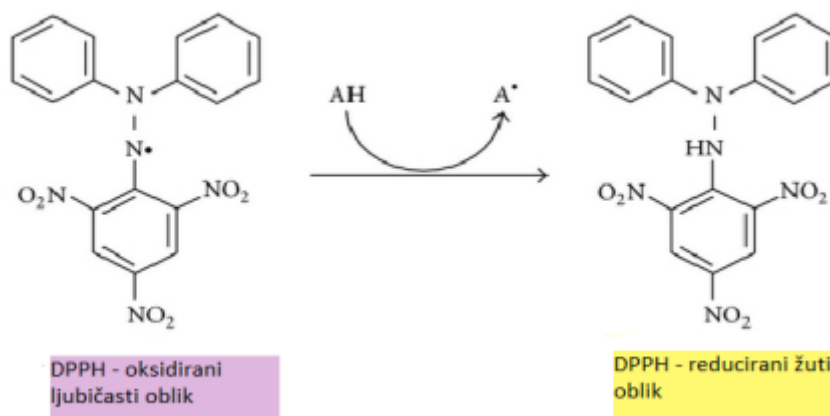
Stanje u kojem dolazi do prekomjernog stvaranja radikala naziva se oksidacijski stres te zbog toga dolazi do gubitka ravnoteže između stvaranja radikala i mogućnosti stanice da razgradi radikale. Zbog toga može doći do oštećenja stanica, ravnoteža je pomaknuta prema oksidaciji te može doći do lančanih reakcija koje u konačnici mogu potaknuti nastanak različitih bolesti kardiovaskularnog, imunološkog, probavnog i središnjeg živčanog sustava. Organizam sam stvara obranu od slobodnih radikala, no ponekad nije dovoljna te je slobodne radikale potrebno unositi hranom. Antioksidansi ne dopuštaju lančanu reakciju oksidacije te oštećenja koja nastaju u stanici oni popravljaju djelovanjem slobodnih radikala [12].

Osim negativnih djelovanja na sam organizam čovjeka, slobodni radikali mogu uzrokovati i npr. kvarenje hrane. U takvim situacijama uz prisustvu antioksidansa dolazi do neutralizacije

negativnih djelovanja slobodnih radikala te se sprečava kvarenje. Zbog toga se eterična ulja koja sadrže antioksidanse koriste, između ostalog, kao konzervansi za sprečavanje oksidacijskog kvarenja [12].

2.3.2. DPPH metoda za mjerenje antioksidacijske aktivnosti

2,2 – difenil – 1- pikrilhidrazil radikal (DPPH) je naziv za slobodni stabilni radikal koji ima ne spareni elektron te zbog toga apsorbira u vidljivom djelu spektra (ljubičasta boja) pri valnoj duljini koja iznosi 520 nm. Metoda je razvijena 1958. kada je Blois pokušao odrediti antioksidativnu aktivnost korištenjem DPPH radikala. Princip metode je da antioksidans donira vodik dušiku koji sadrži jedan ne spareni elektron koji je odgovarajućeg hidrazina molekule radikala DPPH, nakon toga prelazi u neradikalni oblik DPP(H). DPPH radikal je stabilan zbog delokalizacije elektrona preko cijele molekule te on zbog toga ne dimenzionira kao ostali slobodni radikali. [13].Upravo delokalizacija uzrokuje ljubičastu boju. Kada se odvija reakcija DPPH radikal može donirati vodikov atom, odnosno nastaje stabilna forma zbog koje dolazi do gubitka ljubičaste boje. Ta metoda je jedna od najkorištenijih u određivanju antioksidacijske aktivnosti. Metoda je jednostavna, brza i široko primjenjiva [14].



Slika 8. reakcija DPPH radikala s antioksidansom

Izvor: preuzeto iz završnog rada. (Stela, 2020.)

[file:///C:/Users/user/Downloads/stela_galusic_završni_rad%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/stela_galusic_završni_rad%20(2).pdf) [15]

3. Praktični dio

Na antioksidacijsku aktivnost eteričnog ulja lavande mogu utjecati različiti faktori tijekom uzgoja same biljke, vrsta/kultivar ali i sami proces dobivanja i skladištenja ulja. U praktičnom dijelu ovog rada cilj je bio odrediti antioksidacijska aktivnost pet različitih, komercijalno dostupnih, eteričnih ulja lavande. Kako se radi o uljima različitih proizvođača dobivenih od različitih vrsta lavande naša hipoteza je da takva ulja imaju različitu antioksidacijsku aktivnost.

3.1. Materijali i metode

Nabavljeno je pet vrsta eteričnih ulja lavande dostupnih u maloprodajnim trgovinama u Hrvatskoj. Vrsta lavande, njihov deklarirani sastav, pakiranje, cijena i proizvođač navedeni su u Tablici 3.

Tablica 3. Vrsta lavande, deklarirani sastav, pakiranje, cijena i mjesto proizvodnje istraživanih eteričnih ulja

| Uzorak | Vrsta lavande | Deklarirani sastav | Pakiranje | Cijena (kn) | Mjesto proizvodnje |
|--------|---|---|-----------|-------------|--------------------|
| 1(pra) | <i>Lavandula gustifolia</i> ssp <i>angustifolia</i> | Linalol, geraniol, limonen, kumarin | 10 ml | 91,81 | Francuska |
| 2 tao | <i>Lavandula hybrida</i> | Eterično ulje lavandina iz certificiranog ekološkog uzgoja | 10 ml | 55,00 | Njemačka |
| 3 paj | Nije definirano | Linalol; 3,7 dimetil – 1,6-oktadien -3-ol; DL- Linalol, 1,8-Cineol, beta-kariofilen, 1-p-Menthen-4-ol, bornan-2-on, @-P-mentha-1,8-dien, 7-metil-3-metilenokta-1,6-dien, geranilacetat, Pin-2(3)-en, geraniol, oct-1-en-3-ol, pin -2(10)-en, 1-octen-3-acetat, nerilacetat, p-mentha-1,4(8) | 10 ml | 26,90 | Njemačka |
| 4 ele | <i>Lavandula hybrida grosso</i> | Lavandula hybrida grosso herb oil, citral, citronelol, kumarin, geraniol, limonena, linalol | 10 ml | 24,90 | Sveta Nedjelja, HR |
| 5 (hr) | <i>Lavandula x intermedia</i> | 100% čisto eterično ulje | 5 ml | 19,90 | Hvar, HR |

3.1.1. Kemikalije i instrumenti

Popis kemikalija:

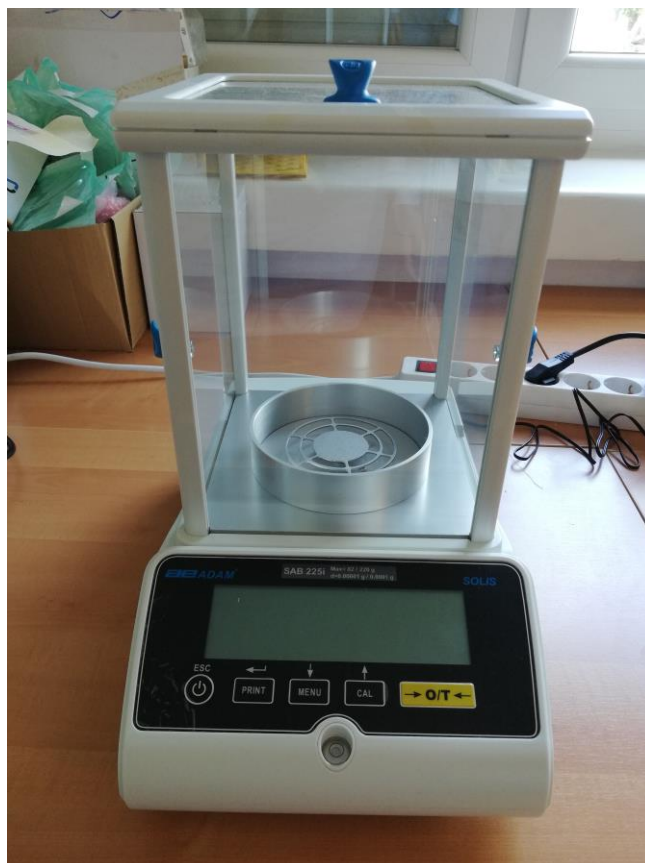
DPPH radikal, 2,2 difenil -1 – pikrilhidrazil, Sigma-aldrich chemie GmbH, Germany

Metanol, CH₃OH HPLC – GRADIENT GRADE, BDH PROLABO

Korištena aparatura:



Slika 9. spektrofotometar, UV/Visible Spectrophotometer 195-1050 nm, 4 nm bandwidth, Italija



Slika 10. analitička vaga, KERN & SOHN GmbH, Njemačka



Slika 11. Mini Vortexer homogenizator, Heathrow Scientific, Kina

3.2. Mjerenje antioksidacijske aktivnosti pet vrsta eteričnih ulja DPPH metodom

Mjerenje antioksidacijske aktivnosti provedeno je 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) testom [13]. Reakcijska smjesa DPPH radikala pripravljena je otapanjem 3.7 mg DPPH radikala u 100 mL metanola u tamnoj staklenoj bočici. Nakon potpunog otapanja radikala, automatskom pipetom 950 μ L otopine odpipetirano je u tubice od 2 mL te je u svaku dodano po 50 μ L ispitivanog eteričnog ulja. Kao slijepa proba služila je smjesa gdje je umjesto eteričnog ulja odpipetirano po 50 μ L metanola. Smjesa je dobro promiješana na vorteksu te ostavljena na sobnu temperaturu bez pristupa svjetla. Nakon 45 min, smjesa je prebačena u kivete te je mjerena apsorbancija na 510 nm nakon oduzimanja apsorbancije čistog metanola. Sva mjerenja rađena su u triplikatu.

Postotak inhibicije slobodnog radikala izračunati je prema formuli:

$$\text{postotak inhibicije (\%)} = \left(\frac{A_{sp} - A_{uz}}{A_{sp}} \right) \times 100$$

gdje je A_{sp} apsorbancija slijepe probe na 510 nm, a A_{uz} apsorbancija istraživanih eteričnih ulja.

3.3. Analiza rezultata

Na Tablici 4. prikazana je apsorbancija na 510 nm u ispitivanim eteričnim uljima. Svako eterično ulje analizirano je u triplikatu. Slične vrijednosti apsorbancije u triplikatima pokazuju da je metoda reproducibilna.

Tablica 4. Apsorbancije na 510 nm u ispitivanim eteričnim uljima

| UZORAK | I. | II. | III. |
|--------------------------|-------|-------|-------|
| 1 | 0,275 | 0,324 | 0,305 |
| 2 | 0,089 | 0,062 | 0,081 |
| 3 | 0,586 | 0,581 | 0,502 |
| 4 | 1,228 | 1,286 | 1,395 |
| 5 | 1,078 | 1,102 | 1,085 |
| SLIJEPA PROBA | 1,791 | 1,801 | 1,793 |

Iz izmjerenih apsorbancija prema gore opisanom postupku izračunata je inhibicija slobodnih DPPH radikala te su rezultati prikazani u Tablici 4. Rezultati su izraženi u % inhibicije slobodnog DPPH radikala, a za tri paralelna mjerenja izražena je i srednja vrijednost i standardna devijacija.

Tablica 5. Rezultati određivanja antioksidacijske aktivnosti eteričnih ulja lavande DPPH metodom

| UZORAK | Inhibicija slobodnog DPPH radikala % | | | Srednja vrijednost % |
|----------|--------------------------------------|-----|-----|----------------------|
| 1 | 85% | 82% | 84% | 84 ± 2 |
| 2 | 95% | 97% | 95% | 96 ± 1 |
| 3 | 67% | 68% | 72% | 69 ± 3 |
| 4 | 31% | 29% | 22% | 27 ± 5 |
| 5 | 40% | 39% | 39% | 39 ± 1 |

Uzorci eteričnih ulja koji su nakon reakcije pokazivali više vrijednosti apsorbancije (Tablica 4), pokazuju niži postotak inhibicije slobodnog DPPH radikala, odnosno kod tih uzoraka je došlo do manjeg antioksidacijskog djelovanja. Testirani uzorci prikazali su srednje vrijednosti inhibicije slobodnog DPPH radikala od 27% do 97%, najmanju inhibiciju pokazivalo je eterično ulje proizvođača iz Svete Nedjelje u Hrvatskoj, a najbolju inhibiciju eterično ulje lavandina podrijetlom iz Njemačke te Francusko eterično ulje lavande koje ima i najvišu ekonomsku tržišnu cijenu. Naši rezultati pokazuju da uzorci različitih proizvođača pokazuju različitu antioksidacijsku aktivnost u našim ispitivanim uvjetima..

Kao što je spomenuto u teorijskom dijelu ovog rada, na biološka svojstva i karakteristike ulja mogu utjecati brojni faktori prisutni tijekom uzgoja lavande ali i proizvodnje te skladištenje ulja, stoga su naši rezultati očekivani. Iako su sva ulja pakirana u tamne bočice te bila dobro zatvorena moguće je da su ona prije samog pakiranja bila izložena različitim vanjskim uvjetima koji su mogli uzrokovati razlike. Kako bi se točno odredilo koji su faktori izazvali razlike potrebno je provesti dodatna istraživanja kemijskog sastava istraživanih eteričnih ulja.

4. Zaključak

Eterična ulja primjenjivala su se u prošlosti, no imaju velik potencijal za primjenu u budućnosti u raznim granama industrije, uključujući prehrambenu. Među najpoznatijim eteričnim uljima je eterično ulje lavande koje je bilo predmet istraživanja ovog rada. Kao što je prikazano u uvodnom dijelu za kvalitetu i prinos eteričnog ulja lavande potrebno je voditi računa o svim fazama uzgoja lavande te proizvodnje, skladištenja i pakiranja eteričnog ulja lavande. U praktičnom dijelu ispitivana je antioksidacijska aktivnost pet različitih eteričnih ulja lavande dostupnih na našem tržištu te su dobiveni različiti rezultati, odnosno na antioksidacijsku aktivnost značajno je utjecalo podrijetlo/proizvođač eteričnog ulja što je vjerojatno zbog primijene različitih postupanja sa sirovinom ali i gotovim proizvodom. Za točne faktore koji utječu na antioksidacijsku aktivnost pojedinih ulja trebalo bi provesti detaljne kemijske analize plinskom kromatografijom.

5. Literatura

- [1] Š. Dora: Kemijski sastav i biološka aktivnost eteričnih ulja, diplomski rad, Kemijsko-tehnološki fakultet i medicinski fakultet, Split, 2018.
<https://repozitorij.mefst.unist.hr/islandora/object/mefst%3A657/datastream/PDF/view>
- [2] www.plantagea.hr/aromaterapija/etericna-ulja/
- [3] M. Darijo: Lavanda (*Lavandula spica* L.) – morfološka obilježja, uzgoj i uporaba, završni rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Osijek, 2019.
<https://repozitorij.fazos.hr/islandora/object/pfos%3A1934/datastream/PDF/view>
- [4] S. Marković: Fitoaromaterapija monografije esencijalnih ulja i ljekovitih biljaka temelji fitoaromaterapije, Zagreb, 2010.
- [5] B. Valentina: utjecaj primijenjene metode ekstrakcije na izolaciju bioaktivnih komponenti iz lavande, završni rad, Kemijsko - tehnološki fakultet, Split, 2018.
[file:///C:/Users/user/Downloads/butorac_valentina%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/butorac_valentina%20(1).pdf)
- [6] K. Dominik: Ekstrakcija eteričnog ulja i koncentrata iz smilja, Diplomski rad, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb, 2017.
<https://repozitorij.fkit.unizg.hr/islandora/object/fkit%3A580/datastream/PDF/view>
- [7] P. Nikolina: Utjecaj različitih tehnika ekstrakcije na iskorištenje i kvalitetu eteričnog ulja *Lavandula x intermedia* Silver, Diplomski rad, Prehrambeno – tehnološki fakultet, Osijek, 2021.
<https://zir.nsk.hr/islandora/object/ptfos:2181>
- [8] Š. Andrea: Biološka aktivnost eteričnog ulja, hidrolata i biljnog ekstrakta odabranog samoniklog ljekovitog bilja i mogućnost primjene u prehrambenoj industriji, Diplomski rad, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, 2020.
<https://repozitorij.pbf.unizg.hr/islandora/object/pbf%3A3771/datastream/PDF/view>
- [9] K. Jelena: antifungalni učinak eteričnih ulja *Cinnamomum cassia* i *Litsea cubeba* na odabrane plijesni roda *Penicillium* pri aw 0,98 i 0,93, Diplomski rad, Prehrambeno – tehnološki fakultet, Osijek, 2016. <https://zir.nsk.hr/islandora/object/ptfos%3A1006/datastream/PDF/view>
- [10] B. Marko: Tehnologija proizvodnje i zaštita lavande (*Lavandula officinalis* L.), Diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Osijek, 2019.
<https://repozitorij.fazos.hr/islandora/object/pfos:2013>
- [11] G. Antonio: Morfološka obilježja i ljekovita svojstva lavande, te mogućnosti njezina uzgoja, završni rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Osijek, 2016.
<https://repozitorij.fazos.hr/islandora/object/pfos%3A865/datastream/PDF/view>

- [12] E. Ivana: Određivanje antioksidativne aktivnosti beta-blokatora HPLC-DPPH metodom, Diplomski rad, Farmaceutsko – biokemijski fakultet, Zagreb, 2019.
<https://repozitorij.pharma.unizg.hr/islandora/object/pharma%3A2081>
- [13] V. Ana: Kemijski sastav i biološka aktivnost eteričnog ulja iz sjemenki gorke naranče, preddiplomski studij, Kemijsko – tehnološki fakultet, Split, 2017.
<https://zir.nsk.hr/islandora/object/ktfst%3A337/datastream/PDF/view>
- [14] W.Brand -Williams, M.E. Cuvelier and C. Berset: Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, Lebensm. – Wiss. U. – Technol. 28: 25 – 30.
- [15] G. Stela: Metode određivanja antioksidacijske aktivnosti, završni rad, Prehrambeno – biotehnološki fakultet, Zagreb, 2020.
[file:///C:/Users/user/Downloads/stela_galusic_zavrsni_rad%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/stela_galusic_zavrsni_rad%20(2).pdf)

Popis slika i tablica

Slika 1. Polje lavande

Slika 2. klasifikacija opasnih tvari prema staroj regulativi

Slika 3. klasifikacija opasnih tvari po novoj regulativi

Slika 4. shema aparature za hidrodestilaciju

Slika 5. *Lavandula officinalis*

Slika 6. Žetva lavande pomoću stroja

Slika 7. djelovanje antioksidansa na slobodni radikal

Slika 8. reakcija DPPH radikala s antioksidansom

Tablica 1. prinos prave lavande (preuzeto iz diplomskog rada Buljević (2019))

Tablica 2. Kemijski sastav *Lavandula officinalis* (preuzeto iz diplomskog rada Buljević (2019.))

Tablica 3. Vrsta lavande, deklarirani sastav, pakiranje, cijena i mjesto proizvodnje istraživanih eteričnih ulja

Tablica 4. Apsorbancije na 510 nm u ispitivanim eteričnim uljima

Tablica 5. Rezultati određivanja antioksidacijske aktivnosti eteričnih ulja lavande DPPH metodom

Plag Scan report:

[file:///C:/Users/user/Downloads/Plag%20Scan%20report%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Plag%20Scan%20report%20(1).pdf)