

OSNOVNA ŠOLA ŽIRI

MOČ ETERIČNIH OLJ

Kemija
raziskovalna naloga

Avtorici: Maruška DEMŠAR
Blažka MLINAR

Mentorica: Lilijana JUSTIN, PRU kemije

Žiri, 2022

I KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	NAMEN NALOGE	1
1.2	HIPOTEZE	1
2	TEORETIČNI DEL	2
2.1	POGLED V PRETEKLOST ETERIČNIH OLJ	2
2.2	BOTANIKA RASTLINE	2
2.2.1	Poprova meta Arial 12, NE krepko (velja za vsa podpodpoglavja)	2
2.2.2	Pomaranča	3
2.3	POSTOPKI PRIDOBIVANJA	5
2.3.1	Destilacija	5
2.3.2	Parna destilacija	5
2.3.3	Ekstrakcija	5
2.3.4	Ekstrakcija po Soxhletu	7
2.3.5	Ultrazvočna ekstrakcija	7
3	RAZISKOVALNI DEL	8
3.1	METODOLOGIJA	8
3.1.1	Opis in priprava vzorcev raziskave	8
3.1.2	Opis merskih instrumentov	10
3.1.2.1	Tehnika	10
3.2	PARNA DESTILACIJA	10
3.2.1	Sestava aparature	10
3.2.2	Postopek izdelave eteričnega olja s parno destilacijo	10
3.2.3	Intervju z gospo Irmo Dolinar	12
3.3	EKSTRAKCIJA PO SOXHLETU	12
3.3.1	Sestava aparature	12
3.3.2	Postopek izdelave eteričnega olja z ekstrakcijo po Soxhletu	13
3.3.2.1	Opis in sestava rotavaporja	14
3.3.2.2	Postopek rotavapiranja	14
3.4	ULTRAZVOČNA EKSTRAKCIJA	15
3.4.1	Sestava aparature	15
3.4.2	Postopek izdelave eteričnega olja z ultrazvočno ekstrakcijo	16
3.5	POSKUS	18
4	REZULTATI	19
4.1	KOLIČINA PRIDOBLENEGA ETERIČNEGA OLJA	19
4.1.1	Parna destilacija	19
4.1.2	Ekstrakcija po Soxhletu	20
4.1.3	Ultrazvočna ekstrakcija z metanolom	20
4.1.4	Ultrazvočna ekstrakcija s heksanom	20
4.1.5	Odstopanja	20
4.2	REZULTATI POSKUSA	21
5	RAZPRAVA	24
6	ZAKLJUČEK	25
7	VIRI IN LITERATURA	26

II KAZALO SLIK

Slika 1: Poprova meta	2
Slika 2: Pomaranče	4
Slika 3: Postopek parne destilacije	5
Slika 4: Centrifuga	7
Slika 5: Lij ločnik.....	7
Slika 6: Aparatura za ekstrakcijo po Soxhletu	13

III KAZALO FOTOGRAFIJ

Fotografija 1: Sušenje pomarančnih olupkov	8
Fotografija 2: Posušeni pomarančni olupki	9
Fotografija 3: Posušena poprova meta	9
Fotografija 4: Mletje pomarančnih olupkov	9
Fotografija 5: Zmleti pomarančni olupki	9
Fotografija 6: Zmleta poprova meta	9
Fotografija 7: Skica destilacije z vodno paro	10
Fotografija 8: Nasutje poprove mete v posodo za zelišča	10
Fotografija 9: Aparatura za parno destilacijo.....	11
Fotografija 10: Ločevanje hidrolata in eteričnega olja	11
Fotografija 11: Tehtanje vzorca pomaranče.....	13
Fotografija 12: Poprova meta v Soxhletovem filtru.....	13
Fotografija 13: Ekstrakcija po Soxhletu.....	14
Fotografija 14: Rotacijski uparjalnik- rotavapor	15
Fotografija 15: Aparatura za ultrazvočno ekstrakcijo	15
Fotografija 16: Tehtanje vzorcev	16
Fotografija 17: Vzorci za ultrazvočno ekstrakcijo	16
Fotografija 18: Zmes topil ter vzorcev za ultrazvočno ekstrakcijo	17
Fotografija 19: Ultrazvočna kopel	17
Fotografija 20: Sestav za filtriranje zmesi	18
Fotografija 21: Zmes hidrolata in eteričnega olja obeh vzorcev	19
Fotografija 22: Ločeno eterično olje od hidrolata	19

IV KAZALO GRAFOV

Graf 1: Primerjava eteričnih olj poprove mete	21
Graf 2: Primerjava eteričnih olj pomaranče.....	21
Graf 3: Primerjava eteričnih olj pridobljenih z ekstrakcijo po Soxhletu	22
Graf 4: Primerjava eteričnih olj pridobljenih s parno destilacijo	22
Graf 5: Primerjava eteričnih olj pridobljenih z ultrazvočno ekstrakcijo z metanolom	23
Graf 6: Primerjava eteričnih olj pridobljenih z ultrazvočno ekstrakcijo s heksanom	23

Zahvala

Zahvaljujeva se najini mentorici Lilijani Justin za pomoč in usmerjanje pri izdelavi raziskovalne naloge.

Zahvaljujeva se g. Damjanu Janu Pavlici s Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Ljubljana za razumljivo razlago delovanja instrumentov ter pomoč pri opravljanju analiz.

Zahvaljujeva se gospe Irmi Dolinar iz podjetja Sevilla v Žireh za pomoč izvedbe parne destilacije ter za izposajo destilacijske aparature.

Nazadnje se zahvaljujeva še najini družini za pomoč in podporo pri pisanju naloge.

Povzetek

V življenju radi poskušava različne stvari, zato sva se odločili, da bova nova znanja in izkušnje pridobili še preko raziskovalnega dela. Zanimalo naju je, kako bi lahko iz izbrane zdravilne rastline (poprove mete in pomarančnih olupkov) pridobili aromatično eterično olje, ki ga vsebujeta. Pri pregledu strokovne literature sva ugotovili, da je izvedba mogoča s pomočjo postopkov destilacije z vodno paro ter ekstrakcij. Eksperimentalno delo je v osnovni šoli neizvedljivo z razpoložljivo opremo, zato sva s pomočjo mentorice navezali stik ter postopke izvedli v laboratorijih Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo v Ljubljani in v prostorih podjetja Sevilla, kjer sta takšna oprema in strokovno znanje na voljo.

V laboratorijih Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo v Ljubljani sva izvedli ekstrakcijo po Soxhletu in ultrazvočno ekstrakcijo z različnimi topili - heksanom in metanolom. Parno destilacijo pa sva izvedli v domačem kraju, v podjetju Sevilla. Pri izvedbah postopkov sva ugotovili, da se največ olja pridobi iz ekstrakcije po Soxhletu, ni pa najbolj dišeče. Pomarančni olupki vsebujejo več eteričnega olja kot enako obdelan vzorec poprove mete. Po pridobljenih podatkih izvedenega poskusa sva ugotovili, da sta vzorca pridobljena s postopkom parne destilacije ocenjevalcem najbolj aromatična.

Ključne besede: pomaranča, poprova meta, destilacija z vodno paro, ekstrakcija po Soxhletu, ultrazvočna ekstrakcija.

1 UVOD

1.1 NAMEN NALOGE

V okviru raziskovalne naloge sva raziskovali moč poprove mete in pomaranče. V naravi je veliko različnih vrst mete in vse vsebujejo eterično olje z značilnim vonjem po mentolu. Poprovo meto (*Mentha x piperita*) sva izbrali, ker je med njimi najbolj aromatična. Pomarančo (*Citrus x sinensis*) pa sva izbrali zaradi osvežujočega vonja in predvsem, ker naju je zanimalo, katero od eteričnih olj obeh posušenih rastlin najlepše diši.

Na spletni strani Kemijska sestava in pridobivanje eteričnih olj (http://www.kii3.ntf.uni-lj.si/e-kemija/file.php/1/output/etericna_olja2/) sva poiskali postopke pridobivanja eteričnih olj iz zdravilnih rastlin in začimbnic. Navedeno je, da se pridobi največ eteričnega olja s postopkom destilacije z vodno paro ter z ekstrakcijo.

Spoznanje, da imamo v šolskem laboratoriju pomanjkljivo laboratorijsko opremo za izvedbo najinih analiz, naju je pripeljalo do iskanja ustreznih institucij. Kontaktirali sva profesorja na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo v Ljubljani, kjer sva izvedli en del analize, in sicer ekstrakcijo. Del analize »Destilacijo z vodno paro« in intervju pa sva izvedli z gospo Irmo Dolinar, ki se profesionalno ukvarja s pridobivanjem eteričnih olj in deluje v domačem kraju.

1.2 HIPOTEZE

V skladu s tem, kar naju je zanimalo, sva postavili tri hipoteze:

Hipoteza 1: Več eteričnega olja bova pridobili iz mete kot iz pomaranče.

Hipoteza 2: S postopkom ekstrakcije nastane več eteričnega olja kot s postopkom parne destilacije.

Hipoteza 3: Lepše diši eterično olje pridobljeno z destilacijo kot z ekstrakcijo.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 POGLED V PRETEKLOST ETERIČNIH OLJ

Po raziskavah zgodovinskih virov so eterična olja uporabljali že 4.500 let pred našim štetjem. Stari Egipčani so prvi odkrili potencial dišav. Dokazi pričajo, da so olja in aromatične snovi uporabljali za zdravljenje bolezni, izvajanje obredov in verskih svečanosti v templjih in piramidah. Pri balzamiranju so uporabljali tri vrste eteričnih olj. Kot pričajo staroegipčanski hieroglifi in kitajski rokopisi, so olja uporabljali duhovniki in zdravniki. V Svetem pismu so eterična olja omenjena 188-krat. Nekatera cenjena olja, kot so olje kadilne bosvelije, mirtino, rožmarinovo, cimetovo in olje kitajskega cimetrovca so se uporabljala za maziljenje in zdravljenje bolnih. Tudi svetopisemski preroki so poznali vrednost eteričnih olj kot zaščite pred boleznimi. Do ponovnega uvajanja eteričnih olj v sodobno medicino je začelo prihajati v poznem 19. in zgodnjem 20. stoletju. Od takrat se eterična olja tradicionalno uporabljajo za uničevanje škodljivih mikrobov kot tudi za uravnovešanje razpoloženja, dviganje življenjske moči in odpravljanje negativnih čustev (<http://www.esenca-zivljenja.si/index.php/aromaterapija>; 20. 12. 2021).

2.2 BOTANIKA RASTLINE

2.2.1 Poprova meta

OPIS

Poprova meta je od 50 do 90 centimetrov visoka rastlina iz družine ustnatic. Ima gola stebela, listi so pecljati, podolgovati ter koničasti z izrazito nazobčanim robom. Na stranskih poganjkih pa rastejo cvetovi v klasastem socvetju. Raste predvsem v Evropi, kjer prevladuje temno zelena sorta, manj pa je svetlo zelenih sort. Poprove mete ne najdemo v naravi, saj se ne razmnožuje s semeni. Najdemo jo na vrtovih ali njivah, kjer jo gojijo npr. s potaknjenci. Glede na to, da je križanec, poznamo tudi veliko drugih vrst poprove mete. To so črna meta, zelena meta, njivska meta, vodna meta, kodrasta meta ... (<https://www.gorenske-lekarne.si/svetovanje-clanek/poprova-meta>).

Poprovo meto je opisal konec 18. stoletja švedski biolog Carlous Linnaeus in jo uvrstil v samostojno vrsto. Kasneje pa je ugotovil, da je križanec med klasasto in vodno meto, a ta podatek ni točen. Meta se zlahka križa, zato obstaja v mnogih vrstah. Že stoletja je znana kot začimba in zdravilo, poleg kamilice najbolj priljubljena in znana zdravilna začimba. Gojili so jo že Egipčani in Grki ter jo zaradi ostrega vonja uporabljali kot dražilno sredstvo in krepčilo za živce. Poprova meta je tudi del grške mitologije (https://sl.wikipedia.org/wiki/Poprova_meta).



Slika 1: Poprova meta

ZDRAVILNI UČINKI IN UPORABA

Poprova meta vsebuje od 0,1 do 1 % eteričnega olja. V njem so našli mentol (29-48 %), menton (20-31 %), mentilacetat (3-10 %), mentofuran (1-7 %), limonen, pulegon (1-11 %), 1,8-cineol (6-7,5 %) in druge sestavine. Za pridobivanje se priporoča destilacija z vodno paro iz cvetoče rastline. Olje, ki nastane, je blede rumena ali zelenkasta tekočina. Deluje antiseptično, blaži bolečine in ima mnoge blagodejne vplive na naše zdravje, predvsem za blaženje krčev prebavnega trakta, pospeševanja izločanja žolča ter preganjanja vetrov, na koži pa daje rahel občutek hlajenja. Leta 2007 so italijanski znanstveniki objavili rezultate študije, ki kaže, da so bolniki 4 tedne jemali kapsule s poprovo meto in s tem za 75 % zmanjšali pojavnost sindroma iritabilnega kolona. Uporablja se tudi kot dodatek, ki daje okus farmacevtskim izdelkom. To so zdravila proti kašlju in prehladu, ter takim, ki pospešujejo prebavo in zbujajo tek. Je tudi dodatek mnogim prehrabnim izdelkom, kot so bomboni, žvečilni gumiji, slaščice in brezalkoholne pijače. Dodajajo ga tudi tobaku. Lahko je tudi dišavna komponenta v milih, detergentih, kozmetičnih izdelkih, zobnih pastah, kolonjskih vodah in parfumi (http://www.kii.ntf.uni-lj.si/etolja/a.htm).

Zdravilnost poprove mete se nanaša na vsebnost mangana, vitamina A in C, vlaknin, kalcija, železa, kalija, magnezija, omega 3 maščobnih kislin ... Uporabljajo se predvsem zeleni listi mete, ki jih nabiramo tik pred cvetenjem. Za uporabo jih je treba posušiti, čez poletje pa se lahko uporabljajo tudi sveži lističi (https://www.farmedica.si/si/dodatki/rastlina-poprova-meta.html).

Zanimiv podatek je, da so jo Američani leta 1992 pridelali kar 3200 ton.

Uporablja se tudi na vrtu, kjer pospešuje rast paradižnika in izboljšuje njegov okus, izboljša pa tudi rast solate in korenja ter odganja polže in miši (https://www.pomurske-lekarne.si/tocka-zdravja/meta-poprova-mentha-x-piperita).

2.2.2 Pomaranča

OPIS

Pomaranča ali oranža je sadež iz rodu citrus. Je rezultat davnega križanja, verjetno med pomelom in mandarino, a že stoletja uspeva kot samostojno drevo, ki se razmnožuje s potaknjenci.

Pomaranča je poznana v nešteti podvrstah, a skoraj vse spadajo v podvrsto sladkih pomaranč, medtem ko je podvrsta grenkih pomaranč skoraj neznana.

PODVRSTE

Sladka pomaranča je priljubljen zimski sadež, splošno poznan na Slovenskem. Danes je tudi sicer najbolj razširjen v nešteti podvrstah. Nekatere pomaranče so rumene, druge rdeče, nekatere večje in lepše, druge bolj skromnega videza in tanjšega olupka, a bolj sočne in zato primerne za sokove. Vsekakor se vse sladke pomaranče uporabljajo sveže; edini industrijski poseg na sadežih je pridobivanje sokov s kratko zapadlostjo, čigar stranski produkt so semena, ki so uporabna za pridobivanje olja.

Grenka pomaranča se razlikuje od sladke po daljših trnih ob listih, po temnejši barvi listov, po močnejšem vonju listja in cvetov, po bolj živo obarvanem in bolj hrapavem olupku ploda, predvsem pa po sladko-grenkem okusu krljev. Sadje je sicer okusno, a pride redko na trg, ker se večinoma izkoristi v živilski in farmacevtski industriji. Olupljeni krlji se uporabijo za marmelade in kandirano sadje, iz olupkov se izdelujejo likerji. Tudi industrija zdravil uporablja predvsem olupke za pripravo prebavnih sredstev in pripomočkov pri želodčnih motnjah.



Slika 2: Pomaranče

ESENCE

Pomarančni olupek je zelo bogat vir eteričnih olj, od katerih so najvažnejše: olje grenke pomaranče, olje sladke pomaranče, pomarančevi terpeni in deterpenirana esenca. Neroli je cvetna esenca in se pridobiva iz cvetov pomaranče, petitgrain pa je listna esenca ali eterično olje in se pridobiva iz listov pomaranče.

Esenčno (eterično) olje grenke pomaranče je oljnata tekočina svetlo rumene ali oranžne barve, ki se pridobiva iz olupkov grenkih pomaranč. Je grenkega okusa in delno topljivo v alkoholu. Sestavljeno je v glavnem iz limonina. Zbuja tek in pospešuje prebavo.

Esenčno olje sladke pomaranče je tekočina rumeno-oranžne barve, sladkega okusa in prijetnega vonja, ki se z lahkoto topi v alkoholu. Vsebuje preko 90 % limonina. Uporablja se predvsem za izdelavo parfumov in likerjev, a je običajno ponarejeno z esenčnim oljem grenke pomaranče ali limone in s terpeni.

Pomarančev terpen je brezbarvna tekočina, skoraj čisti limonin, in se uporablja samo za industrijsko ponarejanje pomarančevih in limoninih esenc.

Limonin je umetno narejena kislina v prahu za osvežujočo pijačo z okusom po limoni.

Petitgrain je nekakšna imitacija nerolija. Pridobiva se z destilacijo listov in mladih vejic grenke pomaranče.

Deterpenirana esenca je tista, iz katere so bili kemijsko odstranjeni terpeni, ki večkrat negativno vplivajo na vonj in bistrost esence. Po deterpenaciji postane tekočina temno rumena, lahko topljiva in predvsem močno dišeča po pomaranči.

Cvetna esenca ali neroli se pridobiva iz samih cvetov in je razumljivo zelo dragocena. Uporablja se za kvalitetne parfume, a je večkrat ponarejena.

ZDRAVILSTVO

V zdravilstvu se uporabljajo razni deli pomaranče, predvsem lupina nezrelega plodu, listje in cvetje grenke pomaranče. Nezreli plod, ko ga je še samo lupina, je najbolj primeren za izdelovanje galenskih preparatov, ki pospešujejo tek, na primer sirupov, čajev, tinktur in praškov. Iz cvetov destilirajo nanfo, to je vodo, ki se uporablja kot dodatek in redčilo za razne preparate. Iz listov se pridobiva aromatični kis, ki je podlaga dezinfekcijskih sredstev za ustno votlino in grlo. (<https://sl.wikipedia.org/wiki/Pomaran%C4%8Da>)

2.3 POSTOPKI PRIDOBIVANJA

Eterična olja pridobivamo na različne načine. Najpogostejše metode pridobivanja so:

- ekstrakcija s florasolom - s podhlajenim plinom z nizkim vreliščem,
- stiskanje,
- ekstrakcija po Soxhletu,
- ekstrakcija z organskimi topili,
- parna destilacija
- ultrazvočna ekstrakcija.

(<http://www.etericna-olja.si/p/pridobivanje-etericnih-olj.html>; 9. 2. 2022)

2.3.1 Destilacija

Destilacija je termodifuzijska operacija (<https://sl.wikipedia.org/wiki/>), pri kateri ločujemo komponente na osnovi njihovih različnih hlapnosti izraženimi s temperaturo vrelišč. Skozi čas se je pojavilo še več procesov za ločevanje komponent, tako pod tlakom kot v vakuumu.

UPORABA DESTILACIJE

Destilacija se uporablja za številne komercialne procese, kot so proizvodnja bencina, destilirane vode, alkohola, parafina, kerozina in mnogih drugih tekočin. Tudi pline najprej utekočinijo in jih s frakcionarno destilacijo ločijo. Na primer: dušik, kisik in argon se destilirajo iz zraka.

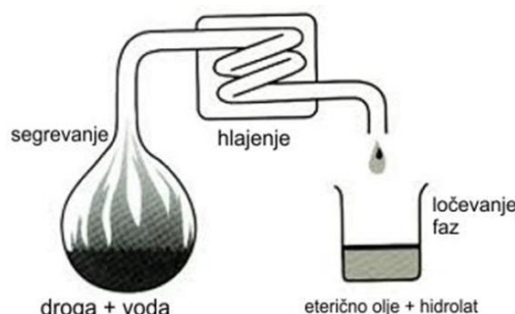
VRSTE DESTILACIJE

Poznamo preprosto destilacijo, parno destilacijo, frakcionarno destilacijo (med seboj se zbirajo različne hlapne frakcije), destruktivno destilacijo (ponavadi se material segreje, tako da se razgradi v spojine za zbiranje) in vakuumsko destilacijo (uporablja se za ločevanje komponent z visokimi vrelišči).

2.3.2 Parna destilacija

Parna destilacija je postopek, pri katerem s segrevanjem droge in uvajanjem vroče vodne pare izločimo iz rastline eterična olja. Za pridobivanje večjih količin eteričnega olja se uporabljajo destilacijski kotli. Dobimo zmes vode in eteričnega olja, ki ji pravimo tudi cvetna voda ali hidrolat (<http://www.etericna-olja.si/p/pridobivanje-etericnih-olj.html#Parna%20destilacija>).

Pri destilaciji z vodno paro v vodni pari aromatične žleze v rastlini popokajo in eterično olje izhlapi skupaj z vodnimi kapljicami. Ko gre para skozi vodni hladilnik, se znova utekočini in na koncu dobimo vodo (hidrolat) in eterično olje. Eterično olje ni topno v vodi, zato ostane na površini (<https://www.magnolija.si/blog/2012/09/na-destilaciji-lavandina-zajblja-in-bora/>).



Slika 3: Postopek parne destilacije

(<http://www.etericna-olja.si/p/pridobivanje-etericnih-olj.html>; 13. 2. 2022)

2.3.3 Ekstrakcija

Ekstrakcija ali izluževanje je kemijska metoda, ki omogoča prenos molekul željene snovi iz trdne zmesi ali raztopine v drugo tekočo fazo s pomočjo topila. Ekstrakcija iz trdnih snovi temelji na različni topnosti posameznih spojin v ekstrakcijskem topilu, ekstrakcija iz raztopin pa na različni

topnosti in porazdeljevanju spojin iz zmesi v dveh topilih, ki se med seboj ne mešata (običajno voda in organsko topilo).

UPORABA

Je zelo pogosta metoda v kemijskem laboratoriju in se uporablja po končanih reakcijah sintez za izolacijo in čiščenje organskih spojin z različnimi fizikalno-kemijskimi lastnostmi.

KAKOVOST EKSTRAKCIJE

Na kakovost ekstrakcije vpliva topnost snovi in topilo.

Ekstrakcija je osnovana na različni porazdelitvi snovi med ekstrakcijskimi topili in torej temelji na različni topnosti snovi v dvo ali več faznih sistemih. Topnost snovi v topilu je odvisna od njene sposobnosti tvorjenja vezi s topilom, pri tem ima velik vpliv polarnost oz. nepolarnost topiljenca in topila.

Pri izbiri ekstrakcijskega sredstva moramo upoštevati lastnosti snovi, ki jo želimo ekstrahirati. Upoštevati moramo stabilnost, saj iskana snov ne sme kemijsko reagirati s topilom in možnost enostavne odstranitve topila po končani ekstrakciji. V večini primerov je ena od tekočih faz pri ekstrakciji voda. Medtem ko mora organsko topilo, ki ga uporabimo, ustrezati naslednjim lastnostim:

- se ne meša z vodo,
- topljenec mora biti v njem čim bolj topen,
- izkazovati mora čim večjo selektivnost, da se poleg iskane snovi v njem raztaplja čim manj ostalih snovi,
- ne reagira z vodo in snovmi, ki jih želimo ekstrahirati,
- ima čim boljši porazdelitveni koeficient za snov, ki jo ekstrahiramo (posledično je potrebnih manj stopenj ekstrakcije),
- ima nizko gostoto, saj tako hitreje pride do ločitve faz,
- ima veliko stabilnost in relativno nizko vrelišče, da ga lahko po uporabi enostavno odstranimo z odparevanjem,
- je nestrupeno in nevnetljivo.

POTEK EKSTRAKCIJE

Ekstrakcija navadno poteka v posodah, ki jih stresamo na stresalniku, saj na ta način zagotovimo optimalno mešanje faz in dobro porazdelitev topiljenca med fazama. Po ekstrakciji fazi ločimo z lijem ločnikom ali jih odcentrifugiramo. Optimalne pogoje ekstrakcije določimo empirično z izbiro različnih topil, prostorninskih razmerij, temperature, moči stresanja in številom ekstrakcij. Pomembno je poznati tudi odvisnost porazdelitve snovi med topili, saj lahko s prilagajanjem časa ekstrakcije vplivamo na večjo selektivnost procesa.

Ekstrakcija nikoli ni povsem specifična, saj se poleg iskane snovi v ekstrakcijskem sredstvu raztapljajo tudi druge, po topnosti podobne snovi. Pogosto le enostopenjska ekstrakcija ne zadostuje za željno ločitev snovi, zato uporabimo več zaporednih stopenj ekstrakcije z manjšimi količinami topila in tako dobimo večji izkoristek. V praksi zadostuje, da postopek ponovimo 3–5-krat.

OPREMA

V laboratorijih se najpogosteje uporablja lij ločnik. S stresanjem dosežemo mešanje faz, ki se nato ločijo zaradi gravitacije, to pa omogoča preprosto ločitev. Spodnjo, specifično težjo fazo ločimo od zgornje, specifično lažje tako, da jo spustimo skozi ventil lija ločnika. V industriji se uporabljajo različne naprave, ki omogočajo stik med dvema fazama in pogosto vsebujejo centrifuge.

VRSTE EKSTRAKCIJ

Poznamo več vrst ekstrakcij, kot so: ekstrakcija po Soxhletu, ultrazvočna ekstrakcija, ekstrakcija z mikrovalovi, ekstrakcija pri povišanem tlaku, pospešena ekstrakcija in superkritična ekstrakcija.



Slika 4: Centrifuga



Slika 5: Lij ločnik

2.3.4 Ekstrakcija po Soxhletu

Soxhletov ekstraktor je del laboratorijske naprave, ki jo je leta 1879 izumil Franz von Soxhlet.

UPORABA

Običajno se Soxhletova ekstrakcija uporablja, kadar ima želena spojina omejeno topnost v topilu in je nečistoča netopna v tem topilu. Omogoča nenadzorovano in neupravljano delovanje, hkrati pa učinkovito reciklira majhno količino topila za raztapljanje večje količine materiala.

Topilo segrejemo. Hlapi topila potujejo navzgor po destilacijski roki in poplavlajo v komoro, v kateri je naprstek trdne snovi. Kondenzator zagotavlja, da se vsi hlapi topila ohladijo in kapljajo nazaj v komoro, v kateri je trdni material. Komora s trdnim materialom se počasi napolni s toplim topilom. Nekaj zelene spojine se raztopi v topilu. Ko je Soxhletova komora skoraj polna, se komora izprazni s sifonom. Topilo se vrne v destilacijsko bučko. Naprstek zagotavlja, da hitro gibanje topila ne prenaša nobenega trdnega materiala v lonec za mirovanje. Ta cikel se lahko ponovi večkrat, več ur ali dni.

Med vsakim ciklom se del nehlapne spojine raztopi v topilu. Po številnih ciklih se zelena spojina koncentrira v destilacijski bučki. Prednost tega sistema je, da se namesto številnih porcij toplega topila skozi vzorec reciklira samo ena serija topila.

Po ekstrakciji se topilo odstrani, običajno s pomočjo rotacijskega uparjalnika, pri čemer dobimo ekstrahirano spojino. Netopni del ekstrahirane trdne snovi ostane v naprstniku in se običajno zavrže.

2.3.5 Ultrazvočna ekstrakcija

Ultrazvočna ekstrakcija je enostavna in učinkovita alternativa v primerjavi z običajnimi ekstrakcijskimi tehnikami. Ultrazvočna ekstrakcija je pogosto uporabljena tehnika za ekstrakcijo rastlinskega materiala s tekočimi topili in je dokazano hiter in popolnejši ekstrakcijski proces v primerjavi s tradicionalnimi metodami, saj je površina med trdno in tekočo fazo bistveno večja. Glavne prednosti ultrazvoka pri ekstrakciji trdno-tekoče vključujejo povečanje izkoristka ekstrakcije in hitrejšo kinetiko. V primerjavi z drugimi novimi tehnikami ekstrakcije, kot je ekstrakcija z mikrovalovno pečico, je ultrazvočni aparat cenejši in njegovo delovanje je lažje. Poleg tega je ultrazvočno podprto ekstrakcijo mogoče uporabiti s katerim koli topilom.

3 RAZISKOVALNI DEL

3.1 METODOLOGIJA

V raziskovalni nalogi sva izvajali postopke parne destilacije in ekstrakcije. Destilacijo uporabimo za ločevanje raztopin na osnovi različnih vrelišč snovi, ki sestavljajo raztopino. Ekstrakcija ali izluževanje je metoda, ki se uporablja za izolacijo in čiščenje organskih spojin. Izvedli sva različne postopke ekstrakcije iz trdnih snovi v tekoče, ki temelji na različni topnosti posameznih spojin v ekstrakcijskem topilu. Po končanih postopkih sva določili količine pridobljenih končnih produktov in jih s pomočjo poskusa med seboj primerjali po vonju.

3.1.1 Opis in priprava vzorcev raziskave

Vzorca poprove mete in pomaranče sva najprej dobro posušili. Pomarančne olupke sva sušili na domačih radiatorjih in v pečici, poprovo meto pa v senci na prepihu. Vzorce za ekstrakcijo sva predhodno še zmleli.



Fotografija 1: Sušenje pomarančnih olupkov



Fotografija 2: Posušeni pomarančni olupki



Fotografija 3: Posušena poprova meta



Fotografija 4: Mletje pomarančnih olupkov



Fotografija 5: Zmleti pomarančni olupki



Fotografija 6: Zmleta poprova meta

3.1.2 Opis merskih instrumentov

3.1.2.1 Tehnica

Potrebovali sva tehniko, s katero sva tehtali začetno in končno maso vzorcev pridobljenih eteričnih olj po različnih postopkih. Uporabljali sva analitsko tehniko Sartorius (slika 20) .

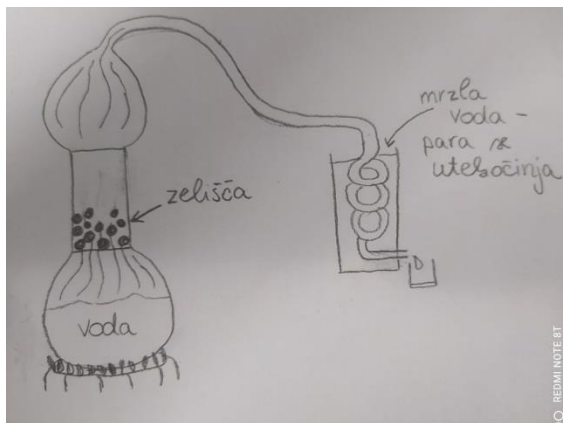
3.2 PARNA DESTILACIJA

Za izvedbo parne destilacije sva povprašali gospo Irmo Dolinar iz domačega kraja, ki se ukvarja s pridobivanjem eteričnih olj. Za parno destilacijo sva porabili približno 200 g posušene poprove mete in 200 g posušenih pomarančnih olupkov.

3.2.1 Sestava aparature

Aparatura je bila izdelana iz bakra in je sestavljena:

- iz kotlička z vodo,
- posode za zelišča ter
- cevi po kateri potujejo hlapi, ki je na koncu ohlajena s hladno vodo - kondenzator.



Fotografija 7: Skica destilacije z vodno paro

3.2.2 Postopek izdelave eteričnega olja s parno destilacijo

V kotliček sva natočili vodo ter v posodo za zelišča nasuli vzorec.



Fotografija 8: Nasutje poprove mete v posodo za zelišča



Fotografija 9: Aparatura za parno destilacijo

Kotliček z vodo sva pričeli segrevati. Plin je segreval vodo v kotlu. Le ta je hlapela skozi zelišče in s tem odnašala aromatične spojine. Hlapi so nato potovali skozi cev, ki je bila zavita v spiralo in hlajena z mrzlo vodo. Tu so se hlapi utekočinili in skozi cev pritekli kot hidrolat in eterično olje. Postopek je trajal približno eno uro za vsak vzorec.

Pri postopku parne destilacije sva pridobili približno 500 ml hidrolata skupaj z eteričnim oljem. V šolskem laboratoriju sva pridobljen produkt nalili v lij ločnik in počakali, da sta se fazi ločili. Ker se je olje izločilo na vrhu, sva najprej odlili hidrolat. Pridobljeno eterično olje sva shranili v stekleničke, ki se tesno zaprejo.



Fotografija 10: Ločevanje hidrolata in eteričnega olja

3.2.3 Intervju z gospo Irmo Dolinar

1. KOLIKO LET PRIDOBIVATE ETERIČNA OLJA?

Pridobivam jih 11 let.

2. IZ KATERIH RASTLIN PRIDOBIVATE ETERIČNA OLJA?

Večinoma jih pridobivam iz sivke, saj iz nje dobim največ eteričnega olja, občasno pa tudi iz kakšne druge rastline.

3. S KATERIMI POSTOPKI PRIDOBIVATE ETERIČNA OLJA?

Pridobivam jih v bakrenem kotlu za izdelavo parne destilacije.

4. ALI ETERIČNA OLJA PRIDOBIVATE LE S POSTOPKOM PARNE DESTILACIJE?

Da, pridobivam jih le s parno destilacijo.

5. ALI ETERIČNA OLJA PRIDOBIVATE IZ SUHIH ALI SVEŽIH RASTLIN?

Pridobivam jih iz svežih rastlin.

6. ALI JIH PRIDOBIVATE ZA PRODAJO ALI LE ZASE?

Pridobivam jih za prodajo, za na tržnico, pa tudi zase.

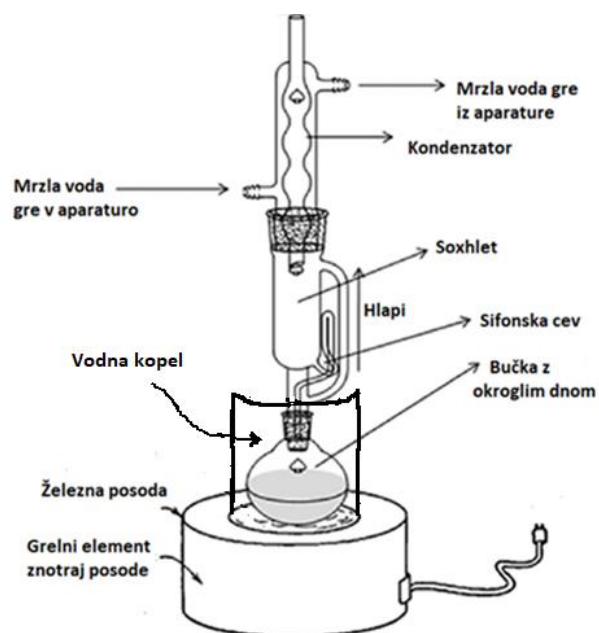
Od ga. Irme sva dobili nekaj nasvetov za morebitno nadaljnjo izdelavo eteričnih olj. Obstajata dve vrsti kotlov za izdelavo parne destilacije in sicer iz bakra in iz nerjavečega jekla. Glede na izkušnje je zanjo primernejši bakren kotel, saj je preizkusila in ugotovila, da po šestih mesecih v eteričnem olju narejenemu v kotlu iz bakra ni sledov o bakterijah in konzervansih, medtem ko so v eteričnem olju narejenemu v kotlu iz nerjavečega jekla že prisotni mikroorganizmi.

3.3 EKSTRAKCIJA PO SOXHLETU

Za izvedbo ekstrakcij smo z mentorico obrnile na g. Damjana Jana Pavlico s Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo. Za izvedbo ekstrakcije po Soxhletu sva pripravili 250 g zmlete poprove mete (porabili sva jo 7,0106 g) in 300 g zmlete pomaranče (porabili sva jo 7,0544 g).

3.3.1 Sestava aparature

1. Izvorni material, ki vsebuje spojino, ki jo je treba ekstrahirati, je nameščen znotraj naprstnika - filtra.
2. Naprstnik se naloži v glavno komoro Soxhletovega ekstraktorja.
3. Ekstrakcijsko topilo damo v destilacijsko bučko.
4. Bučka se postavi na grelni element .
5. Soxhletov ekstraktor je nameščen na bučko.
6. Na vrhu ekstraktorja je nameščen povratni kondenzator, ki je hlajen s hladno vodo.



Slika 6: Aparatura za ekstrakcijo po Soxhletu
(<https://www.indiamart.com/sabarscientific/extraction-apparatus.html>)

3.3.2 Postopek izdelave eteričnega olja z ekstrakcijo po Soxhletu

V laboratoriju sva najprej stehali prazne čaše s tulcem, nato pa vanje zatehtali še zmleti vzorec.



Fotografija 11: Tehtanje vzorca pomaranče



Fotografija 12: Poprova meta v Soxhletovem filtru

Stehali sva bučko, v katero sva dali eno čajno žličko steklenih kroglic in jih zalili s 50 ml metanola. Bučko sva postavili v vodno kopel, ki jo je segreval grelec v posodi. Topilo je hlapevalo skozi Soxhletov ekstraktor s tulcem z zeliščem, iz katerega sva želeli pridobiti eterično olje.

Hlapi so potovali skozi kondenzator, kjer so se utekočinili. Kapljice so ponovno kapljale skozi zelišče v sifonsko cev. Ko se je le ta napolnila, se je izpraznila nazaj v bučko. Topilo je še naprej izhlapevalo, količina eteričnega olja v bučki se je vedno bolj koncentrirala.



Fotografija 13: Ekstrakcija po Soxhletu

Postopek je trajal 3 ure od časa, ko je zmes pričela kapljati iz kondenzatorja. Pridobljeno zmes topila in eteričnega olja sva na koncu ločili z rotavaporjem.

3.3.2.1 Opis in sestava rotavaporja

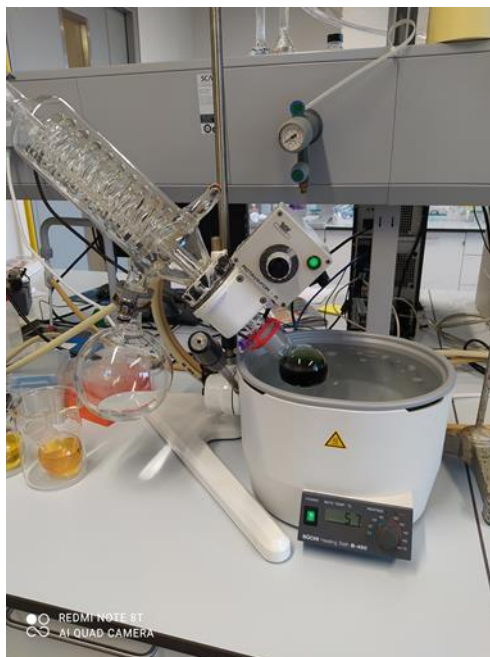
Rotavapor uporabljamo pri postopku uparivanja pod znižanim tlakom za termično neobstoje organske snovi. Uparjanje pod znižanim tlakom poteka tako, da znižamo tlak, s čimer se parni tlak topil zniža, kar povzroči izparevanje topila pri nižjih temperaturah.

Rotavapor je sestavljen iz:

- vodne kopeli, ki sva jo segrevali,
- s hladno vodo hlajenega kondenzatorja, kjer se utekočinja izhlapljeno topilo in se zbira v bučki,
- bučke z zmesjo tekočin.

3.3.2.2 Postopek rotavapiranja

Zmes topila in eteričnega olja sva prelili v destilacijsko bučko in jo vstavili na rotavapor. Na vodni kopeli sva nastavili temperaturo, ki smo jo regulirali glede na izparevanje-vrenje zmesi. Kondenzator sva hladili z vodovodno vodo. V destilacijski bučki je ostalo eterično olje, v bučki pod kondenzatorjem pa topilo.



Fotografija 14: Rotacijski uparjalnik- rotavapor

3.4 ULTRAZVOČNA EKSTRAKCIJA

Poleg ekstrakcije po Soxhletu sva izvedli tudi ultrazvočno ekstrakcijo z dvema topiloma: metanolom in heksanom.

Za izvedbo ultrazvočne ekstrakcije sva pripravili 250 g zmlete poprove mete (3,0180 g za ultrazvočno ekstrakcijo z metanolom in 3,0040 g za ultrazvočno ekstrakcijo s heksanom) in 300 g zmlete pomaranče (3,0480 g za ultrazvočno ekstrakcijo z metanolom in 3,0010 g za ultrazvočno ekstrakcijo s heksanom).

3.4.1 Sestava aparature

Aparatura je sestavljena iz:

- posode, v kateri je nalita voda za vodno kopel ter
- iz mreže, na katero postavimo vzorce za izvedbo ultrazvočne ekstrakcije.



Fotografija 15: Aparatura za ultrazvočno ekstrakcijo

3.4.2 Postopek izdelave eteričnega olja z ultrazvočno ekstrakcijo

Ultrazvočno ekstrakcijo sva izvedli z dvema različnima topiloma, in sicer z metanolom in s heksanom. V vsako od štirih erlenmajeric sva natehtali 3 g posameznega vzorca.



Fotografija 16: Tehtanje vzorcev

V dve erlenmajerici sva natehtali pomarančo, v drugi dve pa poprovo meto. Erlenmajerici sva označili s številčkama.



Fotografija 17: Vzorci za ultrazvočno ekstrakcijo

V erlenmajerici s številko 1 sva ulili po 50 ml metanola, v erlenmajerici s številko 2 pa po 25 ml heksana.



Fotografija 18: Zmes topil ter vzorcev za ultrazvočno ekstrakcijo

Vse štiri erlenmajerice sva dali v ultrazvočno kopel in jih tam pustili 1 uro.



Fotografija 19: Ultrazvočna kopel

Po eni uri sva bučke vzeli iz ultrazvočne kopeli in dobljeno zmes s pomočjo vodne vakuumske črpalke prefiltrirali čez filtrni papir, ki sva ga vstavili v filtrirni keramični lij (nuča).



Fotografija 20: Sestav za filtriranje zmesi

Prefiltrirane ostanke vzorcev sva splaknili s topilom v katerem je bila poprova meta oz. pomaranča, da sva iz ostanka splaknili preostalo eterično olje. Zmes eteričnega olja in topila sva nato ločili z rotavaporjem.

3.5 POSKUS

Eterična olja, ki sva jih pridobili po različnih postopkih, sva dali v oceno sošolcem in sošolkam ter ožjemu krogu najine družine. Poskušalo oz. ocenjevalo je 30 oseb med 12 in 70 letom, medtem ko jih je bila več kot polovica stara 14 let. Tisti, ki so poskušali, so označili eterična olja pomaranče in poprove mete (pridobljene z vsemi štirimi postopki), od najbolj do najmanj prijetnega vonja.

4 REZULTATI

4.1 KOLIČINA PRIDOBLENEGA ETERIČNEGA OLJA

4.1.1 Parna destilacija

V laboratoriju podjetja Sevilla sva s parno destilacijo pridobili približno 520 ml zmesi hidrolata in eteričnega olja poprove mete in približno 520 ml zmesi hidrolata in eteričnega olja pomaranče.



Fotografija 21: Zmes hidrolata in eteričnega olja obeh vzorcev

V šoli sva delo nadaljevali z ločevanjem zmesi. Z lijem ločnikom sva ločili zmes in pridobili 1 ml eteričnega olja pomaranče in približno 4, 5 ml eteričnega olja poprove mete.



Fotografija 22: Ločeno eterično olje od hidrolata

Poprova meta: 4, 5 ml - 2, 5 g
Pomaranča: 1 ml - 1 g

4.1.2 Ekstrakcija po Soxhletu

Pri ekstrakciji po Soxhletu sva zmes eteričnega olja in topila ločili z rotacijskim uparjalnikom (slika 18). Eterično olje sva s pipeto prenesli v stehtane prazne stekleničke. Prav tako sva stehali polne stekleničke, da sva dobili maso eteričnega olja.

Poprova meta: 7, 8073 g

Pomaranča: 28, 9071 g

4.1.3 Ultrazvočna ekstrakcija z metanolom

Pri ultrazvočni ekstrakciji z metanolom sva zmes prefiltrirali, nato pa ločili z rotavaporjem. Eterično olje sva nato s pipeto prenesli v stehtane prazne stekleničke. Prav tako sva stehali polne stekleničke, da sva dobili maso eteričnega olja.

Poprova meta: 0, 9381 g

Pomaranča: 3, 9775 g

4.1.4 Ultrazvočna ekstrakcija s heksanom

Ultrazvočna ekstrakcija s heksanom je potekala po istem postopku kot z metanolom, le topilo je bilo drugo.

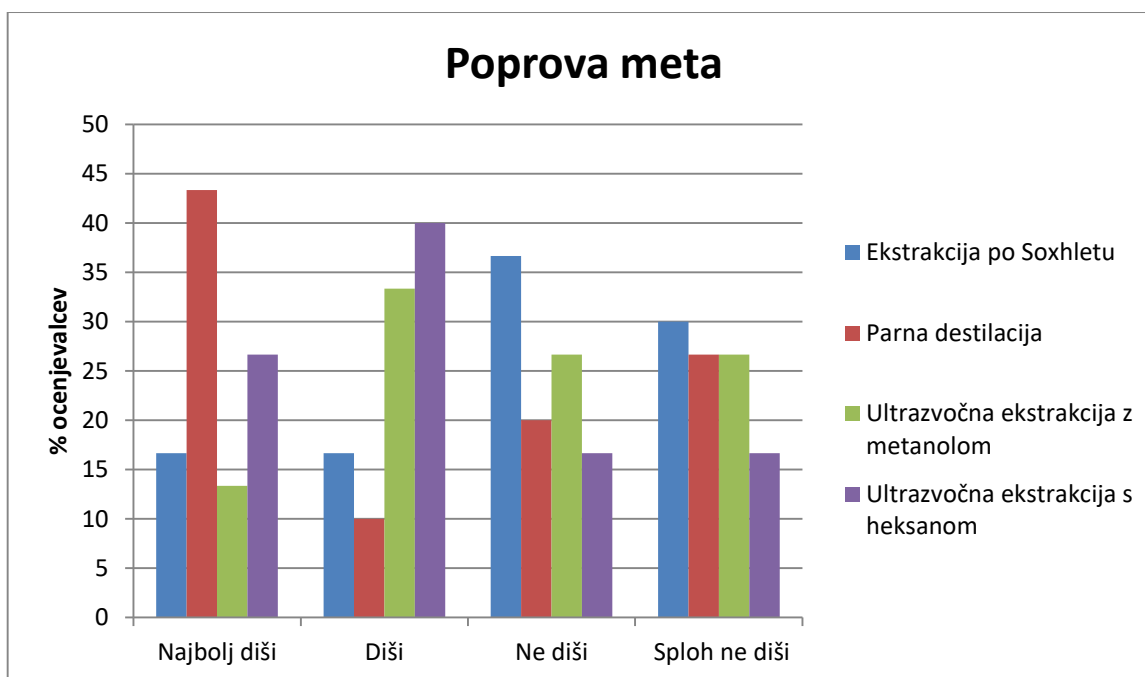
Poprova meta: 4, 2352 g

Pomaranča: 1, 3689 g

4.1.5 Odstopanja

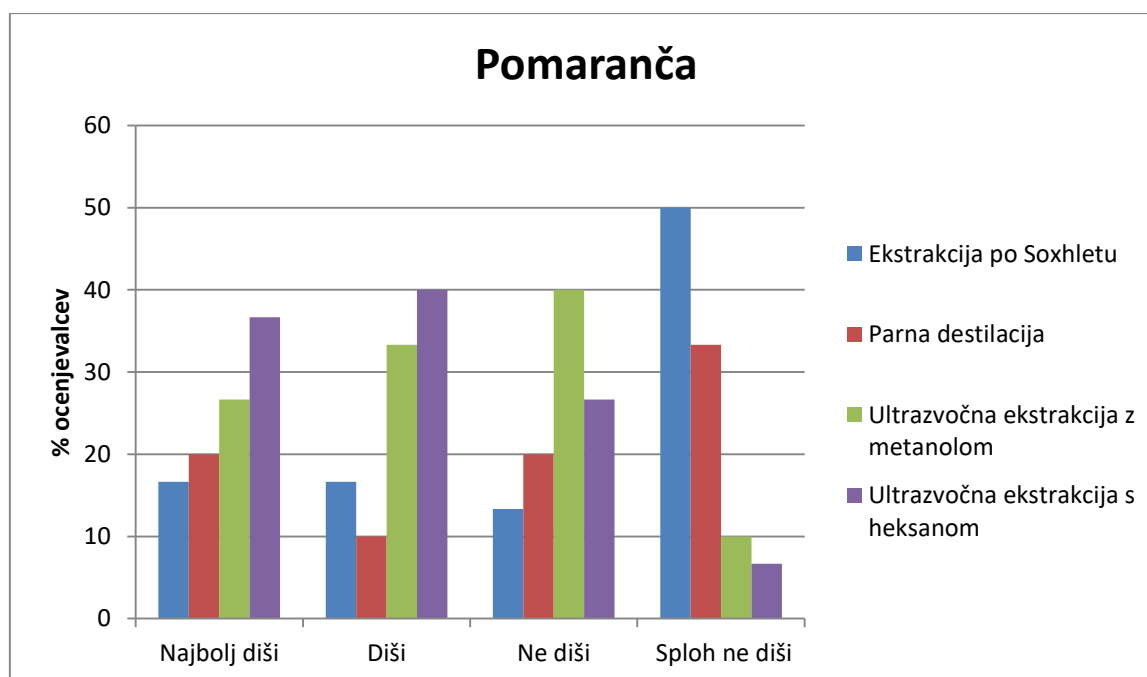
Sprva je bil namen najine naloge primerjati količini eteričnih olj pomaranče in poprove mete, a je prišlo do nekaterih odstopanj. Ta so bila pri izvedbi parne destilacije, kjer nisva natančno stehali vzorcev. Prav tako je bilo nekaj odstopanj pri ekstrakciji – pri odparevanju z rotavaporjem, saj nisva vedeli, ali je izhlapela vsa količina topila. Do manjših odstopanj je prišlo pri poskusu, kjer je pomemben dejavnik različno zaznavanje vonja posameznika.

4.2 REZULTATI POSKUSA



Graf 1: Primerjava eteričnih olj poprove mete

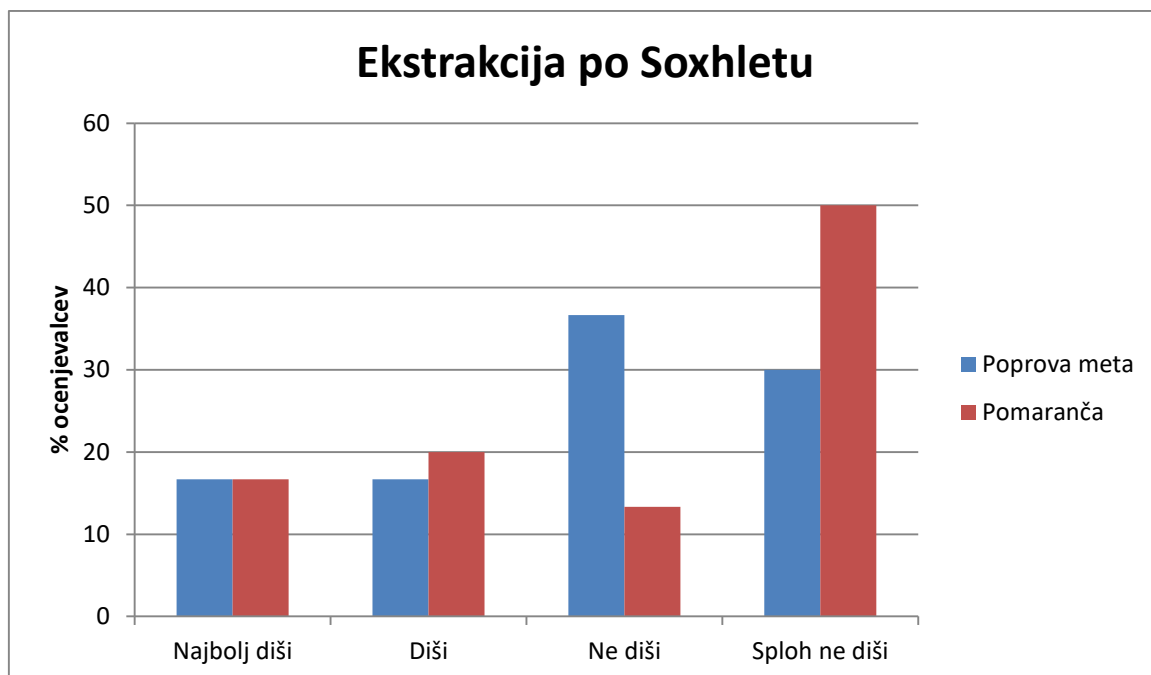
Pri obdelavi podatkov o eteričnih oljih poprove mete sva ugotovili, da 43 % ocenjevalcem najbolj diši eterično olje pridobljeno s parno destilacijo. 30 % ocenjevalcem sploh ne diši eterično olje pridobljeno po postopku ekstrakcije po Soxhletu. 40 % ocenjevalcem diši eterično olje pridobljeno s postopkom ultrazvočne ekstrakcije s heksanom, 36 % pa ne diši eterično olje pridobljeno z ekstrakcijo po Soxhletu.



Graf 2: Primerjava eteričnih olj pomaranče

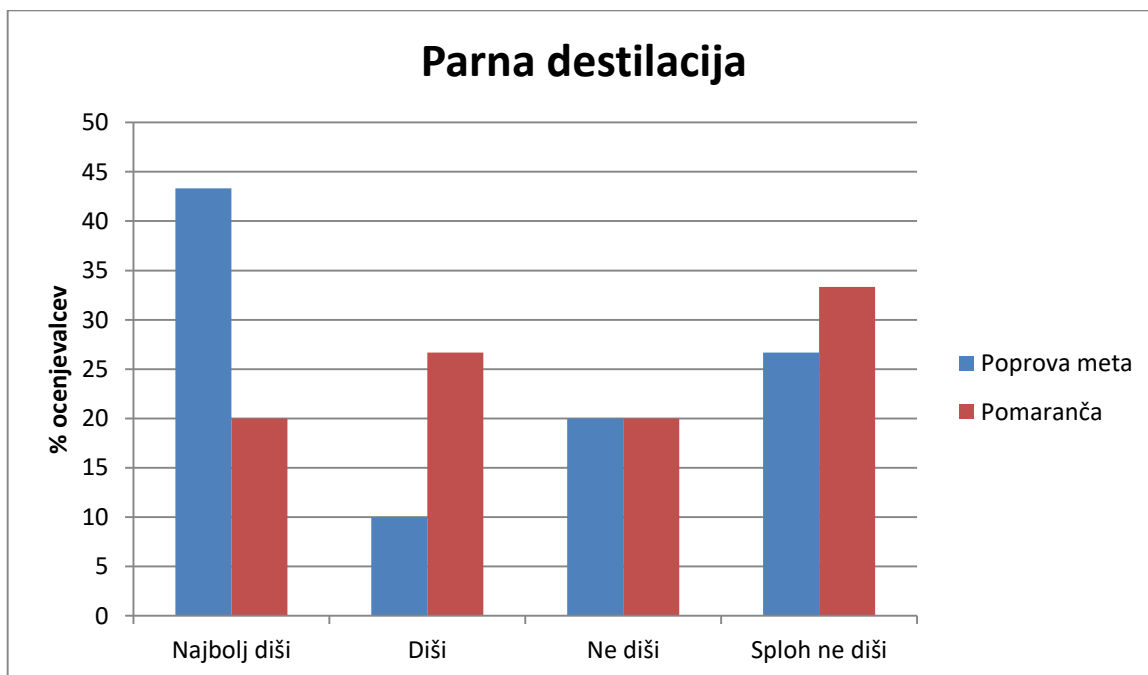
Pri obdelavi podatkov o eteričnih oljih pomaranče sva ugotovili, da 36 % ocenjevalcem najbolj diši eterično olje pridobljeno z ultrazvočno ekstrakcijo s heksanom, večinsko pa jim sploh ni všeč vonj eteričnega olja pridobljenega z ekstrakcijo po Soxhletu. 40 % ocenjevalcem vonj

eteričnega olja pomaranče pridobljenega s postopkom ultrazvočne ekstrakcije s heksanom diši, prav takem deležu ocenjevalcem pa ne diši eterično olje pridobljeno z ultrazvočno ekstrakcijo z metanolom.



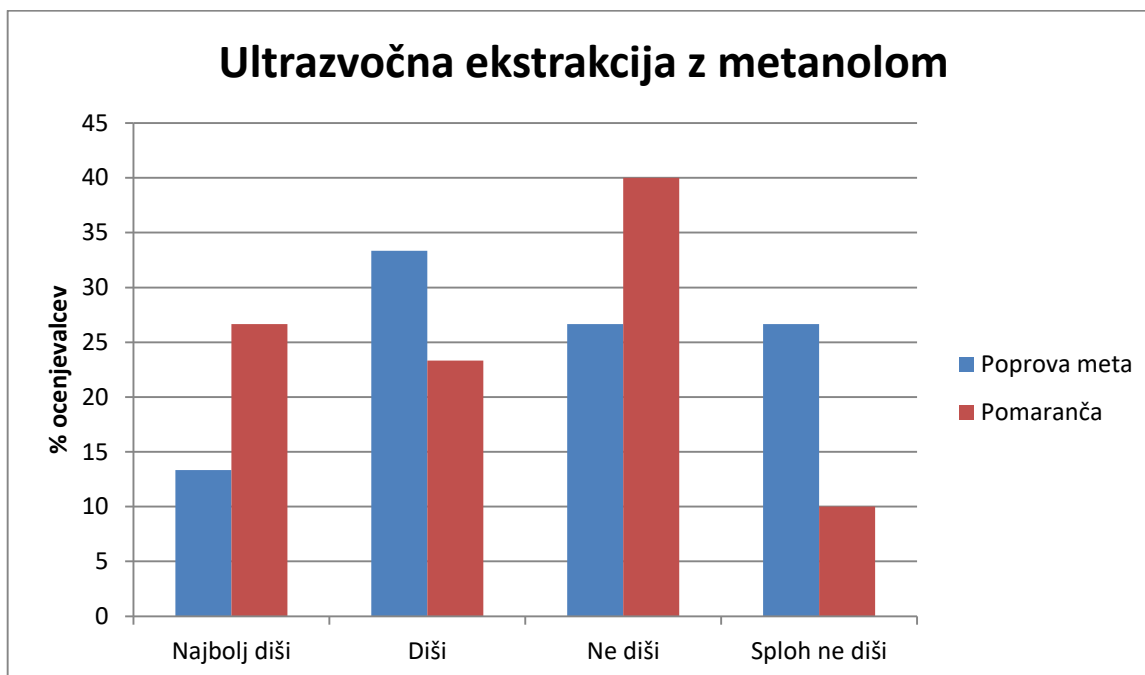
Graf 3: Primerjava eteričnih olj pridobljenih z ekstrakcijo po Soxhletu

Na podlagi primerjave vonja eteričnih olj pomaranče in poprove mete pridobljenih z ekstrakcijo po Soxhletu so se ocenjevalci odločili, da ne dišita oz. sploh ne dišita.



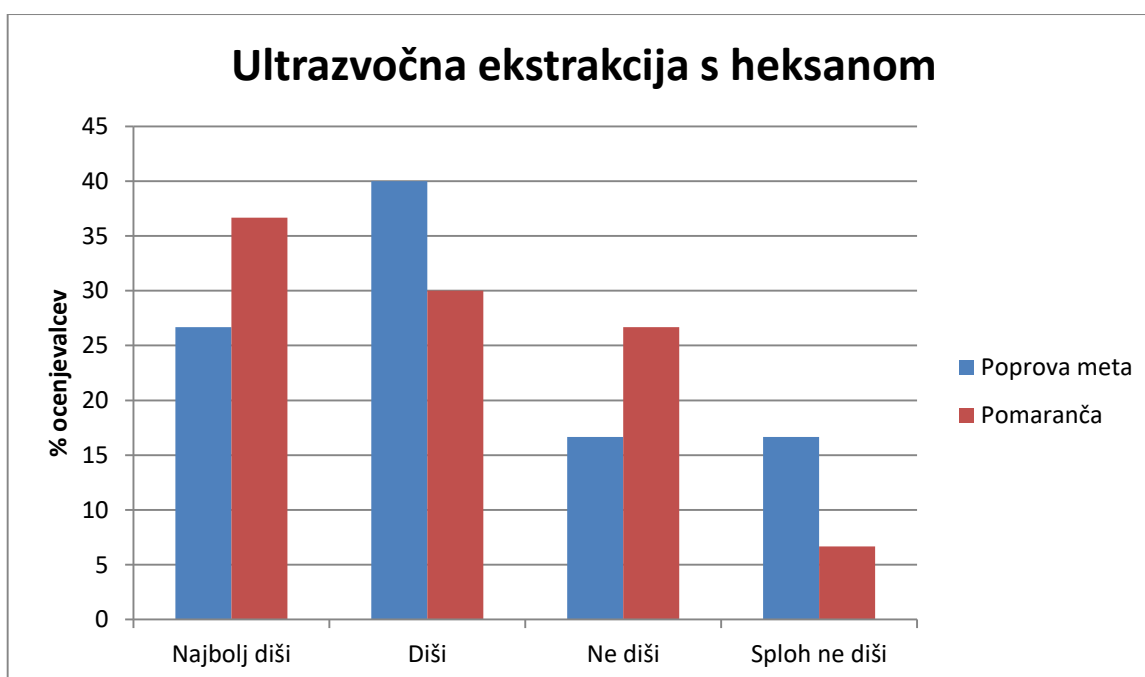
Graf 4: Primerjava eteričnih olj pridobljenih s parno destilacijo

50 % ocenjevalcem najbolj diši eterično olje poprove mete. Pomarančno eterično olje 33 % ocenjevalcem sploh ne diši.



Graf 5: Primerjava eteričnih olj pridobljenih z ultrazvočno ekstrakcijo z metanolom

Ocenjevalcem najbolj diši eterično olje pomaranče, čeprav je poveden tudi podatek, da 15 % več meni drugače – jim ne diši; eterično olje poprove mete pa ocenjevalcem diši oz. ne diši.



Graf 6: Primerjava eteričnih olj pridobljenih z ultrazvočno ekstrakcijo s heksanom

Ocenjevalcem najbolj diši eterično olje pomaranče, eterično olje poprove mete pa 40 % ocenjevalcem diši.

5 RAZPRAVA

V raziskovalni nalogi sva izvajali postopke parne destilacije in ekstrakcije. Za izvedbo parne destilacije sva povprašali gospo Irmo Dolinar iz domačega kraja, ki se ukvarja s pridobivanjem eteričnih olj. Za izvedbo ekstrakcij nama je bil v pomoč g. Damjan Jan Pavlica s Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Vzorca poprove mete in pomaranče sva najprej dobro posušili. Za parno destilacijo sva porabili približno 200 g posušene poprove mete in 200 g posušeni pomarančni olupki; pri postopku parne destilacije sva pridobili približno 500 ml hidrolata skupaj z eteričnim oljem. Ob koncu sva prefiltrirane ostanke vzorcev splaknili s topilom, v katerem je bila poprova meta oz. pomaranča, da sva iz ostanka splaknili preostalo eterično olje. Zmes eteričnega olja in topila sva nato ločili z rotavaporjem.

V raziskovalni nalogi sva ugotovili, da največ eteričnega olja dobimo s postopkom ekstrakcije po Soxhletu, najmanj pa ga pridobimo s postopkom parne destilacije.

Pridobili sva 1 ml eteričnega olja pomaranče in približno 4, 5 ml eteričnega olja poprove mete. Sprva je bil namen najine naloge primerjati količini eteričnih olj pomaranče in poprove mete, a je prišlo do nekaterih odstopanj. Ta so bila pri izvedbi parne destilacije. Vzrok temu je bilo nenatančno tehtanje vzorcev. Prav tako je bilo nekaj odstopanj pri ekstrakciji, pri čemer nisva vedeli, ali je izhlapela vsa količina topila.

Pri obdelavi podatkov o eteričnih oljih poprove mete sva ugotovili, da 43 % ocenjevalcem najbolj diši eterično olje pridobljeno s parno destilacijo. 50 % ocenjevalcem najbolj diši eterično olje poprove mete, medtem ko pomarančno eterično olje 33 % ocenjevalcem sploh ne diši. Ocenjevalcem najbolj diši eterično olje pomaranče, pridobljeno z ultrazvočno ekstrakcijo s heksanom, eterično olje poprove mete, pridobljeno z istim postopkom, pa 40 % ocenjevalcem diši.

Iz navedenih ocen ocenjevalcem lahko potrdimo, da je vonj, ki ga posamezniki zaznajo pri vonjanju, odvisen od postopka, s katerim se pridobivajo eterična olja, torej ali gre za ultrazvočne ekstrakcije s heksanom, metanolom oz. gre za parno destilacijo in na podlagi tega sva lahko potrdili oz. ovrgli najine, na začetku naloge postavljene hipoteze.

Najina prva hipoteza je bila, da bova več eteričnega olja pridobili iz mete kot iz pomaranče. To hipotezo morava žal ovreči, saj je skupna količina eteričnega olja pomaranče (35, 2535 g) večja kot skupna količina vseh eteričnih olj poprove mete (15, 4806).

Najina druga predpostavljena hipoteza je bila, da z ekstrakcijo nastane več eteričnega olja kot z destilacijo. Na podlagi najinih raziskav lahko to hipotezo potrdiva, saj je količina pridobljenega eteričnega olja z vsako od ekstrakcij res večja od količine eteričnega olja pridobljenega s parno destilacijo.

Najino zadnjo hipotezo - lepše diši eterično olje pridobljeno z destilacijo, kot z ekstrakcijo, pa lahko potrdiva le za eterično olje poprove mete, saj je bil večini ocenjevalcev najbolj všeč vonj eteričnega olja poprove mete pridobljenega s parno destilacijo, eterično olje pomaranče pa je bilo ocenjevalcem bolj všeč pridobljeno s postopkom ultrazvočne ekstrakcije s heksanom.

6 ZAKLJUČEK

Na najini poti raziskovanja pridobivanja eteričnih olj pomaranče in poprove mete sva pridobili veliko novega znanja in izkušenj na področju kemije in botanike. Res, da se s pomarančami in poprovo meto predvsem v zimskem času srečujemo skoraj vsak dan, ampak si sploh nisva predstavljali, da ju najdemo v tolikih različnih vrstah in da sta obe rastlini tako zdravi. Naučili sva se, kako iz njih pridobiti eterično olje po postopkih parne destilacije, ekstrakcije po Soxletu in ultrazvočne ekstrakcije. Seznanili sva se tudi z zgodovino in uporabo eteričnih olj. Prvič sva se seznanili s kemijskim laboratorijem na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo v Ljubljani. Presenetilo naju je številčnost naprav in kemijskih pripomočkov, s katerimi se lahko izvaja analize. Veselilo naju je delo v tako opremljenem laboratoriju. To je bila za naju odlična izkušnja, ki si jo bova večno zapomnili in poskušali nadgrajevati. Tako bogatih izkušenj ne bi mogli pridobiti niti s pridnim učenjem pri pouku. Pridobili pa sva tudi veliko novega znanja. Na novo znanje in izkušnje sva zelo ponosni.

Obenem pa se nama ob rezultatih v nalogi zastavlja še veliko novih vprašanj in izzivov. Zanimivo se zdi, da »všečnost« vonja zavisi bolj od metode pridobivanja eteričnih olj kot od rastlinskih sestavin, saj odgovori kažejo, da isto osnovo (prim. olupki pomaranče) lahko povsem drugače zaznavajo če je bilo pridobivanje eteričnega olja izvedeno z drugo metodo. Tako bil morda lahko izvedli še kakšen postopek pridobivanja eteričnega olja, a z drugo metodo, prav tako bi lahko uporabili še kakšno drugo rastlino.

Naju pa je nenatačno tehtanje in s tem nezanesljivost rezultata tudi opozorilo, da moramo biti v laboratorijih pri tehtanju vzorcev in drugih fazah postopka res natančni. Vsekakor se nama zdi tovrstno delo zanimivo in bi lahko predlagali, da bi določene merske aparature lahko pridobili tudi v šoli, saj učenci pri pouku največ odnesemo, kot že uvodoma napisano, s praktičnim delom.

7 VIRI IN LITERATURA

Postopek ekstrakcije. (online). 2021. (citirano 20. 12. 2021). Dostopno na naslovu: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Ekstrakcija>.

Ultrazvočna ekstrakcija. (online). 2020. (citirano 13. 2. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.hielscher.com/ultrasonic-extraction-of-caffeine-and-other-active-compounds.htm>.

Uporaba eteričnih olj v zgodovini.(online). 2020. (citirano 20. 12. 2021). Dostopno na naslovu: <https://www.esenca-zivljenja.si/young-living-etericna-olja/aromaterapija/>.

Dolinar, I. *Ustni vir*. Žiri, 2022.

Pavlica, D. J. *Ustni vir*. Ljubljana, 2022.