

Lipidne komponente motra (*Crithmum maritimum* L.)

Lazarevski, Sara

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, University Department of Forensic Sciences / Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za forenzične znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:227:582314>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-22**



Repository / Repozitorij:

[Repository of University Department for Forensic Sciences](#)



SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA FORENZIČNE ZNANOSTI
FORENZIČNA KEMIJA I MOLEKULARNA BIOLOGIJA

DIPLOMSKI RAD
LIPIDNE KOMPONENTE MOTRA (*Crithmum maritimum* L.)

SARA LAZAREVSKI

Split, veljača 2024

SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA FORENZIČNE ZNANOSTI

FORENZIČNA KEMIJA I MOLEKULARNA BIOLOGIJA

DIPLOMSKI RAD
LIPIDNE KOMPONENTE MOTRA (*Crithmum maritimum* L.)

Izv. prof. dr. sc. Ivica Ljubenković

SARA LAZAREVSKI

0011165033

Split, veljača 2024.

Rad je izrađen u laboratorijima Sveučilišnog odjela za forenzične znanosti
pod nadzorom stručnog mentora nasl. izv. prof. dr.sc. Ivice Ljubenkova te asistentice Linde
Mastelić
u vremenskom razdoblju od studenog 2022 do rujna 2023

Datum predaje diplomskog rada: 23. siječanj 2024.

Datum prihvaćanja rada: 30. siječanj 2024.

Datum usmenog polaganja: 7. veljače 2024.

Povjerenstvo: 1. izv. prof. dr. sc. Željana Bašić
2. doc. dr. sc. Snježana Štambuk
3. izv. prof. dr. sc. Ivica Ljubenkov

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentoru nasl. izv. prof. dr.sc. Ivici Ljubenkovu na pruženoj pomoći, savjetima i znanju, kao i asistentici Lindi Mastelić za pomoć pri izradi rada. Također bih htjela zahvaliti svojoj obitelji i prijateljima na neprestanoj podršci tijekom studiranja.

Sadržaj

1. UVOD.....	1
1.1. Morski komorač	2
1.1.1. Morfologija morskog komorača	2
1.1.2. Uzgoj.....	2
1.1.3. Upotreba.....	3
1.2 Halofiti.....	4
1.3. Masne kiseline	5
1.4. Ekstrakcija	7
1.5. Kromatografija	9
1.5.1. Općenito	9
1.5.2. Plinska kromatografija	10
1.5.3. Princip rada plinske kromatografije.....	10
2. CILJ RADA	14
3. IZVORI PODATAKA I METODE.....	15
3.1. Materijali	15
3.2. Metode.....	16
3.2.1. Priprema uzorka.....	16
3.2.2. Ekstrakcija	16
4. REZULTATI.....	20
5. RASPRAVA	24
6. ZAKLJUČAK	25
7. LITERATURA	26
ŽIVOTOPIS	31
Izjava o akademskoj čestitosti.....	32

1.UVOD

Morski komorač (motar) je višegodišnja grmolika biljka koja raste duž Jadranske obale. Spada u halofitne biljke, odnosno biljke koje su prilagođene životu na slanom tlu. Koristi se od davnina kao začim u raznim jelima za aromatični okus, a poznat je i po farmakološkom i terapeutskom djelovanju. Sastav motra varira ovisno o različitim čimbenicima poput mjesta prikupljanja, vremenu prikupljanja biljke, okolišnim čimbenicima, vrsta (divlji ili kultivirani) i brojnim drugim. Poznato je da motar obiluje nutritivno vrijednim i biološki aktivnim spojevima kao što su vitamin C, fenolni spojevi i karotenoidi, zbog čega je dugi niz godina pod budnim promatranjem znanstvenika. Postoje znanstveni radovi koji tvrde kako bi uzgoj ove biljke koja ima veliki nutritivni potencijal i spada u kategoriju funkcionalne hrane mogao biti pogodan za ekonomski rast i profit, obzirom da je eterično ulje motra vrlo korisno u medicini i farmaciji (1). Obzirom da motar obiluje i visokovrijednim masnim kiselinama i one su predmet brojnih istraživanja. Jedna od najpouzdanijih tehnika za određivanje sastava masnih kiselina u lipidnom ekstraktu je plinska kromatografija. Uz prethodnu obradu biljnog materijala ekstrakcijom, ova tehnika daje uvid u sastav i sadržaj pojedine masne kiseline koje se nalaze u uzorcima.

1.1. Morski komorač

1.1.1. Morfologija morskog komorača

Morski komorač (u daljnjem tekstu motar) je višegodišnja polugrmovita biljka iz reda *Apiales* porodice štitarki (*Apiaceae*) i roda *Crithmum*. To je trajna i snažna biljka koja raste u priobalnom području duž čitave Jadranske obale. Stabljika motra može biti uspravna, nagnuta ili pridignuta te je okrugla i debela, žućkaste boje. Može narasti 30-50 cm, a u gornjem dijelu je obično razgranata (2). Listovi su perasto razdijeljeni, sivkasto zeleni do plavozeleni, složeni od 2,5-5 cm dugih i do 6 mm širokih listića. Cvijet motra je zelenkastožut, skupljen u štitaste cvatove te se razvija na hrvatskom primorju u razdoblju od kolovoza do rujna.



Slika 1. Sjeme motra (3)

Autor: A. Nimac

1.1.2. Uzgoj

Motar spontano raste na stijenama atlantske i mediteranske obale, uglavnom po stijenama, grebenima i kamenju koje se nalazi u neposrednoj blizini mora (Slika 2). Obzirom da preferira slana tla, ova biljka je prirodno otporna na sol, kao i na izloženost prskanju mora te sušu. Na jadranskoj obali motar je najraširenija zelen, prisutna gotovo na svakom grebenu izloženom suncu ili polusjeni na suhom, siromašnom, pjeskovitom i kamenitom tlu (4). Posljednjih godina motar se počeo uzgajati, a njegova sjetva se vrši u jesen pod pokrov ili proljeće u zemlju od sjemena prikupljenog od samoniklih biljaka. Zbog tolerancije i prilagodbe na slana tla motar je

bio tema za proučavanje mogućnosti mikropropagacije obzirom da je motar biljka koju je vrlo lako uzgojiti *in vitro* (1).



Slika 2. Cvijet motra (*Crithmum maritimum L.*) (5)

1.1.3. Upotreba

Upotreba ove biljke je raznovrsna i koristi se od davnina u ljudskoj prehrani. Čitava biljka je jestiva, a dio koji se najčešće koristi su listići koji imaju slan, začinski i aromatični okus. Od svježe ubranih listića može se pripraviti salata, začiniti riba i mnoga druga jela (2). Međutim listići, svježe ubrani ili prokuhani, imaju posebno jak miris koji potječe od eteričnog ulja koje je u biljci zastupljeno u visokoj koncentraciji. Jedan od bitnijih spojeva koji motar sadrži je vitamin C koji prevladava u listovima, zbog čega su ovu biljku pomorci od davnina koristili u prehrani kako nebi obolili od skorbuta (1).

1.2 Halofiti

Halofiti su biljke koje obitavaju na slanim tlima uz pomoć prilagodbi za preživljavanje poput odbacivanja dijelova u kojima se nakupila sol, izlučivanja vode pomoću žlijezda, sprječavanje unosa određenih iona putem korijena i ostalih mehanizama (6). Naziv „halofit“ je grčkog podrijetla sa značenjem „ljubitelj soli“. Ova vrsta biljaka svoju energiju koristi za uklanjanje soli iz citoplazme koja je izotonična. Na slanim staništima imamo visoku osmotsku vrijednost tla pa je većini biljaka otežana opskrba vodom, dok su se halofiti prilagodili na način da nagomilavaju soli u svojim stanicama, postizući tako veći osmotski tlak (7).

Halofiti rastu uz more i slana jezera, a osim toga mogu se pronaći u močvarama te pustinjским područjima (8). U Hrvatskoj, osim u moru, halofite možemo naći na morskoj obali, a ponegdje i dalje od mora, što je posljedica snažnih vjetrova koji raznose sol i zaslanjuju tla. Predstavnici halofita su meka caklenjača (*Salicornia europae*) (Slika 3), primorski morguš (*Cakile maritima*) (Slika 4.) i morski buhač (*Atriplex halimus*) (Slika 5). Na jadranskoj obali najzastupljenije slanjače su motar, omaklina, primorski oman i caklenjača (9).

Prema tipu staništa halofiti se dijele na kopnene, močvarne i vodene. Postoje još dvije podjele a to su na ksero-halofite i hidro-halofite te podjela na obligatne i fakultativne halofite. Obligatni halofit je biljna vrsta koja za svoj opstanak mora obitavati na zaslanjenom području, dok s druge strane fakultativni halofiti mogu živjeti na slanim staništima, ali preferiraju slatkovodna područja ili područja s nižim koncentracijama soli. Ksero-halofiti je vrsta kojoj nije potrebno vlažno okruženje, već je samo bitno da je slano stanište, zato njih uglavnom nalazimo u pustinjским područjima. Hidro-halofitima je s druge strane potrebna slana voda, pa njih pronalazimo na vlažnim tlima odnosno uz morske obale (10).

Halofiti imaju važnu ulogu u ekosustavima. Često podržavaju neke populacije divljih ptica kada se nađu u uvjetima oskudnih izvora hrane. Također se mogu koristiti za čišćenje zagađenja u životnom prostoru zbog svojstva akumulacije metala iz tla, a pokazali su svojstvo uklanjanja fenola iz svojih sredina, što se može primijeniti u budućnosti u čišćenju naftnih polja (11).



Slika 3. *Salicornia europaea* (12)



Slika 4. *Cakile maritima* (13)

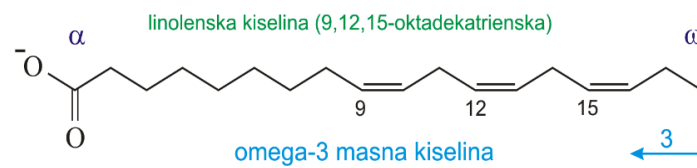


Slika 5. *Atriplex halimus* (14)

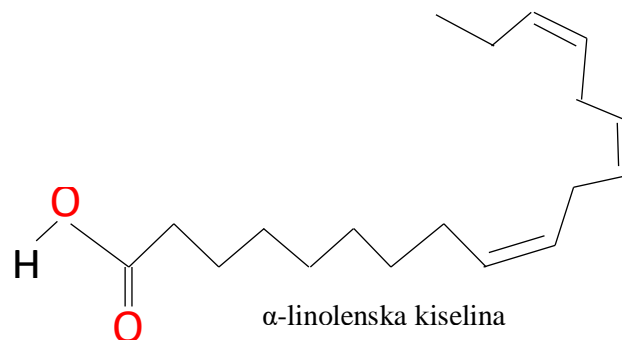
1.3. Masne kiseline

Masne kiseline su dugolančane kiseline, najčešće parnog broja ugljikovih atoma koji na kraju lanca imaju karboksilnu funkcionalnu skupinu. To su glavni građevni elementi lipida, a dobivaju se hidrolizom masti i ulja. Zajedno sa ugljikohidratima i proteinima predstavljaju osnovni prehrambeni sastojak i temeljni su izvor energije u organizmu. Masne kiseline mogu biti zasićene ili nezasićene (Slika 8), ovisno o vrsti veza između ugljikovih atoma. Opća formula masnih kiselina je $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ (15). Zasićene masne kiseline imaju sve jednostruke veze između svih ugljikovih atoma (palmitinska, stearinska), dok nezasićene imaju dvostruke veze te mogu biti jednostruko (oleinska kiselina) i višestruko nezasićene: dvostruko (linolna kiselina), trostruko (linolenska kiselina), četverostruko (arahidonska kiselina) itd. Kod višestruko nezasićenih masnih kiselina koje nalazimo u prirodi dvostruke veze su uvijek odvojene CH_2 skupinom (nisu konjugirane) i uvijek imaju *cis*-konfiguraciju (16). Neke masne

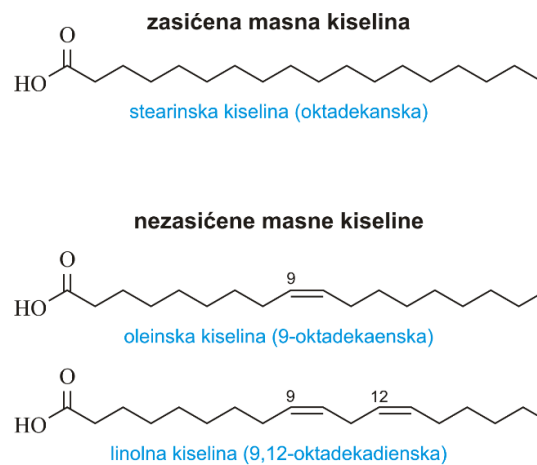
kiseline sisavci ne mogu sami sintetizirati zbog nedostatka enzima koji unosi dvostruku vezu u dio lanca te takve kiseline nazivamo esencijalnim masnim kiselinama i pa ih stoga moraju unositi hranom. Primjer takvih kiselina su linolenska i α -linolenska kiselina koje su prikazane na slikama 6. i 7. Kod takvih kiselina bitan je položaj dvostrukih veza za određivanje njihovih svojstava, pa tako imamo kraj koji se naziva omega (ω), a prema mjestu prve dvostruke veze od tog kraja (suprotnog od kraja na kojem se nalazi karboksilna skupina) kiselina se označava kao omega-3, omega-6 odnosno omega-9 masna kiselina (17).



Slika 6. Linolenska kiselina (18)



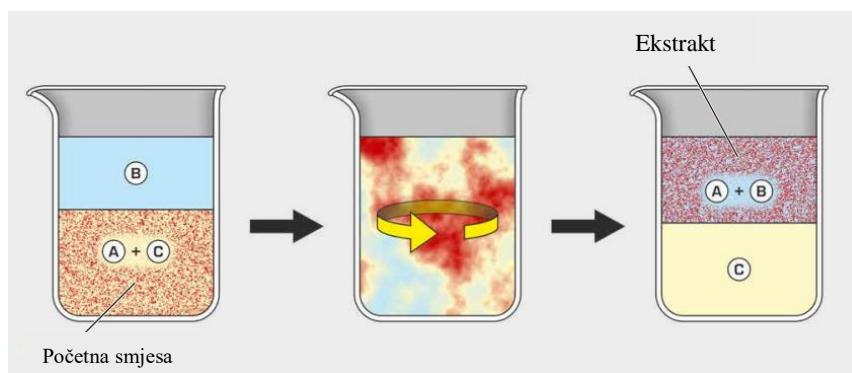
Slika 7. α -linolenska kiselina, autor: Sara Lazarevski



Slika 8. Zasićene i nezasićene masne kiseline (19)

1.4. Ekstrakcija

Ekstrakcija je postupak odvajanja jedne ili više komponenti iz čvrste ili kapljevite faze pomoću selektivnog otapala. Postoji dvije vrste; ekstrakcija kapljevina-kapljevina i ekstrakcija kapljevina-krutina koja se još naziva i izluživanje. Kod ekstrakcije korištenjem dva otapala koja se međusobno ne miješaju, otopljena tvar prelazi iz jednog otapala u kojem je manje topljiva, u drugo otapalo u kojem je više topljiva. Prijenos tvari odvija se difuzijom otopljene tvari do uspostave ravnotežne koncentracije otopljene tvari u objema fazama. Faza koja je obogaćena otopljenom tvari nakon ekstrakcije naziva se ekstrakt, dok faza koja je osiromašena otopljenom tvari naziva se rafinat (Slika 9.). Ukoliko se ekstrahiraju vrijedniji spojevi, potrebno je ponoviti postupak više puta, a u slučaju da je poželjno samo pročišćavanje, dovoljna je jedna ekstrakcija (20). Učinkovitost ekstrakcijskog postupka koji uključuje dvije kapljevine najčešće se izražava omjerom raspodjele koji se dobije ako se podijeli koncentracija ekstrahirane tvari u organskoj fazi s koncentracijom ekstrahirane tvari u vodenoj fazi (21).



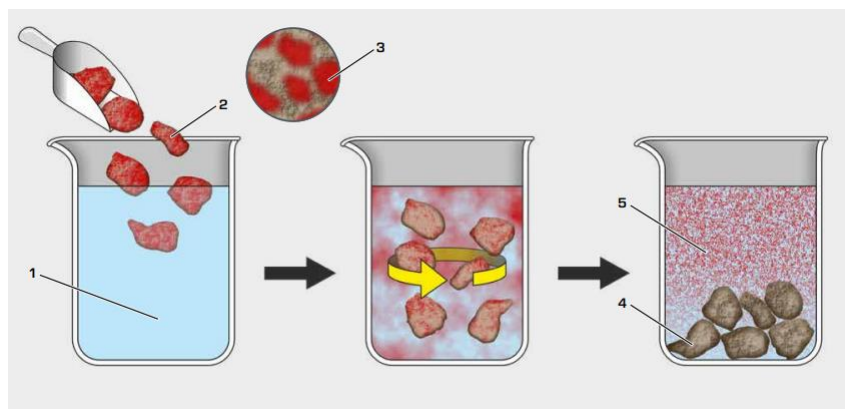
Slika 9. Idealni slučaj ekstrakcije kapljevina-kapljevina (22)

U laboratoriju se ekstrakcija najčešće izvodi u lijevku za odjeljivanje s brušenim čepom (Slika 10.), gdje se miješaju organsko otapalo i vodena otopina, a zatim se vodena otopina (najčešće) ispušta kroz pipac na dnu. Za što bolje iskorištenje, postupak ekstrakcije obično se ponovi dva do tri puta (21).



Slika 10. Lijevak za odjeljivanje (23)

Ekstrakcija kapljevina-krutina omogućava odvajanje topljivih komponenti iz krutine pomoću otapala. Krutina sa topljivom tvari predstavlja materijal za ekstrakciju koji se sastoji od čvrstog nosača i prijelazne komponente. U idealnom slučaju otapalo potpuno ekstrahira prijelaznu komponentu ostavljajući samo čvrstu fazu (Slika 11.). Međutim, u stvarnosti će čvrsta faza nakon jedne ekstrakcije sadržavati nešto prijelazne komponente, isto kao i što će dio otapala biti adsorpcijski vezan za krutinu. I u ovom slučaju za što bolje iskorištenje, postupak ekstrakcije ponovi se dva do tri puta (21).



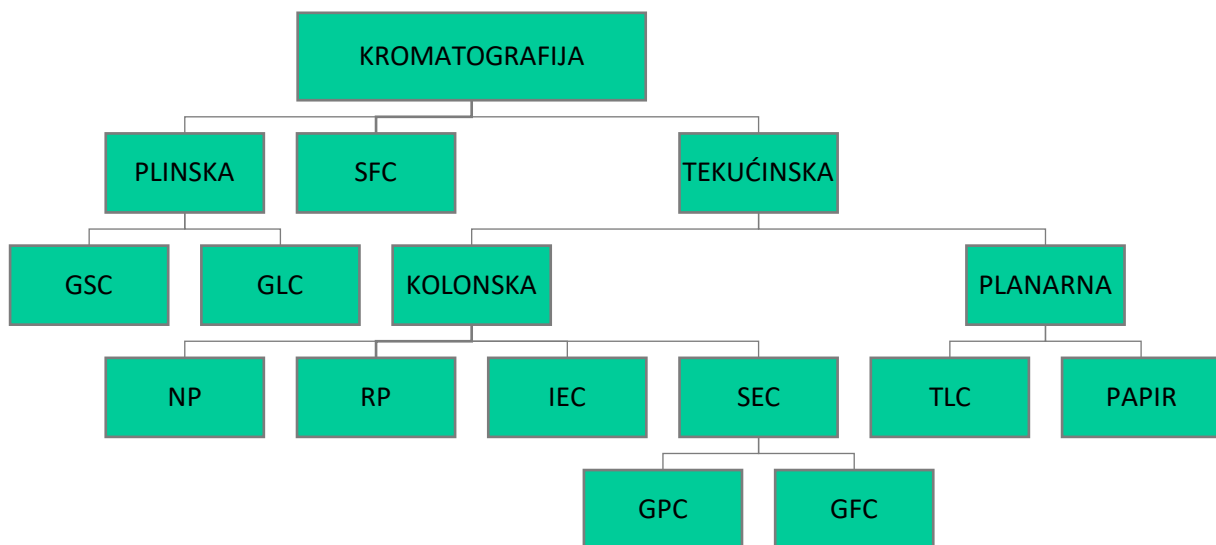
Legenda: 1. Otapalo 2. Čvrsta faza 3. Topljiva komponenta 4. Čvrsta faza bez topljive komponente 5. Otapalo sa otopljenom tvari

Slika 11. Idealni slučaj ekstrakcije krutina-kapljevina (22)

1.5. Kromatografija

1.5.1. Općenito

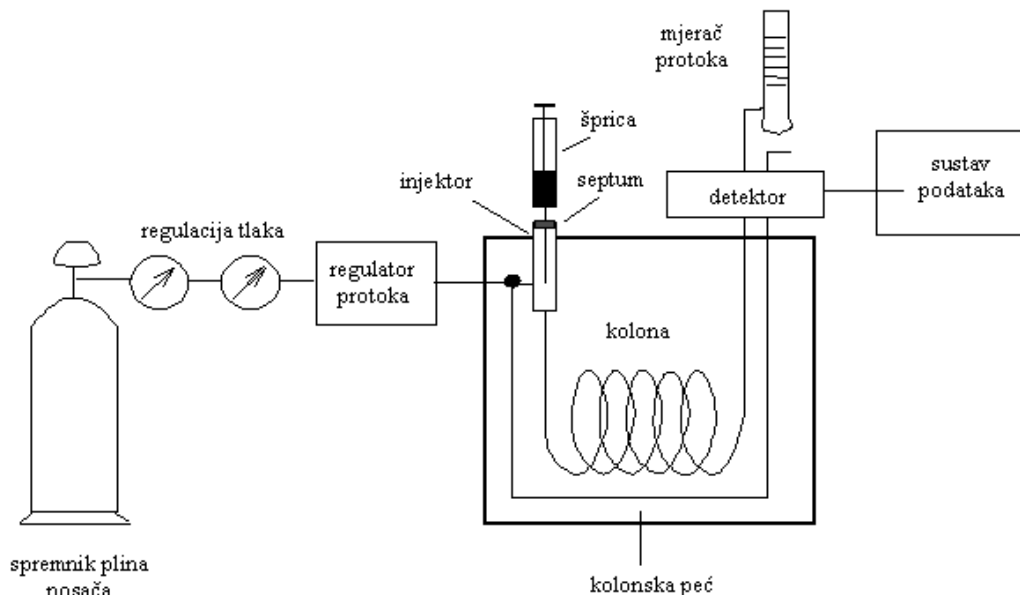
Kromatografija je naziv za metode i tehnike koje se koriste u analitičkoj kemiji za razdvajanje sastojaka smjese. Njen naziv dolazi od grčkih pojmova boja (*chroma*) i pisati (*grafo*), a usko se povezuje s prvim razdvajanjima koja su se bazirala na razdvajanju biljnih pigmenata na čvrstoj podlozi od krede ili papiru. Naime, kod kromatografskog razdvajanja, smjesa se kreće nošena mobilnom fazom kroz stacionarnu fazu, pri čemu zbog kemijskih i fizikalnih zakonitosti sastojci putuju različitom brzinom te dolazi do razdvajanja komponenti smjese na njene sastavnice (24). Mobilna faza može biti tekućina, plin, ili superkritični fluid te ona svojim protokom nosi sastavnice smjese kroz stacionarnu fazu koja može biti čvrsta ili tekuća. Obzirom na agregatno stanje mobilne faze razlikujemo tekućinsku kromatografiju (LC, engl. *Liquid chromatography*) i plinsku kromatografiju (GC, engl. *Gas chromatography*) (Slika 12).



Slika 12. Podjela kromatografije

1.5.2. Plinska kromatografija

Mobilna faza u plinskoj kromatografiji ili GC (engl. *Gas Chromatography*) je plin dok stacionarna faza može biti krutina pa govorimo o plin-krutina kromatografiji (*Gas-Solid Chromatography*, GSC) ili tekućina u plinsko tekućinskoj kromatografiji (*Gas-Liquid Chromatography*, GLC). GSC metoda temelji se na adsorpciji analita na krutu fazu, dok kod tekuće stacionarne faze dolazi do razdiobe analita između mobilne faze (plina) i stacionarne faze (veoma viskozne tekućine). Ova metoda koristi se za odvajanje i analizu plinova, tekućina i krutina koje se bez razgradnje mogu prevesti u plinovito stanje (25). Osnovni dijelovi uređaja za plinsku kromatografiju su spremnik plinova, injektor, termostatisirana peć u kojoj se nalazi kolona, detektor te računalo kojim se pomoću software-a upravlja uređajem i obrađuju dobiveni kromatogrami (Slika 13).



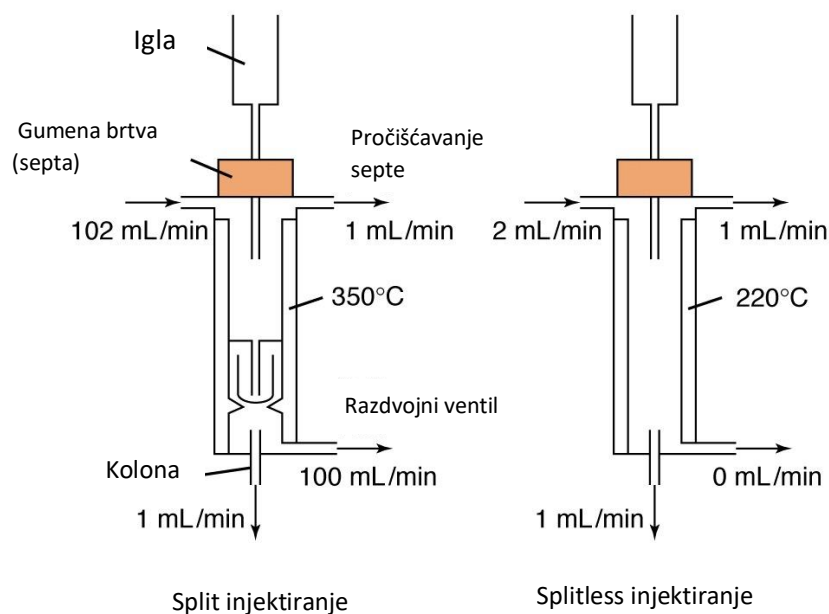
Slika 13. Instrumentacija plinske kromatografije (26)

1.5.3. Princip rada plinske kromatografije

Analiza započinje injektiranjem uzorka ručno ili automatskim injektorom u kojemu se on zagrijava i prenosi u plinovito stanje. Ručno injektiranje, ovisno o vrsti uzorka, može biti mikrošpricom (za tekuće uzorke) ili plinskom špricom (za plinovite uzorke). Injektor se sastoji od posebnog kućišta koje se može zagrijavati i staklenog umetka (liner), čija je uloga da štiti

uzorak od kontakta s metalom. Temperatura injektora je uvijek oko 50°C viša od temperature kolone, a injektirati se može na nekoliko načina (25):

- a) Brzim isparavanjem na toplo: direktnim injektiranjem, cold trap, podijeljenim injektiranjem (split, kapilarna analiza koja je pogodna za uzorke s visokom koncentracijom analita) ili nepodijeljenim injektiranjem (splitless, razdvojni odvod je prije injektiranja zatvoren te se ostavlja zatvoren za vrijeme injektiranja, metoda pogodna za uzorke niske koncentracije) prikazano na slici 11.
- b) Brzo isparavanje na hladno: direktno injektiranje



Slika 14. Načini injektiranja

Prije samog injektiranja protok plina nosača (mobilne faze) mora biti stabilan i ponovljiv te treba se moći regulirati na željenu razinu. Promjenom protoka plina možemo regulirati signale koji se javljaju na dobivenom kromatogramu te tako kod smanjenog protoka oni budu širi i niži, dok kod bržeg protoka oni budu viši, a može doći i do njihovog preklapanja. Najčešći plinovi nosači koji se koriste su inertni plinovi, poput helija, dušika, vodika ili argona. Plin nosač cijelo vrijeme ulazi u detektor te mora biti visoke tehničke čistoće kako bi šum detektora bio što manji i rezultati precizniji. Potrebno je obratiti pozornost na injektiranje uzorka u što manjem volumenu jer u protivnom može doći do širenja signala ili prljanja otvora za ubrizgavanje. Nastoji se izbjeći prisutnost zraka zbog njegovog oksidativnog djelovanja na tekuću stacionarnu

fazu, a nečistoće poput ugljikovodika, vode i kisika pridonose neželjenom podizanju nivoa šuma i nagibu bazne linije (26).

Nakon injektiranja, uzorak prelazi u kolonu nošen protokom inertnog plina, a njegove se komponente se razdvajaju ovisno o razlikama u kemijskim i fizikalnim svojstvima molekula kao i njihovom relativnom afinitetu prema stacionarnoj fazi. Prilikom odabira kolone važno je voditi računa o unutrašnjem promjeru kolone, dužini, debljini stacionarne faze, sastavu stacionarne faze te protoku plina nosača koji će se primjeniti. Kolona zadržava molekule ovisno o njihovoj točki vrenja, polarnosti te funkcionalnoj skupini te one iz kolone eluiraju u različitom retencijskom vremenu (t_r) (26).

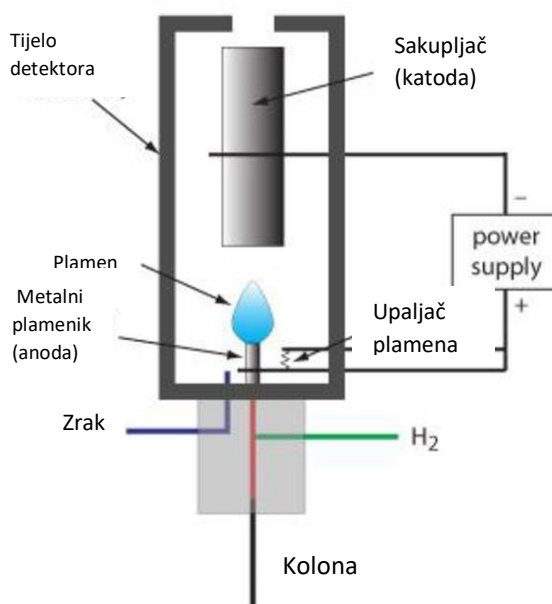
Svaka komponenta vezuje se različitom snagom za stacionarnu fazu pa će tako one molekule koje stupaju u jaču interakciju sa stacionarnom fazom izaći zadnje iz kolone i obrnuto. Osim vrste stacionarne faze, utjecaj na brzinu analize ima i temperatura, pa će se povišenjem temperature one komponente koje imaju niže točke vrenja eluirati brže s kolone (28).

Prilikom napuštanja kolone, komponente dolaze do detektora. Kod plinske kromatografije svi detektori su ugrijani na temperaturu višu od temperature kolone kako bi se ulaskom analita u detektor spriječila pojava kondenzacije. Detektori koji se primjenjuju kod plinske kromatografije su:

- a) Plameno-ionizacijski (*Flame Ionization Detector*, FID)
- b) Detektor za dušik i fosfor (*Nitrogen-Phosphorus Detector*, NPD)
- c) Detektor apsorpcije elektrona (*Electron Capture Detector*, ECD)
- d) Maseni detektor (*Mass Spectrometry*, MS) itd (26).

Standardni detektor za plinsku kromatografiju je plameno-ionizacijski detektor (uz MS). Kod ovog detektora komponente koje su razdvojene se uvode u plamen koji nastaje izgaranjem vodika u struji zraka. Pri temperaturi plamena spojevi se razgrađuju (piroliza), nastaju ioni i elektroni koji prenose struju između katode i anode te se ona mjeri ampermetrom koji daje signal računalu na obradu. Zapis koji dobijemo na računalu naziva se kromatogram. FID detektor (Slika 15.) ima vrlo širok dinamički raspon i visoku osjetljivost na sve materijale koji sadrže ugljik, a neke od prednosti uključuju niske zahtjeve za održavanjem, cijena, neosjetljivost na promjenu protoka (omogućuje spomenutu visoku osjetljivost i nizak nivo šuma) te raspon linearnosti i

detekcije. U nedostatke može se ubrojiti činjenica da plamen razara spojeve koji prolaze kroz detektor odnosno destruktivan način rada i korištenje gorivih plinova (26).



Slika 15. Plameno-ionizacijski detektor

2. CILJ RADA

Cilj ovog rada bio je plinskom kromatografijom istražiti profil masnih kiselina u lišću i cvijetu motra te utvrditi potencijalne razlike u sastavu masnih kiselina između uzoraka prikupljenih na različitim lokacijama te uzoraka cvijeta i lista.

3. IZVORI PODATAKA I METODE

3.1. Materijali

Za ovo istraživanje prikupljeno je trinaest uzoraka motra za analizu od kojih je deset uzoraka bilo uzorak lišća, a tri su bili cvjetovi. Biljni materijal je sušen na zraku do stalne odvage. Od kemikalija korišteni su 2- propanol, heksan, Na₂SO₄, heptan te smjese heksana i 2-propanola i smjesa metilnog alkohola, toluena i sumporne kiseline. Od kemijskog pribora korištene su plastične tubice (falconice), grijač, čaše, mlin za mljevenje, rotacijski isparivač, vodena kupelj te uređaj za plinsku kromatografiju.

Tablica 1. Popis uzoraka

<i>Lokacije uzorkovanja</i>
<i>Krk</i>
<i>Senj</i>
<i>Pag</i>
<i>Pag cvijet</i>
<i>Jadrija</i>
<i>Split</i>
<i>Dražnice</i>
<i>Korčula</i>
<i>Korčula cvijet</i>
<i>Neretva</i>
<i>Pelješac</i>
<i>Cavtat</i>
<i>Cavtat cvijet</i>

3.2. Metode

3.2.1. Priprema uzorka

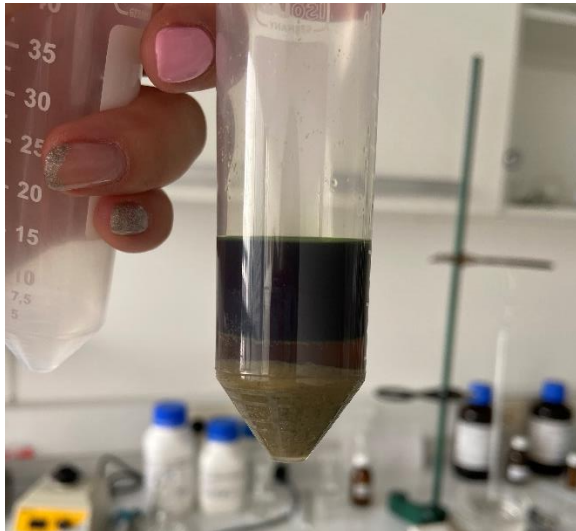
Od navedenih trinaest uzoraka svaki je samljeven u fini prah pomoću aparata za mljevenje kave. Odvagano je po 1 g praha u falcon epruvete nakon čega je dodano 4 mL 2-propanola. Suspenzija je potom zagrijavana u vodenoj kupelji tijekom 15 minuta nakon čega je ostavljena da se ohladi na sobnu temperaturu (Slika 16.). Potom je dodano 6 mL heksana, smjesa je vorteksirana 30-ak sekundi, nakon čega je dodano 5 mL 6,7%-tne Na_2SO_4 i opet vorteksirano. Smjesa je stavljena u centrifugu kako bi se odvojio gornji sloj s lipidnim komponentama koji je išao na daljnju ekstrakciju.



Slika 16. Zagrijavanje smjese

3.2.2. Ekstrakcija

Nakon prvog centrifugiranja odvojen je gornji sloj u novu falcon epruvetu, a u preostali donji sloj dodano je 7,5 mL smjese heksana i 2-propanola u omjeru 7:2. Smjesa je ponovo vorteksirana tijekom 30 sekundi. Nakon ponovnog centrifugiranja gornji sloj je odvojen i pridružen prethodnom odvojenom heksanskom sloju (Slike 17. i 18.).



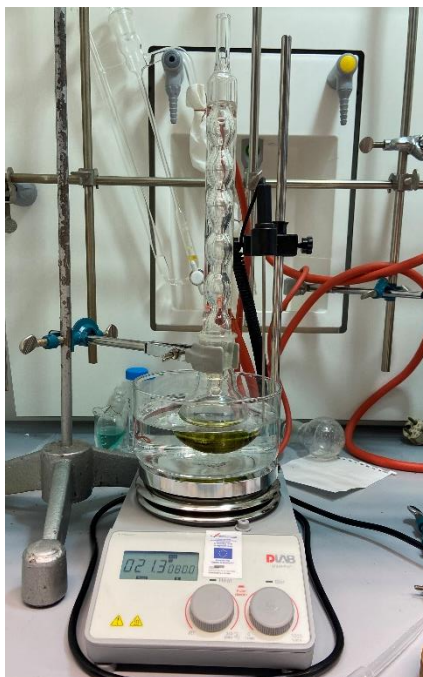
Slika 17. Heksanski sloj nakon prve ekstrakcije Slika 18. Heksanski sloj nakon druge ekstrakcije

Poslije ekstrakcije heksanski sloj je prebačen u tikvicu s okruglim dnom koja je potom spojena na rotacijski uparivač marke Büchi Rotavapor R-200 (Slika 19.). Pri temperaturi od 40°C heksanski sloj je uparen do suha.



Slika 19. Rotacijski uparivač

Nakon što je ekstrakt uparen do suha, dodano je 3 mL otopine metilnog alkohola, toluena i sumporne kiseline u omjerima 88:10:2, a potom je sve skupa zagrijavano na vodenoj kupelji 1 sat pri 80°C (Slika 20).



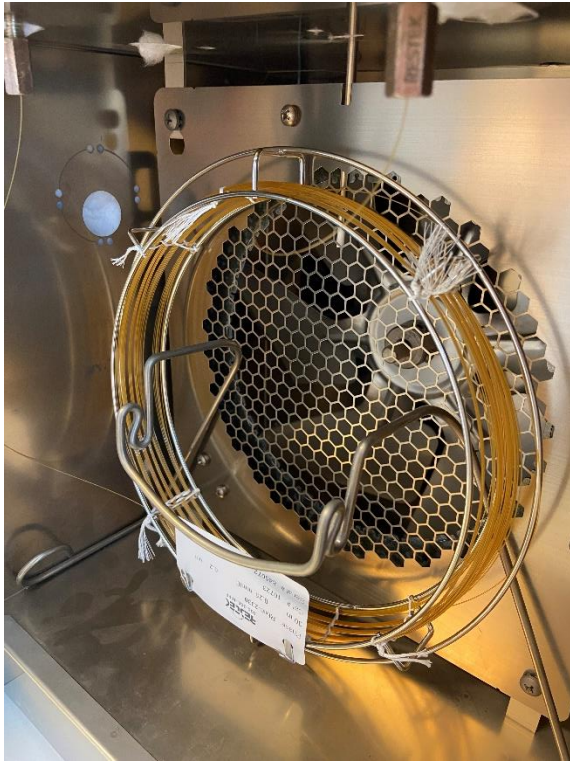
Slika 20. Zagrijavanje smjese na vodenoj kupelji

Nakon grijanja i hlađenja smjese na sobnu temperaturu, reakcijska smjesa se prebacila kapaljkom u malu epruveticu te je uz prethodno miješanje na vorteksu ekstrahirana 2 puta s po 1 mL heptana. Odvojeni gornji heptanski slojevi, koji sadrže metilne estere masnih kiselina, su spojeni te analizirani plinskom kromatografijom.

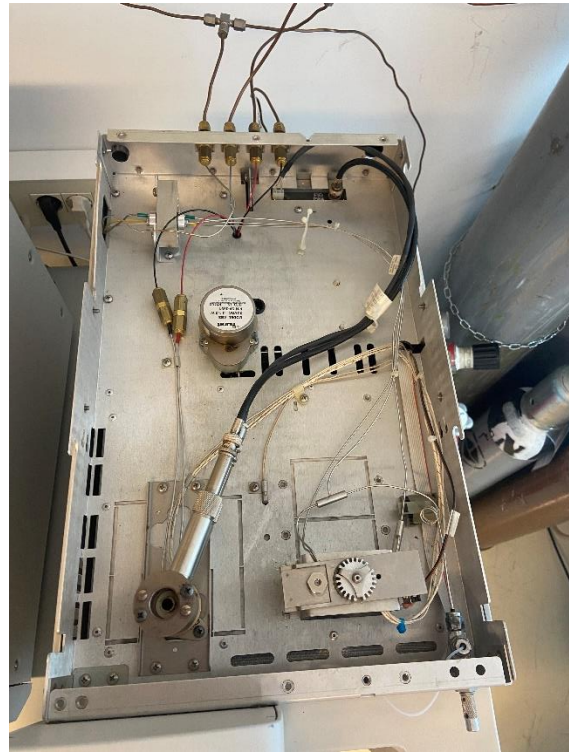
Za plinsku kromatografiju postavljeni su sljedeći uvjeti:

Kolona koja se koristila je Restek RTX 2330 dužine 30 m, unutarnjeg promjera 0,25 mm, debljine stacionarne faze 20 μm (Slika 21.). Injektor je bio pri temperaturi od 250°C, split omjer bio je postavljen na 50, a protok plina nosača je bio 2 mL/min. Injektirano je 1 μL heptanskog ekstrakta. Temperaturni program je počinjao držanjem kolone pri 140°C kao početnoj temperaturi četiri minute, zatim se temperatura dizala na 210°C brzinom od 4 °C/min, a nakon što je postignuta željena temperatura održavana je 8.5 min. Temperatura detektora je bila 250°C (Slika 22.).

Masne kiseline su identificirane po retencijskim vremenima prema retencijskim vremenima standarda, Supelco 37 Component FAME Mix, (Sigma-Aldrich).



Slika 21. Kolona na plinskom kromatografu



Slika 22. Gornji pogled na injektor i detektor

4. REZULTATI

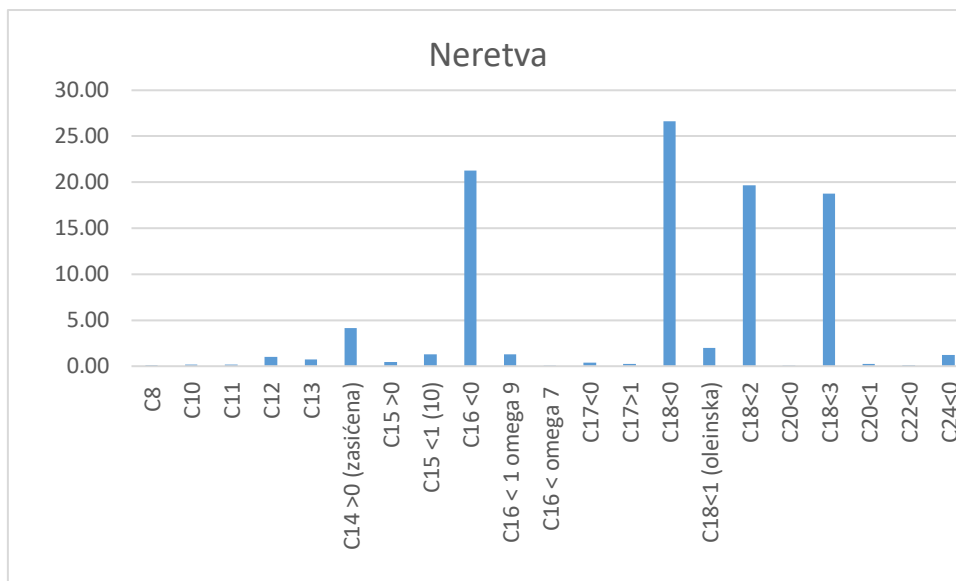
Analizom uzoraka na plinskoj kromatografiji dobiven je profil masnih kiselina koje su detektirane na plameno-ionizacijskom detektoru. Utvrđena je prisutnost masnih kiselina od C8 do C24. Obzirom da je dobiveno po dva rezultata za svaki od uzoraka, izračunat je postotak svake kiseline te njihova srednja vrijednost uz odstupanje. Rezultati su prikazani u Tablicama 2. i 3. te na slici 23. Na slikama 24. i 25. prikazani su kromatogrami dobiveni analizom.

Tablica 2. Srednja vrijednost udjela svake masne kiseline iz svakog uzorka

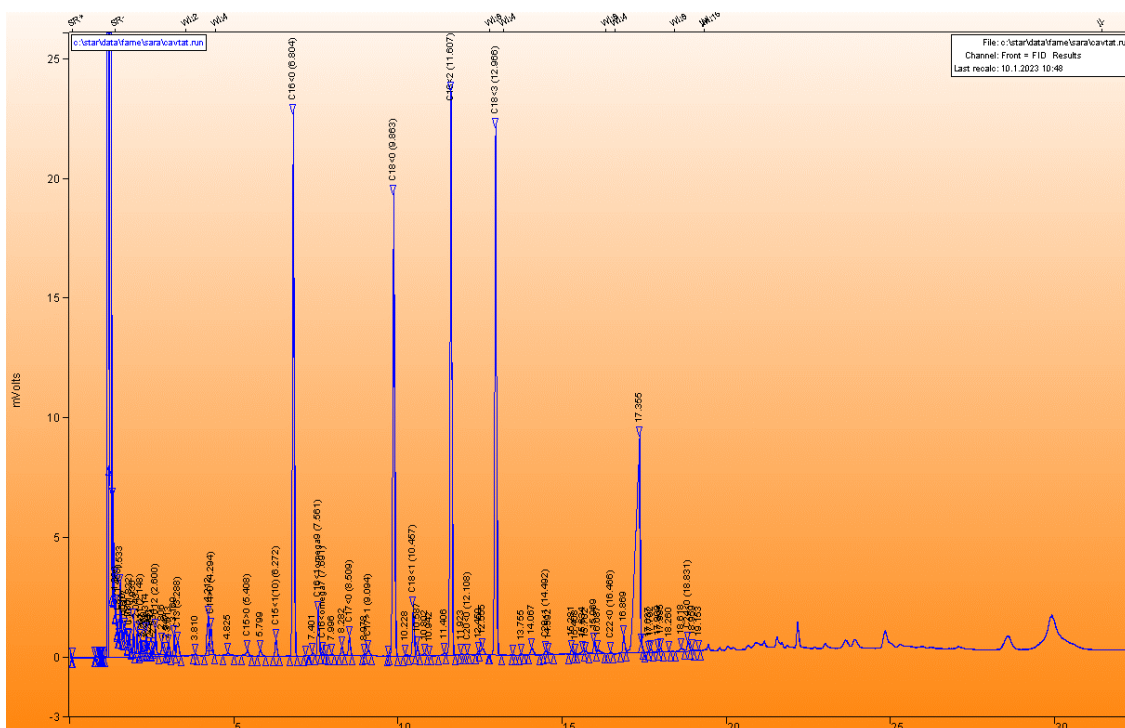
	<i>Krk</i>	<i>Senj</i>	<i>Jadrija</i>	<i>Split</i>	<i>Drašnice</i>	<i>Neretva</i>	<i>Pelješac</i>
<i>C8:0</i>	0,1±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
<i>C10:0</i>	0,3±0,1	0,4±0,0	0,2±0,0	0,2±0,1	0,7±0,0	0,2±8	0,1±0,0
<i>C11:0</i>	0,1±0,0	0,2±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
<i>C12:0</i>	2,6±0,1	2,5±0,0	1,5±0,1	1,3±0,1	1,7±0,0	1,0±0,0	1,1±0,1
<i>C13:0</i>	0,7±0,0	0,8±0,0	0,6±0,0	0,6±0,0	0,6±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0
<i>C14:0</i>	4,0±0,0	5,4±0,0	5,1±0,2	5,1±0,2	3,7±0,1	4,1±0,4	3,1±0,0
<i>C15:0</i>	0,3±0,0	0,3±0,0	0,3±0,1	0,4±0,1	0,3±0,0	0,4±0,0	0,2±0,0
<i>C15:1</i>	1,5±0,0	1,1±0,0	0,8±0,0	0,8±0,0	0,8±0,0	1,3±0,0	1,0±0,0
<i>C16:0</i>	21,0±0,0	19,0±0,3	21,0±0,1	22,1±0,2	20,3±0,1	21,3±0,2	20,7±0,1
<i>C16:1</i>	1,5±0,0	1,1±0,0	1,3±0,0	1,4±0,0	1,2±0,0	1,3±0,0	1,5±0,0
<i>ω-7</i>							
<i>C16:1</i>	-	0,2±0,3	-	-	-	-	-
<i>ω-9</i>							
<i>C17:0</i>	0,6±0,0	0,6±0,0	1,9±0,1	0,5±0,0	0,5±0,0	0,4±0,0	0,9±0,0
<i>C17:1</i>	0,1±0,0	0,1±0,1	0,1±0,0	0,2±0,0	0,3±0,2	0,3±0,0	0,1±0,0
<i>C18:0</i>	16,4±0,0	25,5±0,2	22,1±0,2	15,8±0,1	20,0±0,1	26,6±0,2	19,4±0,0
<i>C18:1</i>	2,8±0,0	2,9±0,0	2,5±0,0	3,0±0,0	4,1±0,0	2,0±0,0	2,4±0,0
<i>C18:2</i>	23,5±0,0	20,0±0,1	22,2±0,2	23,6±0,1	23,7±0,1	19,7±0,2	24,6±0,1
<i>C20:0</i>	0,1±0,0	0,1±0,0	-	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,1
<i>C18:3</i>	22,7±0,0	18,3±0,2	18,5±0,2	23,1±0,1	20,7±0,1	18,8±0,1	22,9±0,1
<i>C20:1</i>	0,3±0,0	0,3±0,1	0,3±0,0	0,3±0,0	0,3±0,0	0,3±0,0	0,2±0,0
<i>C22:0</i>	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,4±0,0	0,3±0,0	0,1±0,0	0,2±0,0
<i>C24:0</i>	1,2±0,0	0,9±0,0	1,0±0,1	1,0±0,1	0,7±0,1	1,2±0,1	0,6±0,0

Tablica 3. Srednja vrijednost udjela svake masne kiseline iz svakog uzorka

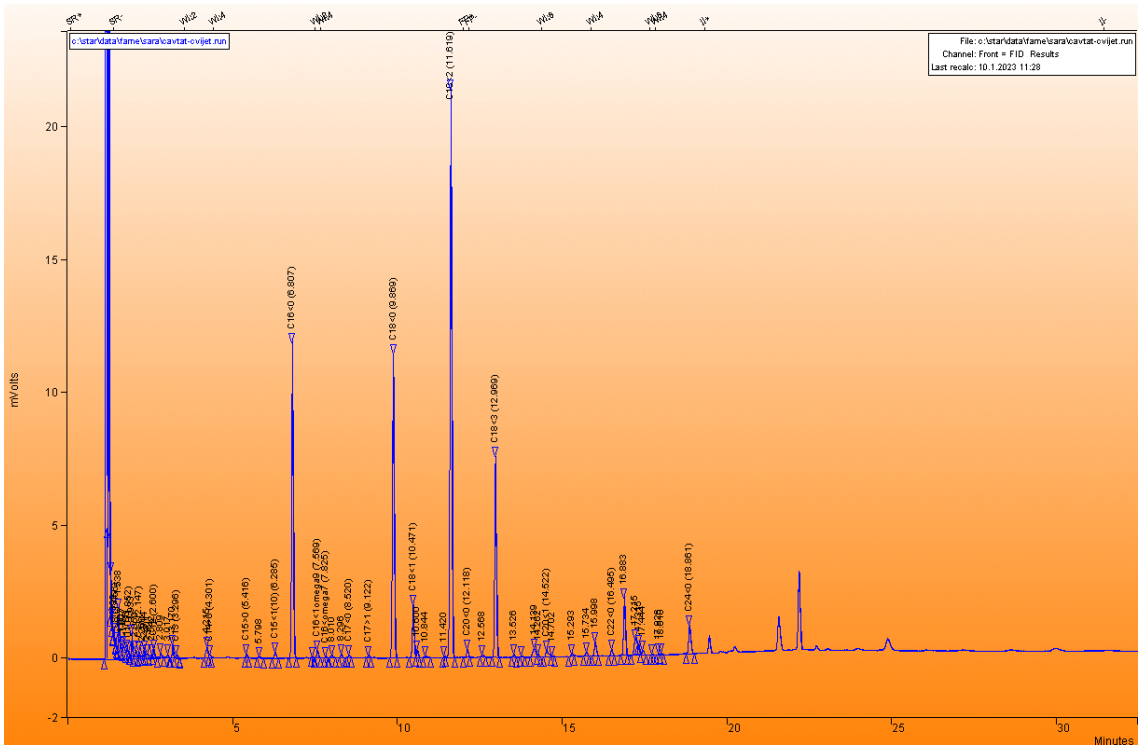
	<i>Pag</i>	<i>Pag cvijet</i>	<i>Korčula</i>	<i>Korčula cvijet</i>	<i>Cavtat</i>	<i>Cavtat cvijet</i>
<i>C8:0</i>	0,2±0,0	0,2±0,01	0,1±0,0	0,08±0,0	0,1±0,0	0,08±0,0
<i>C10:0</i>	0,1±0,0	0,18±0,0	0,5±0,0	0,12±0,01	0,2±0,1	0,08±0,5
<i>C11:0</i>	0,2±0,0	0,38±0,02	0,1±0,0	0,19±0,01	0,2±0,0	0,13±0,02
<i>C12:0</i>	1,7±0,1	0,40±0,0	1,4±0,1	0,55±0,01	0,8±0,0	0,39±0,01
<i>C13:0</i>	0,7±0,0	0,39±0,0	0,5±0,0	0,23±0,01	0,8±0,0	0,25±0,01
<i>C14:0</i>	5,4±0,0	0,69±0,01	3,6±0,0	0,83±0,02	1,3±0,0	0,25±0,04
<i>C15:0</i>	0,4±0,0	0,42±0,01	0,2±0,0	0,25±0,01	0,3±0,1	0,22±0,01
<i>C15:1</i>	1,5±0,0	0,44±0,0	1,4±0,0	0,38±0,0	0,81±0,0	0,43±0,0
<i>C16:0</i>	22,3±0,2	21,37±0,03	22,5±0,1	20,79±0,06	22,1±0,1	19,54±0,2
<i>C16:1 ω-7</i>	1,4±0,0	0,16±0,08	1,5±0,0	0,09±0,0	1,9±0,1	0,08±0,0
<i>C16:1 ω-9</i>	-	0,48±0,0	-	0,43±0,0	0,1±0,0	0,47±0,0
<i>C17:0</i>	0,8±0,0	0,27±0,0	0,6±0,0	0,20±0,0	0,9±1	0,19±0,03
<i>C17:1</i>	0,2±0,0	0,2±0,08	0,1±0,0	0,18±0,02	0,3±0,0	0,15±0,01
<i>C18:0</i>	23,8±0,0	31,29±0,07	19,1±0,0	12,73±0,02	20,8±0,1	20,50±0,0
<i>C18:1</i>	2,4±0,0	2,41±0,0	2,9±0,0	4,77±0,02	2,1±0,0	3,53±0,01
<i>C18:2</i>	20,3±0,5	26,46±0,04	23,9±0,1	42,74±0,04	24,3±0,0	37,48±0,03
<i>C20:0</i>	0,1±0,0	0,06±0,05	0,1±0,0	0,28±0,01	-	0,53±0,01
<i>C18:3</i>	17,5±0,1	10,77±0,02	20,3±0,0	12,43±0,01	22,1±0,1	12,60±0,04
<i>C20:1</i>	0,3±0,0	0,35±0,0	0,3±0,0	0,49±0,01	0,2±0,0	0,6±0,06
<i>C22:0</i>	0,1±0,0	0,07±0,01	0,3±0,0	0,04±0,0	0,1±0,0	0,43±0,02
<i>C24:0</i>	0,8±0,0	3,00±0,0	0,6±0,1	2,18±0,01	0,5±0,0	2,08±0,18



Slika 23. Grafički prikaz raspona masnih kiselina u uzorku motra iz Neretve



Slika 24. Kromatogram uzorka Cavtat



Slika 25. Kromatogram uzorka Cavtat-cvijet

5. RASPRAVA

Iz dobivenih podataka može se vidjeti da stearinska kiselina prevladava u uzorku Neretve kao glavna masna kiselina, dok ju slijede palmitinska, linolna i α -linolenska kiselina. Ovakav sličan poredak dobiven je u uzorcima koji su na sjevernijem Jadranu poput Senja i Paga. U ostalim uzorcima na središnjem i južnom Jadranu prevladava linolna kiselina kao glavna masna kiselina u uzorcima lišća. Kod uzoraka cvijeta sa srednjeg Jadrana uočen je veći postotak linolne kiseline nego kod uzoraka lišća, a u uzorku cvijeta s Paga dominira stearinska kiselina.

Iako ne postoje istraživanja temeljena na profilu masnih kiselina u cvijetu motra, prijašnja istraživanja na lišću su pokazala da su polinezasićene masne kiseline dominantna grupa masnih kiselina. Ben Hamed i sur.,2005 (29), Guil-Guerrero i Rodriguez-Garcia,1999 (30), Sánchez-Faure i sur.,2020 (31), Labiad i sur., 2021 (32), Castillo i sur.,2022 (33), Martins-Noguerol i sur., 2022b (34) te Oliveira-Alves i sur.,2023 (35) izvjestili su o dominaciji polinezasićenih masnih kiselina u uzorcima morskog komorača. Među mononezasićenim masnim kiselinama, najzastupljenija je bila oleinska kiselina. U našem istraživanju od zasićenih masnih kiselina najdominantnija je bila palmitinska kiselina, dok je nađena znatno manja količina stearinske kiseline (od 3 do 8,8%).

Naši rezultati su u skladu s rezultatima Martins-Noguerol i sur.,2022b (34), gdje je zabilježena veća količina linolne kiseline. Guil-Guerrero i Rodriguez-Garcia,1999 (30) također su zabilježili veću količinu linolne kiseline u svojem istraživanju.

U usporedbi sa prethodno navedenim istraživanjima, hrvatski uzorci sadržavali su znatno viši udio zasićenih masnih kiselina, manji udio polinezasićenih masnih kiselina i gotovo zanemariv udio oleinske kiseline.

6. ZAKLJUČAK

Motar je od davnina poznat kao vrlo koristan sastojak različitih jela, začina te po svojoj primjeni u medicini, farmakologiji i kozmetičkoj industriji. Analizom ekstrakata plinskom kromatografijom utvrđena je prisutnost 20 masnih kiselina; od toga 7 nezasićenih koje se nalaze u lišću i cvijetu. Kod listova prevladavaju 4 glavne kiseline, i to redom: linolna, palmitinska, α -linolenska i stearinska kiselina, dok kod uzoraka cvijeta dominira nešto viši udio zasićenih masnih kiselina. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da su svi detektirani spojevi pronađeni u svim uzorcima, međutim da se omjeri istih razlikuju ovisno o lokaciji branja, ali vjerojatno i brojnim drugim čimbenicima. Također se može zaključiti da uzorci cvijeta imaju veći sadržaj pojedinih kiselina; stearinske kiseline uzorak s Paga i linolne kiseline uzorak s Korčule i Cavtata, nego li je njihov sadržaj u uzorcima lista. Ovo istraživanje je pružilo uvid u profil masnih kiselina i može pomoći u razumijevanju ekoloških razlika među populacijama motra. Obzirom na profil masnih kiselina i visok udio blagotvornih polinezasićenih masnih kiselina, motar se može smatrati vrijednim izvorom biološki aktivnih i nutritivno vrijednih komponenata.

7. LITERATURA

1. Grigoriadou K, Maloupa E. Micropropagation and salt tolerance of in vitro grown *Crithmum maritimum* L. *Plant Cell, Tissue Organ Cult.* 2008;94:209.
2. Grlić Lj., Enciklopedija samoniklog jestivog bilja, Drugo izdanje, August Cesarec Zagreb, 1990, 225-231
3. Nimac A. Utjecaj različitih predtretmana na klijavost i energiju klijanja sjemena motra (*Crithmum maritimum* L.) [diplomski rad]. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet; 2017 [pristupljeno 18.11.2022]. Dostupno na: <https://repositorij.agr.unizg.hr/en/islandora/object/agr%3A677/datastream/PDF/view>
4. <https://hr.365dailyjournal.com/2372-sea-fennel-crithmum-maritimum-sea-fennel-or-sea-celery>, pristupljeno 19.11.2022
5. https://www.freepik.com/free-photo/asafetida-plants-side-view_9296272.htm#query=sea%20fennel%20flower&position=11&from_view=search&track=ais&uuid=143e190b-1650-4d37-9ac2-93e3f43a3314 pristupljeno 16.1.2024
6. Devčić I. Biljke otporne na sol [Internet] 2017 Jan 8 [pristupljeno 17.7.2023]. Dostupno na: <https://www.agroklub.com/sumarstvo/biljke-otporne-na-sol/29321/>
7. Aronson J, Blondel J. *Biology and wildlife of the Mediterranean region*; Oxford University Press. New York. 1999:125-127.
8. Halofiti. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. [pristupljeno 17.7.2023.]. Dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=24203>
9. Cutler C, Russell T. *The world encyclopedia of trees*. Leo commerce, Rijeka. 2004:55
10. Glavić A., Prilagodbe biljaka na slana staništa [završni rad]. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovni-matematički fakultet; 2009.
11. Surampalli, Rao Y., Tyagi, K.D., *Advances in water and wastewater treatment*, American Society of Civil Engineers, 2004. Str.168
12. Šafranek G, Obalne biljke – halofiti [slika s interneta]. [pristupljeno 18.7.2023]. Dostupno na: <https://prirodahrvatske.com/2022/09/04/obalne-biljke-halofiti/>

13. Wikipedia: the free encyclopedia [Internet]. Cakile maritima [ažurirano 8.11.2023; pristupljeno 18.7.2023.]. Dostupno na:
https://en.wikipedia.org/wiki/Cakile_maritima
14. Chatto B, Plants for dry areas – atriplex halimus [slika s interneta]. [pristupljeno 18.7.2023]. Dostupno na: <https://www.bethchatto.co.uk/conditions/plants-for-dry-conditions/atriplex-halimus.htm>
15. Berg J, Tymoczko J.L., Stryer L, Biokemija. 6. izdanje. Zagreb,2013,326-9.
16. Masne kiseline. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. [pristupljeno 1.9.2023.]. Dostupno na:
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=39301>
17. Bhat S.V., Nagasampagi B.A., Sivakumar M., Chemistry of natural products. Springer-Narosa, Berlin, New Delhi. 2005. 206-210
18. Generalić E. Omega-3 masne kiseline. Englesko-hrvatski kemijski riječnik & glosar. 2022 Jun 29, KTF-Split. [pristupljeno 2.9.2023.]. Dostupno na:
<https://glossary.periodni.com/glosar.php?hr=omega-3+masne+kiseline>
19. Generalić, E. Masna kiselina. Englesko-hrvatski kemijski rječnik & glosar. 2022 Jun 29, KTF-Split. [pristupljeno 1.9.2023.]. Dostupno na:
<https://glossary.periodni.com/glosar.php?hr=masna+kiselina>
20. Ekstrakcija. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021.[pristupljeno 12.7.2023.]. Dostupno na:
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=17468>
21. Mujić I., Jokić S. Ekstrakcija i ekstraktori biljnih sirovina. Osijek, Studio HS internet, 2018.
22. https://www.gunt.de/images/download/extraction_english.pdf , pristupljeno 12.7.2023
23. Generalić E, Ekstrakcija [slika s interneta]. 2022 Jun 29 [pristupljeno 12.7.2023.]. Dostupno na: <https://glossary.periodni.com/glosar.php?hr=ekstrakcija>
24. Macan-Kaštelan M., Medić-Šarić M., Turina S. Plošna kromatografija. Zagreb, Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2006.
25. Rouessac F., Rouessac A. Chemical analysis. 2nd edition, West Sussex, England. John Wiley & Sons, 2007.
26. Luterotti S. Uvod u kemijsku analizu. Zagreb, Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2009. Dostupno na:

<https://www.slideshare.net/BenjaminSpahi/uvod-u-hemijsku-analizu-svjetlana-luterotti>

27. Sparkman, D.O., Penton Z., Kitson, F.G. Gas Chromatography and Mass Spectrometry: A Practical Guide. 2nd ed. Academic Press, 2011.
28. Ben Hamed, K., Ben Youssef, N., Ranieri, A., Zarrouk, M., Abdely, C. Changes in content and fatty acid profiles of total lipids and sulfolipids in the halophyte *Crithmum maritimum* under salt stress. *Journal of plant physiology* [Internet]. 2005, 162, 599-602. [pristupljeno 9.12.2023]. Dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2004.11.010>
29. Guil-Guerrero, J.L., Rodriguez-Garcia, I. Lipid classes, fatty acids and carotenes of the leaves of six edible wild plants. *Eur Food Res Technol* [Internet]. 1999, 209, 313-316. [pristupljeno 9.12.2023]. Dostupno na: <https://doi.org/10.1007/s002170050501>
30. Sánchez-Faure, A., Mária Calvo, M., Pérez-Jiménez, J. Belén Martín-Diana, A., Rico, D., Pilar Montero, M. i sur. Exploring the potential of common iceplant, seaside arrowgrass and sea fennel as edible halophytic plants. *Food Research International*, 2020, 137. [pristupljeno 9.12.2023]. Dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109613>
31. Labiad, M.H., Giménez, A., Varol, H., Tüzel, Y., Egea-Gilabert, C., Fernández, J.A., i sur. Effect of Exogenously Applied Methyl Jasmonate on Yield and Quality of Salt-Stressed Hydroponically Grown Sea Fennel (*Crithmum maritimum* L.). *Agronomy* 2021, 11, 1083. [pristupljeno 9.12.2023]. Dostupno na: <https://doi.org/10.3390/agronomy11061083>
32. Castillo, J.M., Mancilla-Leytón, J.M., Martins-Noguerol, R., Moreira, X., Moreno-Pérez, A.J., Muñoz-Vallés, S. Interactive effects between salinity and nutrient deficiency on biomass production and bio-active compounds accumulation in the halophyte *Crithmum maritimum*. 2022, 301. [pristupljeno 9.12.2023]. Dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111136>
33. Martins-Noguerol, R., Matías, L., Pérez-Ramos, I.M., Moreira, X., Muñoz-Vallés, S., Mancilla-Leytón, J.M. i sur. Differences in nutrient composition of sea fennel (*Crithmum maritimum*) grown in different habitats and optimally controlled growing conditions. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2022, 106. [pristupljeno 9.12.2023]. Dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104266>
34. Oliveira-Alves, O., Andrade, F., Sousa, J., Bento-Silva, A., Duarte, B., Caçador, I. I sur. Soilless cultivated halophyte plants: volatile, nutritional, phytochemical and biological differences. *Antioxidant Molecules from Marine Origin: Biotechnological and Industrial Applications*. 2023, 12. [pristupljeno 9.12.2023]. Dostupno na: <https://doi.org/10.3390/antiox12061161>

SAŽETAK:

Morski komorač, motar (*Crithmum maritimum* L.) je biljka koja je rasprostranjena na području čitavog Mediterana. Još od davnina se koristi u prehrambene i ljekovite svrhe zbog velikog sadržaja različitih bioaktivnih spojeva među kojima se posebno ističe vitamin C, fenolni spojevi i karotenoidi. Cilj ovog rada bio je istražiti koje lipidne komponente prevladavaju u lišću i cvjetovima motra prikupljenog na različitim lokacijama duž Jadranske obale. Pomoću plinske kromatografije u biljnom materijalu određena je vrsta i udjeli pojedinih masnih kiselina. Dvije glavne kiseline koje su prevladavale su linolna i stearinska kiselina čiji je udio ovisio o lokaciji branja. Rezultati pokazuju prisutnost masnih kiselina od C8 do C24, s time da je u cvjetovima pronađena znatno viša količina linolne kiseline (>35%) nego u uzorcima lista (~23%).

Ključne riječi: motar, lipidne komponente, masne kiseline, plinska kromatografija

ABSTRACT:

Sea fennel (*Crithmum maritimum* L.) is a widely known plant that is widespread in the Mediterranean area. It has been known since ancient times to be used as a food and for medicinal purposes due to its wide range of bioactive compounds, including vitamin C, phenolic compounds and carotenoids. The aim of this thesis was to investigate which lipid components are prevalent in leaves and flowers of motar at different locations along the Adriatic coast. Gas chromatography was used to determine the percentage of fatty acids in the plant material. The two main acids that prevailed were linoleic and stearic acids, the proportion of which depended on the location of the collected sample. The results also show the range of fatty acids from C8 to C24, whereby in flowers we have a significantly higher amount of linoleic acid (>35%) than in the leaves (~23%)

Key words: sea fennel, lipid components, fatty acids, gas chromatography

ŽIVOTOPIS

Curriculum Vitae

OSOBNOST

Ime	Sara Lazarevski
Adresa	Oboj 66D, 10000 Zagreb
Broj telefona	0993830686
E-adresa	saralazarevski45@gmail.com
Datum rođenja	20-02-1998
Mjesto rođenja	Zagreb
Spol	Žena
Nacionalnost	Hrvatsko

OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE

Ruj 2016 - Ruj 2020	Prvostupnica kemije <i>Kemijsko-tehnološki fakultet, Split</i> Odrađena praksa u trajanju od 3 mjeseca u okviru fakultetskog obrazovanja
Ruj 2012 - Lip 2016	Kemijski tehničar <i>Prirodoslovna škola Vladimira Preloga, Zagreb</i> Odrađena praksa u području kemijske tehnologije u okviru srednjoškolskog obrazovanja u trajanju od dvije godine

INTERESI

Davanje instrukcija i podučavanje djece u školi

VJEŠTINE

Microsoft Word	Iskusan/na
Microsoft Excel	Vješt/a
Mediji	Vješt/a
Fotografiranje	Vješt/a

SVEUČILIŠTE U SPLITU

Sveučilišni odjel za forenzične znanosti

Izjava o akademskoj čestitosti


Ja, _____ Sara Lazarevski _____, izjavljujem da je moj diplomski rad pod naslovom
_____ Lipidne komponente motra (*Crithmum maritimum* L.) _____

rezultat mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Nijedan dio ovoga rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan bez citiranja i ne krši ičija autorska prava.

Izjavljujem da nijedan dio ovoga rada nije iskorišten u ijednom drugom radu pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj, obrazovnoj ili inoj ustanovi.

Sadržaj mojega rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Split, _____ 21.10.2023 _____

Potpis studenta/studentice: _____  _____