Rod Micromeria i sastav eteričnog ulja nekih vrsta roda Micromeria

Pavlinović, Mia

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, University of Split, Faculty of science / Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:166:538333

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Science

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Splitu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Odjel za biologiju

Mia Pavlinović

Rod *Micromeria* i sastav eteričnog ulja nekih vrsta roda *Micromeria*

Završni rad

Split, 2015.

1. UVOD 3
2. RAZRADA TEME 5
2.1 OPĆENITO O PORODICI Lamiaceae 5
2.2 MORFOLOŠKA SVOJSTVA 6
2.2.1 *Micromeria croatica* Pers.(Schott) 6
2.2.2 *Micromeria dalmatica* Benth. 8
2.2.3 *Micromeria juliana* (L.) Benth. ex Rchb. 8
2.2.4 *Micromeria kerneri* Murb. 9
2.2.5 *Micromeria graeca* L. Reichenb. 10
2.3. ANATOMSKA GRAĐA LISTA OPĆENITO 11
2.4 TRIHOMI 12
2.4.1 Žljezdane dlake 13
2.5 SEKUNDARNI METABOLITI 14
2.5.1 Eterična ulja 17
2.5.2 Terpenski spojevi 19
2.6 SASTAV ETERIČNOG ULJA VRSTA RODA *Micromeria* 22
2.6.1 *Micromeria croatica* Pers.(Schott) 22
2.6.2 *Micromeria dalmatica* Benth. 24
2.6.3 *Micromeria kerneri* Murb. *i Micromeria juliana* (L.) Benth. 26
2.6.4 *Micromeria graeca* (L.) Rchb. 29
3. SAŽETAK 31
4. REFERENCE 32

1. UVOD

Rod *Micromeria* (Bentham, 1829), rasprostranjen od mediteranske regije do sjeverne Afrike, Indije i Kine, pripada porodici Lamiaceae i redu Lamiales. Ovaj red svrstava se u odjeljak Spermatophyta (sjemenjače). Rod *Micromeria* polimorfan je rod porodice Lamiaceae.

U starijoj literaturi prisutno je mnogo nedoumica u pogledu taksonomije i nomenklature *Micromeria* vrsta što potvrđuje i postojanje velikog broja sinonima za pojedine vrste. Neke su vrste svrstavane u rod *Thymus*, *Satureja*, *Calamintha*, *Melissa* i dr. (Kalogjera i Vladimir, 1992.). Rod *Micromeria* srodan je rodovima *Satureja* L., *Calamintha* Miller, *Acinos* Miller i *Clinopodium* L. Poznato je da su ovi rodovi vrlo polimorfni s velikim brojem polimorfnih vrsta i nizom infraspecijskih oblika (Stanić i sur., 1988)

Porodica Lamiaceae (usnače) je rasprostranjena po cijelom svijetu, a najviše u Sredozemlju jer pripadnici ove porodice vole toplu klimu i vapnenačku podlogu. Porodica usnača obuhvaća oko 3500 vrsta unutar 210 rodova, a u našoj flori se navodi 37 rodova, s 226 vrsta i podvrsta (Nikolić,2013).

Posljednjih godina je provedeno niz morfoloških i molekularnih studija roda *Micromeria* kao i srodnih rodova. Posljedica toga je značajna promjena generičkih temelja roda. Tako su nedavne molekularne analize pokazale da je rod *Micromeria* polifilan, te da su članovi sekcije *Pseudomelissa* blisko srodni rodu *Clinopodium*. Zbog toga su 2006. godine vrste roda *Micromeria* sekcije *Pseudomelissa* prebačeni u rod *Clinopodium*, kamo i spadaju zbog morfoloških karakteristika (Arabaci i sur., 2010).

Unutar roda *Micromeria* nema prihvaćenih sekcija, a sam rod uključuje oko 54 prihvaćene vrste, sa 32 podvrste i 13 varijeteta. Ovi će se podaci u bliskoj budućnosti vjerojatno mijenjati, jer mnoge novootkrivene vrste još nisu opisane, a kod najmanje 15 vrsta pripadnost rodu je dvojbena, uzimajući u obzir njihovu različitost prema najbližim srodnim taksonima. Stoga je potrebna infraspecifična klasifikacija te temeljita revizija novih podataka (Bräuchler i sur., 2008).

Na području Hrvatske opisano je devet vrsta iz roda *Micromeria*, a to su: *Micromeria croatica* (Pers.) Schott, *Micromeria dalmatica* Benth., *Micromeria fruticulosa* (Bertol.) Šilić, *Micromeria graeca* (L.) Rchb., *Micromeria juliana* (L.) Benth. Ex Rchb., *Micromeria microphylla* (d'Urv.)

Benth., *Micromeria pseudocroatica* Šilić, *Micromeria thymifolia* (Scop.) Fritsch. i *Micromeria kerneri* Murb. (Forenbacher, 1990).

Pripadnici roda *Micromeria* su mali, razgranjeni, vazdazeleni polugrmići, visine 30 – 40 cm, sitnih tamnozelenih listića, sjedećih na mnogobrojnim uspravnim i ne razgranatim stabljikama. Donji listovi su jajasti, a gornji linearni uvijenih rubova. Cvjetovi su sitni promjera do 5 mm. Po čemu je ovaj rod i dobio ime (grč. *mikros* = malen, *meris* =dio). Cvjetići su sitni i sjedeći, svijetlo ljubičaste, crvenkaste ili gotovo bijele boje sa 4 prašnika.

Čaška je pravilna, sa pet jednakih zubaca i 13 – 15 žila. Cvjetovi su skupljeni u pršljenima, većinom zbijenih na vrhovima stabljika, cvate od svibnja do kolovoza. Plod je kalavac koji se raspada na četiri plodića (Kovačić i sur., 2008).

2. RAZRADA TEME

2.1 OPĆENITO O PORODICI Lamiaceae

Pripadnici porodice Lamiaceae su najčešće samostojeće zeljaste biljke, ponekad grmlje. Zeljasti predstavnici su jednogodišnje biljke ili trajnice. Ekološki su većinom mezofiti do kserofiti. Podzemni su dijelovi većinom podanci ili primarno korijenje. Stabljika je često karakteristično četverobridasta. Listovi su najčešće izrazito nasuprotni, rijeđe pršljenasti s 3 - 10 listova po pršljenu.

Dlake su prisutne, često žljezdane, razgranjene i nerazgranjene, jednostanične ili višestanične. Sekret se najprije pojavljuje između vanjske stijenke žljezdane stanice i kutikule, pri čemu se ona izdigne i kod mnogih predstavnik pukne.

Cvjetovi su dvospolni i jednospolni, jednosimetrični, ocvijeće peteročlano. Lamiaceae spadaju u sulatičnice, tj. biljke sa sraslim ocvijećem. Čaška je srasla od pet lapova, a vjenčić od pet latica. Na cjevastom vjenčiću razlikujemo gornju usnu (nastala nastala sraštavanjem dviju latice) i donju usnu (nastala sraštavanjem triju latica). Ako je gornja usna zakržljala, cvijet je jednousnat. Prašnika ima četiri (izuzetak su kadulja i ružmarin po dva prašnika), od kojih su dva dulja. Prašnici su filamentima srasli za vjenčić. Antere su međusobno paralelne ili se vrhovima približavaju, ili pak razilaze, što je značajno pri determinaciji vrste. Plodnica je nadrasla, srasla od dva plodna lista. Plod je sitni cijepavac koji se raspada na 4 suha oraščića (Kovačić i sur., 2008).

Za porodicu su karakteristična brojna i po fitokemijskom sastavu raznolika eterična ulja (kao dominantne komponente nalazimo mentol, timol, karvakrol, cineol, linalol, nereol, borneol, jasmon, geraniol i mnoge druge) zbog kojih se mnoge vrste ove porodice koriste kao začinsko i ljekovito bilje.

2.2 MORFOLOŠKA SVOJSTVA

Vrste roda *Micromeria* su mali, razgranjeni polugrmovi, slični onima iz roda *Thymus*, često su dlakavi i mirisavi. Listovi su sitni, široko jajasti ili okruglasti, ili pak kopljasti do linearni, te manje -više savinutog ruba. Cvjetovi su sjedeći ili na kratkim stapkama, crvene, ljubičaste, blijedo ljubičaste ili bijele boje (Forenbacher, 1990.).

Cvjetovi su im sakupljeni u rastresite prividne metlice ili grade dugačak isprekidan grozd. Čaške su cjevaste ili cjevasto - zvonaste, pravilne, sa pet jednakih ili gotovo jednakih, ušiljenih zubaca i sa 13 - 15 uzdužnih žila. Čaška je aktinomorfna i ravna, odnosno zigomorfna i malo svinuta, rjeđe trbušasto proširena, slabije dvousnata s prilično nejednakim zupcima, u ždrijelu gola ili dlakava (Chater i Guinea, 1972.). Ogranci vrata tučka su podjednaki, šiljasti prašnici su zakrivljeni, divergentni, kraći od vjenčića i ima ih najviše četiri.

Vjenčić i prašnici slični su kao u roda *Satureja*. Vjenčić je dvousan s plosnatom gornjom i trolapom donjom usnom. Pod gornjom usnom se nalaze četiri dvomočna prašnika koja ne izviru iz vjenčića. Plodovi poput oraščića su vretenasti ili jajasto – vretenasti (0,8-) 1-1,2 (-1,4) mm dugi i oko 0,3 – 0,4 (0,5) mm široki, pretežno tamnosmeđe boje, goli ili samo pri vrhu sa čuperkom dlačica (Kalogjera i Vladimir, 1992).

2.2.1 *Micromeria croatica* Pers.(Schott)

Micromeria croatica (hrvatska bresina) je vrlo aromatična niska trajnica (slika 1) u najužem srodstvu sa vrstom *Micromeria marginata* (Sm.) Chater. Njeni su brojni, nerazgranjeni izdanci (5 – 25 cm visoki) združeni u busene. Stabljika sa uspravnim ili blago povijenim dlačicama eliptična je ili okrugla. Ima tanku i sjajnu koru, često ljubičasto nahukanu, koja je pri vrhu stabljike sivo-zelena, a pri dnu svijetlosmeđa (Tukovi, 2013).

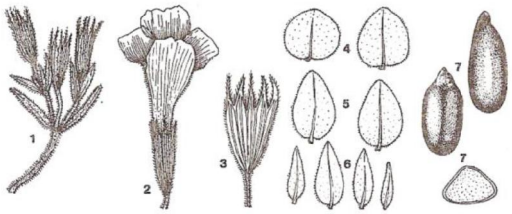


Slika 1. Vrsta *Micromeria croatica* u cvatu (Izvor: Kremer,2009)

Nasuprotni listovi sa tri do četiri izrazito savijene žile gotovo su sjedeći, cjelovitog su i slabo uvrnutog ruba i sa obje strane obrasli bijelim dlačicama, naročito u području žila. Lice plojke je tamnozeleno, naličje svijetlozeleno s rijetkim uljenim žlijezdama, a pojedini listovi su često ljubičasto nahukani (Tukovi, 2013).

Donji listovi su okruglasti sa zaokruženom ili plitko srcolikom osnovom, od pet do osam mm dugi i 4,5 mm široki. Srednji listovi su okruglasti do izduženo jajasti, od sedam do jedanaest mm dugi i dva do šest mm široki. U pazušcima gornjih listova na drškama iste dužine ili dužim od ovojnog lista nalaze se račvice sa četiri do osam cvjetova na dugim i tankim stapkama (Kalogjera i Vladimir, 1992.).

Svijetlozelena do ljubičasta čaška posuta je kratkim i tvrdim dlakama, a u ždrijelu se nalazi gusti čuperak bijelih dlačica (Domac, 1994). Čaškom se proteže 15 žila (Chater i Guinea, 1972). Uspravni i kopljasti zupci čaške (slika 2) jednake su dužine ili su za pola kraći od cijevi čaške.



1. račvica *(cymen)*, 2. cvijet sa strane, 3. razrezana i raširena čašica, 4. donji listovi, 5. srednji listovi, 6. gornji listovi, 7. oraščići s dviju strana, dolje: popr. presjek.

Slika 2. Prikaz dijelova cvijeta, listova i plodova hrvatske bresine (Izvor: Šilić, 1988.)

2.2.2 *Micromeria dalmatica* Benth.

Vrsta *Micromeria dalmatica* je višegodišnja biljka sa odrvenjelim korijenom i donjim dijelovima izdanka (slika 3). Stabljika je razgranata, od 25 do 50 cm visoka, lako lomljiva. Listovi pri osnovi tupo klinoliki, pri vrhu tupo ušiljeni ili zaobljeni, cjelovitog ruba. Cvjetne račvice su nasuprotne, na dugim, kratko dlakavim peteljkama. Čaška je zelena ili tamnoljubičasta, sa gustim dlakama, zupci su 2 do 3 puta kraći od cijevi čaške,vjenčić je bijele ili ljubičaste boje, od pet do šest mm dug (Šilić, 1988).



Slika 3. Vrsta *Micromeria dalmatica* u cvatu (Izvor: www.gartenfotografie.de)

2.2.3 *Micromeria juliana* (L.) Benth. ex Rchb.

Vrsta *Micromeria juliana* je niski zeleni polugrm visine 10 do 40 cm, sa brojnim, uspravnim i dlakavim stabljikama (slika 4). Listovi su dužine od tri do osam cm, a široki 1 do 2,5 mm, donji su ovalni, srednji lancetasti, a gornji usko lancetasti, paralelnih rubova. Mali crveni cvjetovi smješteni u zbijenim račvicama čine isprekidan grozd. Čaška je usko zvonasta, sivo zelena, 2,5 do 3,5 mm duga, izvana dlakava, zupci su upola dugi kao cijev čaške. Vjenčić je purpurne boje, samo izvana dlakav, oko pet mm dug. Rasprostranjena je na području Portugala, Korzike, Krete, Italije, Sicilije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Albanije, Crne gore, Makedonije, Bugarske, Grčke (Chater i Guinea,1972).



Slika 4. Vrsta *Micromeria juliana* u cvatu (Izvor: František Pleva)

2.2.4 *Micromeria kerneri* Murb.

Vrsta *Micromeria kerneri* je patuljasti grm sa nekoliko uspravnih stabljika dužine do 30 cm,prekriveni dlakama (slika 5). Listovi su 3-9 mm dugi, 2-5 mm široki, s donje strane prekriveni su kratkim dlakama. Cvijetovi su hermafroditi, od 6 do 10 poredani u prividni pršljen, u sjedećim, pazušnim parovima. Brakteje su u pola duge od dužine kaliksa. Kaliks je 3 mm dug, rijetko dlakav na području žila i vrata, sa lancelasto-šiljastim, nejednakim zupcima. Korola je purpurna, 3-4 mm duga. *M. kerneri* je ilirsko-balkanska endemska vrsta, rasprostanjena na području Bosne i Hercegovine, Hrvatske, i Crne Gore na visinama od 5-250 m. (Chater i Guinea, 1972; Šilić, 1979).



Slika 5. Vrsta *Micromeria kerneri* Murb. u cvatu (Izvor: Semir Maslo, 2013)

2.2.5 *Micromeria graeca* L. Reichenb.

Vrsta *Micromeria graeca* je patuljasti grm visine od 10 do 15 cm, prekriven grubim dlakama, s brojnim ravnim stabljikama koje se penju, obično ne razgranate (slika 6). Listovi su širine 7 mm i duljine 12 mm, ovalni, na vrhu šiljasti sa rubovima zavrnutim prema dolje. Terminalni cvijetovi su u pršljenu, od dva do osam cvjetova tvore cvat u obliku labave igle. Cvjetne račvice sa dugom stapkom složene su u isprekidane grozdove. Čaška ima izvana i iznutra dlakavu cjevčicu. Čaške oblikom podsjećaju na šalice,dužine 5 mm, sa 5 nejednakih zubaca. Korola je svijetlo ljubičasta, 6 mm duga, rijetko više. Cvjeta jednom u proljeće i jednom na jesen (Bayer, 1989).



Slika 6. Vrsta *Micromeria graeca* L. Reichenb u cvatu (Izvor: Giancarlo Medici,2010)

2.3. ANATOMSKA GRAĐA LISTA OPĆENITO

List se razvija iz lisnih zametaka koji se pojavljuju na vegetacijskom vrhu stabljike,vegetativni organ biljke koji obavlja asimilacijsku i transpiracijsku funkciju. On se razvija u atmosferi pa se tijekom evolucije poprilično drugačije razvio od ostalih biljnih vegetativnih organa.

Kod roda *Micromeria* javljaju se pravi listovi koji su građeni od lisne plojke (*lamina*), lisne peteljke (*petiolus*) i baze lista *(basis*).

Lisna plojka (*lamina*) najvažniji je dio lista. Anatomskom građom prilagođena je svojim ulogama fotosinteze i transpiracije. Zelene je boje spljoštena i proširena (kod nekih igličasta, valjkasta, ljuskasta). Po vanjskoj građi može biti dorziventralna, pa govorimo o dorziventralnom ili bifacijalnom listu, koji je karakterističan za dvosupnice. Gornji (ventralni) dio lista građen je drugačije nego donji (dorzalni) dio. Gornja strana, koja je okrenuta prema svijetlu, je tamnozeleno obojena jer je bogatija kloroplastima. Kroz lisne plojke često prolaze svjetlije žile ili nervi koji tvore obilno razgranjeni žilni sistem tj. nervaturu. List obavija epiderma, epidermalne stanice su tankih unutrašnjih i bočnih stijenki, dok su im vanjske stijenke zadebljale i služe kao zaštita od mehaničkih oštećenja i isušivanja. Epiderma je presvučena i kutikulom što je karakteristika mediteranskih biljaka. Mezofil bifacijalnog lista građen je od asimilacijsog ili palisadnog i

spužvastog ili transpiracijskog parenhima. Palisadni parenhim smješten je ispod gornje epiderme lista i sastoji se od jednog ili više slojeva valjkastih stanica raspoređenih okomito na površinu lista. Stijenke stanica su jako tanke, a protoplast uz stijenku sadrži kloroplaste. Oni se uvijek smještaju uz stijenku u jednom sloju, a strujanjem citoplazme se dovode u najpovoljniji položaj u odnosu na sunčevu svijetlost (Barkiđija, 2013).

Na palisadni parenhim se prema donjoj strani lista nadovezuje klorofilom siromašniji spužvasti parenhim, koji se većinom sastoji od nepravilno oblikovanih stanica. Spužvasti parenhim služi za prozračivanje. To omogućavaju veliki intracelulari u kojima se nakuplja ugljikov (IV) oksid za asimilaciju i voda za transpiraciju. Na ovoj strani lista nalaze se i dlake koje imaju ulogu zaštite od transpiracije ili karakter žlijezda (Barkiđija, 2013).

Lisna peteljka (*petiolus*) – predstavlja vezu stabljike i lista, dovodi vodu do plojke i odvodi asimilate. Nosi plojku i usmjeruje ju prema sunčevoj svijetlosti. Peteljka je građena od: epiderme, mehaničkog tkiva (kolenhima ili sklerenhima), parenhimskog tkiva (samo ako je mehaničko tkivo bio skerenhim) i žila. Žila koja dolazi iz stabljike predstavlja centralnu žilu peteljke i plojke. (Barkiđija, 2013).

2.4 TRIHOMI

Trihomi (grč. *trihos* – dlaka) su tvorevine inicijalne epidermalne stanice tj. meristema. Glavna je podjela trihoma na nežljezdane i žljezdane trihome. Nežljezdane se dlake dijele prema svojoj morfologiji, a žlijezdane i prema sekrecijskom materijalu koji izlučuju, akumuliraju ili apsorbiraju (Hallahan i sur., 2000).

Po obliku razlikujemo sedam vrsta nežljezdanih i žljezdanih dlaka:

- papile
- jednostavne (nerazgranate, kratke i duge)
- sastavljene od dvije do pet grana (u obliku slova J, T, U, V,Y)
- zvjezdaste (kružne, višekutne)
- stepenične (ljuskaste)
- razgranate
- specifični tipovi

Jednostanične dlake (papilozne, cjevaste, šiljaste) nastaju većim ili manjim produženim rastom inicijalne stanice dok višestanične dlake nastaju nizom uzastopnih dioba, a mogu biti razgranate ili nerazgranate. Uloga dlaka je zaštita od pretjerane transpiracije, termoizolacija i mehanička zaštita. U dlakavom omotaču stvara se zavjetrina oko lista u kojem se zadržava vodena para. Ta pojava izaziva zatvaranje puči i smanjuje se transpiracija biljaka suhih i tropskih staništa. Dlake mogu štititi biljku od kukaca i drugih životinja izlučujući otrovni ili nadražujući sadržaj. Takve dlake nazivamo emergencijama, a razlikuju se od ostalih i prema nastanku. Naime, nastaju diobom nekoliko inicijalnih stanica. Iz emergencija, nakon odlamanja nježnog vrška, izlazi sadržaj bogat natrijevim formijatom, acetil-kolinom i histaminom. Neke dlake, najčešće glavičaste, sadrže mirisna eterična ulja, smole, sluzi i druge metabolite (Barkiđija, 2013).

Funkcija mnogih trihoma nije u potpunosti poznata, a mnoge hipoteze vezane za trihome nisu eksperimentalno dokazane. Funkcija nežljezdanih dlaka ovisi o njihovoj morfologiji, o organima uz koje je smještena i orijentaciji. Žljezdane dlake imaju također različite funkcije ovisno o lokaciji, vremenu aktivacije i sekreciji. Funkcije trihoma mogu se podijeliti na sljedeće: zaštitna, upijanje vode, uloga u izlučivanju soli (hidatode), privlačenje kukaca (nektarije) i lokacijsko-zavisne funkcije trihoma cvjetova, plodova i sjemena (Hallahan i sur., 2000).

2.4.1 Žljezdane dlake

Sekrecijske dlake se često zovu samo žlijezde. One predstavljaju uređaje za izlučivanje krajnjih produkata izmjene tvari (sekreti) koje se odstranjuju iz protoplazme. Sekreti se nakupljaju u vakuolama ili intercelularima, ili se izlučuju izvan biljke. Ako sekreti ostaju unutar biljnog tkiva, zovemo ih unutrašnjim žlijezdama.

Brojne žljezdane dlake nalazimo kod mnogih mirisnih biljaka, naročiti kod porodice Lamiaceae (Rudall, 1992).

Za razliku od unutrašnjih žlijezda, vanjske žlijezde istiskuju sekret na površinu biljke. One se sastoje od:

- bazalne stanice
- jednoredne stapke sastavljene od jedne ili nekoliko stanica i glave
- jedne ili više sekrecijskih stanica (Fahn, 1990).

2.5 SEKUNDARNI METABOLITI

Osim primarnih metabolita kao što su ugljikohidrati, aminokiseline, masne kiseline, citokromi, klorofil, i metabolički intermedijeri anaboličkih i kataboličkih puteva, koji se pojavljuju u svim biljkama i gdje svi imaju iste metaboličke funkcije, biljke također proizvode veliki spektar spojeva koji nemaju vidljivu funkciju u primarnom metabolizmu, stoga se nazivaju sekundarni metaboliti. Određeni sekundardni metaboliti ograničeni su na neke biljne vrste, ovisno o ekološkoj funkciji, kao štu su privlačenje insekata za prijenos peludi ili privlačenje životinja kako bi pojele sjeme i rasprostranile ga, ili pak kao prirodni pesticid kako bi se obranili od herbivora i patogena (Heldt, 2011).

Biljke, zbog svog proteinskog i ugljikohidratnog sadržaja, važan su izvor hrane životinjama, npr. insektima, puževima, i kralježnjacima. Zbog nemogućnosti kretanja, biljke su morale stvoriti zaštitu kako bi se obranile (neprobavljive, otrovne). Biljke se štite proizvodeći otrovne proteine (amilaze, proteinazu inhibitor, lektin) koji smanjuju probavu biljojeda. U sekundarne metabolite spadaju, alkaloidi, izoprenoidi, fenilpropanoidi i svi su prirodni pesticidi koji štite biljku od biljojeda i patogenih mikroorganizama. Kod nekih biljaka suha masa tih tvari čini 10 % (Heldt, 2011).

Sadržaj sekundarnih tvari u pojedinim organima, tkivima ili stanicama je različit i mijenja se tijekom razvitka, starenja i godišnjih doba. Na sadržaj utječe i opskrbljenost biljke hranjivim tvarima te stresni uvjeti. Biljka najčešće otpušta smjesu plinovitih sekundarnih produkata u vrijeme otvaranja cvjetova ili dozrijevanja plodova. Otpuštanje tih tvari usklađeno je sa dnevnom aktivnošću oprašivača ili rasprostranjivača plodova (www.agr.hr/cro).

Raspodjela sekundarnih obrambenih metabolita unutar biljne vrste ovisi o samoj biljci, vrsti metabolita, starosti biljke i o uvjetima okoliša. Tako su neki od fenola, alkaloida i većina tvari koja sadrži dušik pohranjeni u vakuolama, a sekundarni metaboliti slični lipidima, terpenima i nepolarnim fenolima, nakupljaju se na mjestima izvan stanice (epidermski voskovi, žlijezdaste dlake i smolenice) (Barkiđija, 2013).

Sekundarni produkti se temeljem načina njihove biosinteze dijele u tri skupine:

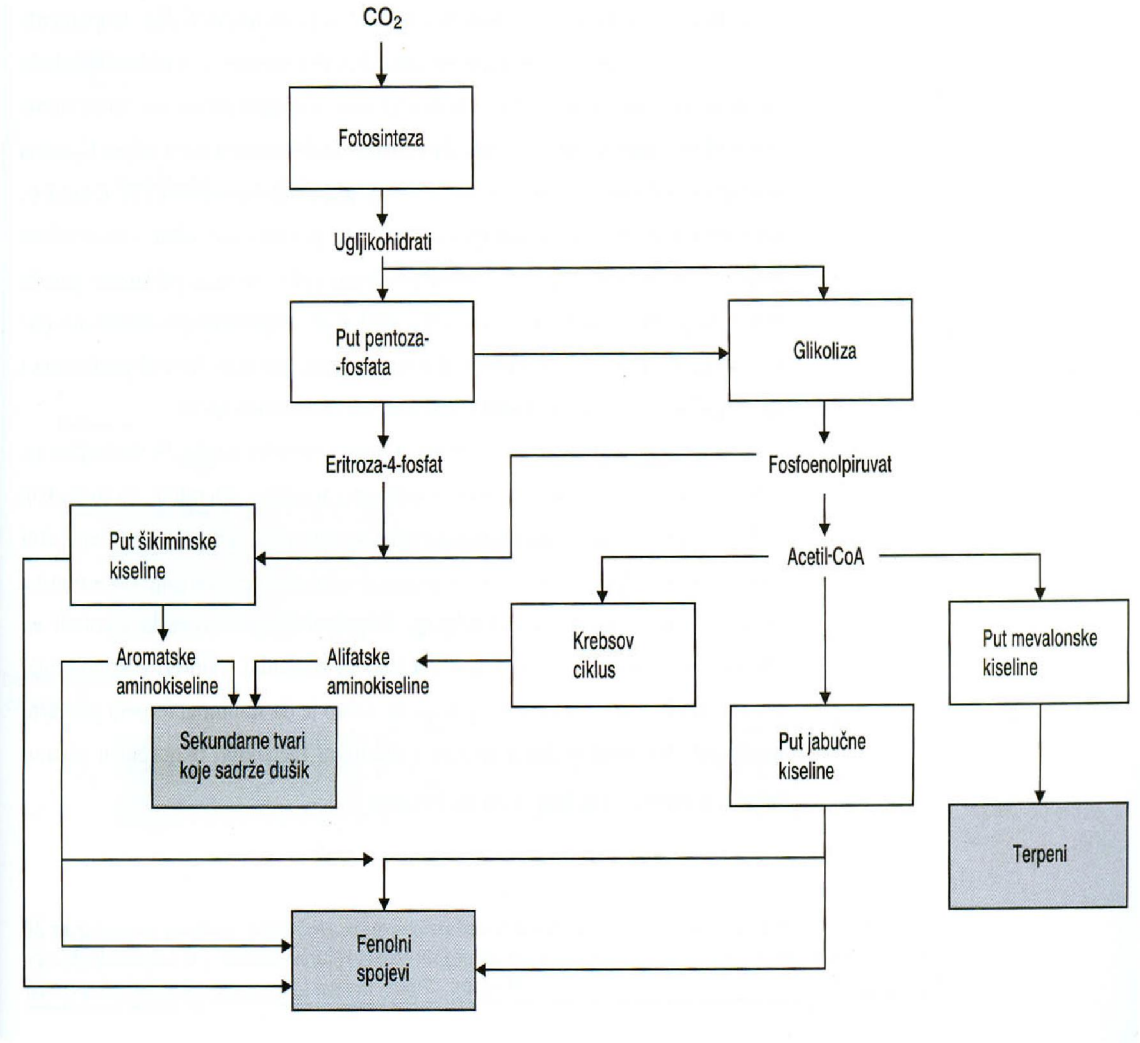
- terpeni;
- fenolni spojevi;
- spojevi s dušikom (slika 7)

Terpeni su najveća skupina sekundarnih metabolita, netopivi su u vodi, a mogu biti otrovni za brojne kukce i sisavce. Sintetiziraju se iz acetil-CoA u putu mevalonske kiseline. Na temelju broja C5 jedinica dijele se na monoterpene, seskviterpene, diterpene, triterpene, tetraterpene i politerpene (Pevalek-Kozlina,2003).

Fenolni spojevi su heterogena skupina spojeva koji sadrže OH skupinu na aromatskom prstenu. Topivi su u organskim otapalima ili u vodi. Sudjeluju u obrani od herbivora, mehaničkoj potpori, privlačenju oprašivača, kao i u redukciji rasta susjednih biljaka (Pevalek-Kozlina,2003).

Sekundarne tvari koje sadrže dušik npr. alkaloidi sintetiziraju se iz alifatskih i aromatskih aminokiselina. Prisutni su u 20-30 % biljaka, a većina je otrovna za životinje te služe kao obrambene tvari. Kao sekundarni produkti javljaju se još i betacijani, betaksantini, kofein, nikotin, piperin, kapsacein, kinin i dr.

Sekundarni metaboliti kutin, suberin i voskovi čine zaštitni sloj koji ograničava transpiraciju i pomaže biljci u očuvanju vode (www.pmf.unizg.hr).



Slika 7. Glavni putovi biosinteze sekundarnih metabolita (Izvor: Pevalek-Kozlina, 2003)

2.5.1 Eterična ulja

Eterična ulja su prirodni produkti koji se mogu definirati kao hlapljive smjese različitih spojeva karakterističnog mirisa i okusa. Najčešće su to ugljikovodici, terpeni, benzenski derivati, alkoholi, aldehidi, esteri, ali i mnogi drugi spojevi koji pojedino ulje čine specifičnim. Količina eteričnog ulja se najčešće kreće između 1-2%, a u iznimnim slučajevima čak i do 20%. Najvažnije porodice koje proizvode eterična ulja sljedeće su: Pinaceae, Myrtaceae, Rutaceae, Lamiaceae i Apiaceae (Lahlou, 2004).

Biljke stvaraju eterično ulje u listovima, cvjetovima, plodovima, korijenu i drvu, a rjeđe u stabljici i kori. Nastaju iz protoplazme kao produkti disimilacije.

Eterična ulja mogu biti lokalizirana u:

- posebnim stanicama, tzv. uljenicama, koje su najjednostavniji oblik uljnih spremnika; imaju oblik „vrećica“ ispunjenih uljem, na jednom kraju drže se stanične membrane, a svojstvene su porodicama Piperaceae, Lauraceae, Zingiberaceae i dr.,
- intracelularnim prostorima ili kanalima koji mogu nastati shizogeno (razmicanje graničnih stanica čijim daljnjim proširivanjem nastaju kanali, npr. Apiaceae), lizogeno (otapanje staničnih membrana sekrecijskih stanica, dolazi do sekundarnog stvaranja šupljina, npr. Rutaceae) i shizolizogeno (kombinacija ovih procesa),
- spremnicima između kutikule i stanične membrane, tj. u žlijezdama, žljezdanim dlakama i ljuskama, a karakteristične su za porodicu Lamiaceae (žlijezde u obliku rozete od osam stanica), Asteraceae (stanice poredane u dva reda s najčešće osam stanica) i za mnoge druge.

Eterična ulja igraju važnu ulogu kod oplodnje biljaka jer privlače kukce koji ih oprašuju; u biokemijskoj sintezi su donori vodika; štite biljku od nepovoljnih ekstremnih uvjeta sredine; štite biljku od bolesti i štetnika. Eterična ulja imaju veliki utjecaj u borbi protiv mikroorganizama. Biološka uloga eteričnog ulja je specifična za svaku biljnu vrstu i za svaki biljni organizam, što je rezultat filogenetskog i evolucijskog razvoja svake biljne vrste. Ovo je ujedno i odgovor na pitanje zašto je eterično ulje lokalizirano u različitim organima određenih biljnih vrsta (Devetak, 1995).

Sadržaj eteričnih ulja u biljnom materijalu, kao i sastav i sadržaj pojedinih sastavnica, jako se mijenja ovisno o razvojnom stadiju biljne vrste, ali i u ovisnosti o ekološkim uvjetima. Promjene su uglavnom kvantitativne, rjeđe kvalitativne (Barkiđija, 2013.).

Eterična ulja su uglavnom lakša od vode pa se sakupljaju na površini, a voda ispod eteričnog ulja se također sakuplja i naziva se hidrolat ili cvjetna vodica. Hidrolat predstavlja vodenu otopinu zasićenu sastavnicama eteričnog ulja (Barkiđija, 2013.).

Eterična ulja se najčešće prizvode postupkom destilacije vodenom parom (slika 8), pri čemu posebno treba voditi računa o:

- kvaliteti biljnog materijala (količina, svježina, čistoća, uzgoj)
- aparaturi (metal od kojeg su izrađeni kotlovi, oblik posude)
- trajanju destilacije, tlaku vodene pare, temperaturi

Destilaciju vodenom parom možemo vršiti kod tvari koje:

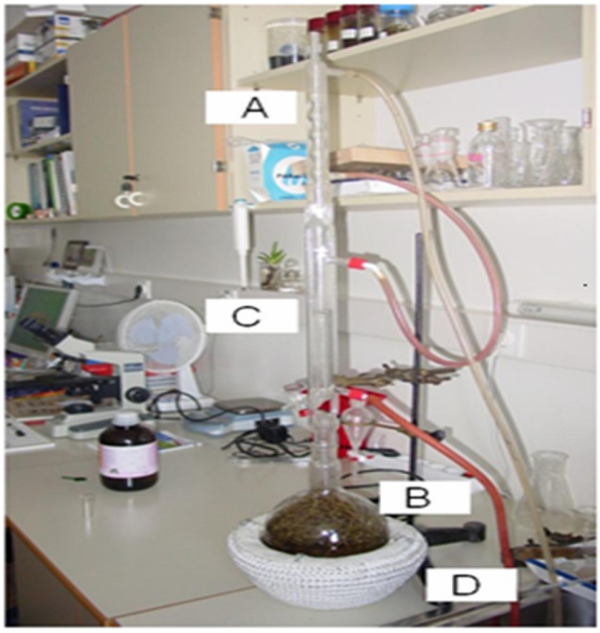
- su netopljive u vodi
- imaju do 15 ili maksimalno 20 atoma ugljika
- su dovoljno stabilne na temperaturi od 100 ^{o}C
- kemijski ne reagiraju s vodom

U modernijim metodama dobivanja, kotao u kojem se stvara vodena para odvojen je od kotla u kojem je biljni materijal. Na taj način smanjuje se hidrolitičko djelovanje vode na pojedine spojeve npr. estere. Djelovanjem vode na estere došlo bi do razlaganja na alkohol i kiselinu. Odvajanjem kotlova postiže se bolja kvaliteta i veća stabilnost ulja. Postupak destilacije nije samo običan prijenos spojeva iz biljke u eterično ulje, tijekom tog procesa dolazi do kemijskih reakcija, od kojih su najčešće hidroliza i oksidacija (Bruneton, 1995; Kalođer i Jurišić, 1998).

Eterična ulja, za razliku od sintetskih proizvoda, potpuno su kompatibilna s ljudskom kožom. Kompatibilnost neke tvari označava da je ona već prisutna u organizmu ili da je organizam prihvaća zbog blagotvornih svojstava(Bruneton, 1995; Kalođer i Jurišić, 1998).

U kemijskom smislu, eterična ulja su smjese velikog broja različitih spojeva. Do sada je utvrđeno oko 500 različitih sastojaka. Kod većine ulja jedna komponenta prevladava u tolikoj mjeri da određuje njegov opći karakter pa po njoj istraživanu vrstu svrstavamo u određeni kemotip. Spojevi koji ulaze u sastav eteričnih ulja pripadaju različitim skupinama organskih spojeva. Sastojci eteričnih ulja dijele se u dvije grupe koje se razlikuju po biogenezi, a to su terpenski spojevi i fenilpropanski derivati (Bruneton, 1995; Kalođera i Jurišić, 1998)

.



Slika 8. Aparatura po Clevenger-u,
A-hladilo, B- tikvica, C-graduirana cijev, D-kalota.

2.5.2 Terpenski spojevi

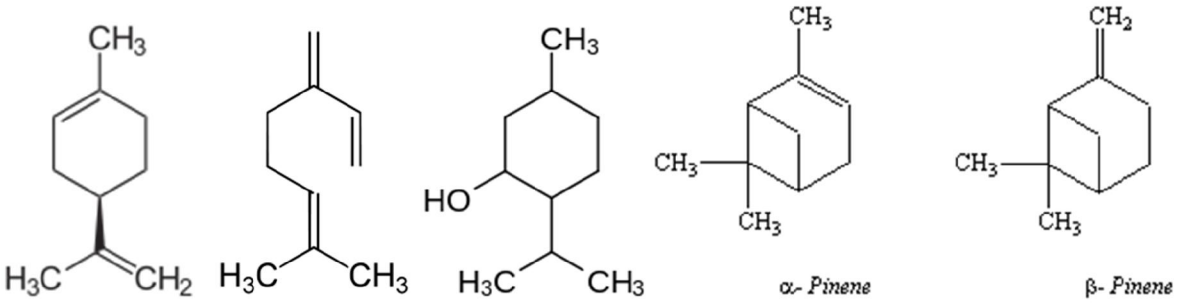
Terpenski spojevi su glavne sastavnice eteričnih ulja koje biljnom materijalu daju miris (Petričić, 1980). Terpeni ili terpenoidi su polimeri nastali kondezacijom izoprenskih molekula. To su metaboliti biljaka, karakterističnog okusa i mirisa i netopivi u vodi. Empirijska formula većine terpena je $(C_5H_8)_n$. Terpeni su polimeri izoprena čija biosinteza počinje od acetil - koenzima A (AcSCoA) iz kojeg uz pomoć enzima nastaje osnovna C-5 jedinica .

Njihova biosinteza u biljci je najčešće stereoselektivna, pa su takva eterična ulja optički aktivna, za razliku od kemijskih određivanih eteričnih ulja. Zbog cikličkih struktura, dvostrukih veza i kiralnih C–atoma, mnogi od ovih spojeva imaju, kako strukturne, tako i stereoizomere, koji se katkad razlikuju mirisom (McGarvey i Croteau, 1995).

Terpeni se mogu oksidirati i reducirati, a neki i polimeriziraju. Stoga mogu postojati i u obliku alkohola, estera, etera, oksida, aldehida i ketona (Wagner, 1993).

Monoterpeni

Monoterpeni sadrže 10 C-atoma. Mnogi od njih otrovni su za kukce. Primjerice, monoterpenski esterpiretroid iz listova i cvjetova krizantema ima snažnu insekticidnu aktivnost. Budući da ne djeluje toksično na sisavce, i prirodni i sintetski piretroid čest su sastojak komercijalnih sredstava za uništavanje kukaca,insekticida. U četinjača kao što su bor i jela, monoterpeni α- i β-pinen, limonen i mircen se nakupljaju u smolnim kanalima iglica, grana i debla. Oni su otrovni za brojne kukce. Neke vrste biljaka sadrže esencijalna ulja koja su mješavina eteričnih terpena i seskviterpena. Ti spojevi (mentol i limonen) daju karakterističan miris (Slika 9).

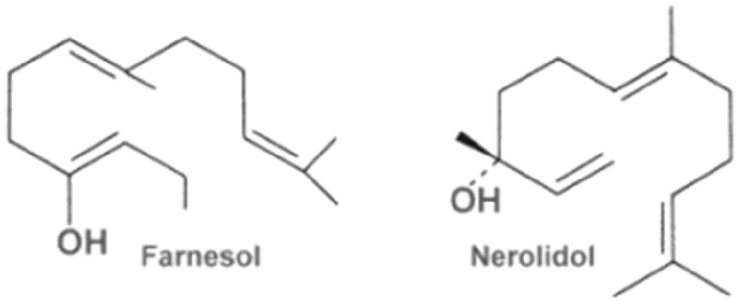


Slika 9. Monoterpenski spojevi,redom (s lijeva na desno):
limonen, mircen, mentol, α-pinen, β-pinen

Seskviterpeni

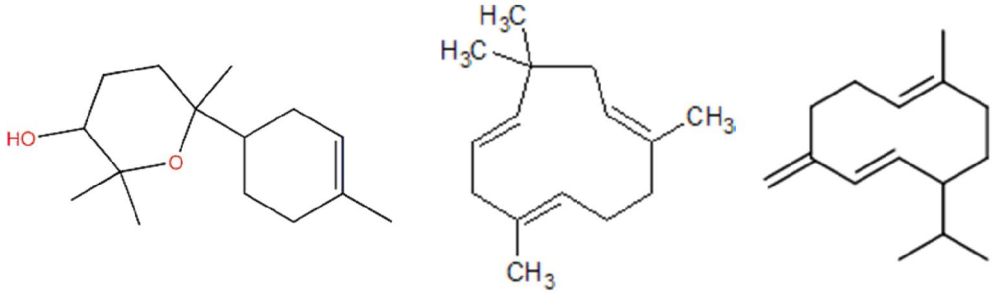
Seskviterpeni su linearni i ciklički C_{15} spojevi čiji je prekursor farnezil–pirofosfat (FPP) koji nastaje adicijom izopentil–pirofosfata na geranil-pirofosfat. Oko 1000 seskviterpenskih spojeva čini najveću skupinu unutar terpena. Razlikuju se aciklički, monociklički, biciklički i triciklički seskviterpeni. Poznato je više od dvije stotine različitih tipova seskviterpenskih skeleta, nastalih kao posljedica ciklizacija, pregradnja i oksidacija (Mann i sur., 1994).

Kao antiherbivorni agensi poznati su seskviterpenski laktoni, npr. kostunolid, nađen u žljezdastim dlakama nekih vrsta iz porodice Asteraceae. Imaju peteročlani laktonski prsten (ciklički ester) i djeluju odbijajuće i na kukce i ljude. U ovu skupinu terpena ubraja se i aromatski dimer seskviterpena, gosipol, iz subepidermskih žlijezda pamuka, odgovoran za značajnu otpornost nekih varijanata pamuka prema kukcima. Farnezol i nerolidol su najpoznatiji primjeri acikličkih seskviterpena (slika 10).



Slika 10. Aciklički seskviterpeni farnezol i nerolidol

Spojevi bisabolen, humelen i germakren D su primjer monocikličkih seskviterpena (slika 11)



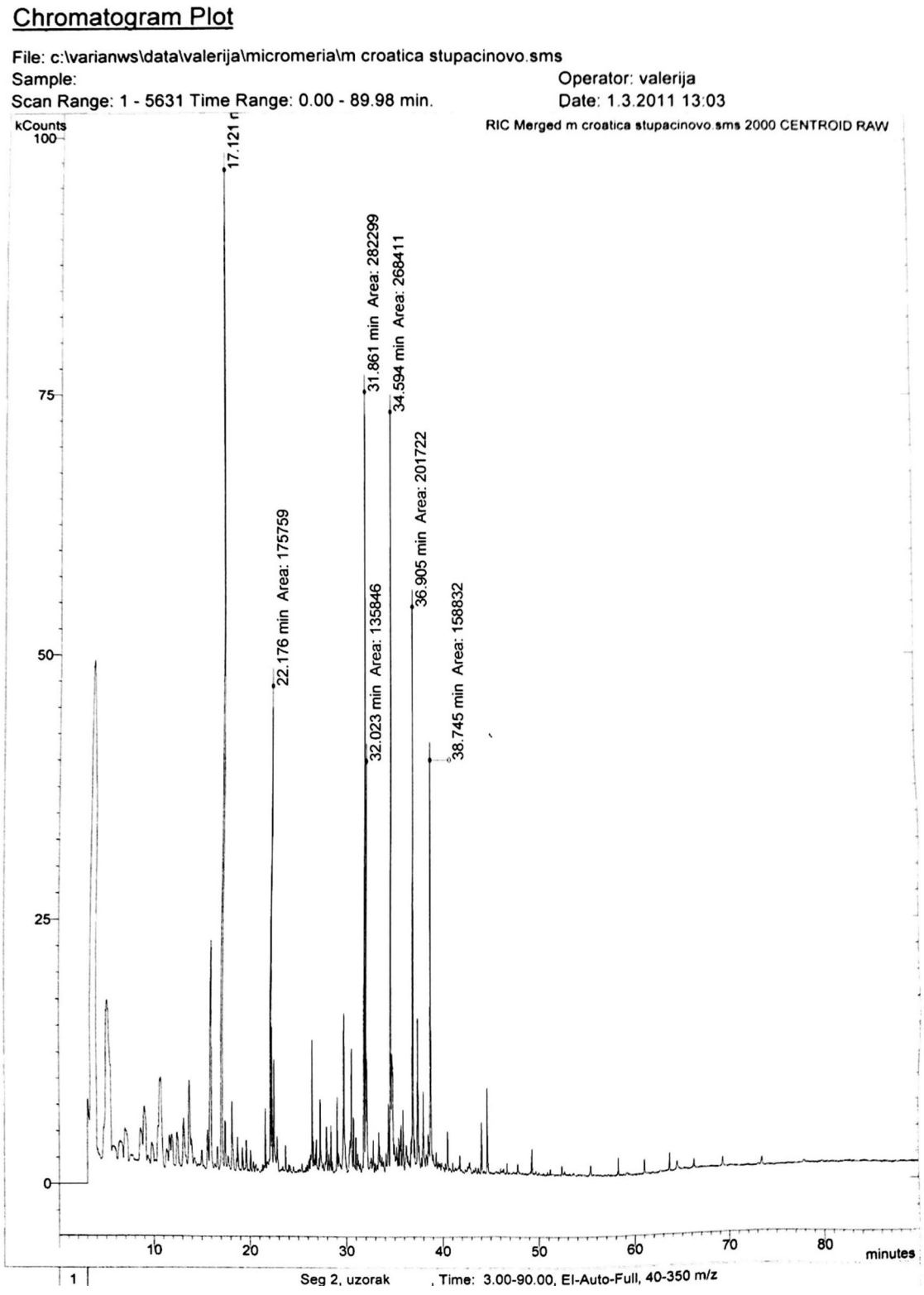
Slika 11. Monociklički seskviterpeni redom (s lijeva na desno):
Bisabolen, humulen, germakren D.

2.6 SASTAV ETERIČNOG ULJA VRSTA RODA *Micromeria*

2.6.1 *Micromeria croatica* Pers.(Schott)

Sastav eteričnog ulja *M. croatica* određen je metodom plinske kromatografije i masene spektrometrije (GC i GC/MS) (slika 12). U ulju vrste *Micromeria croatica* identificirano je 39 komponenti koje predstavljaju 94.7% sastava ulja. Ulje karakterizira visoka koncentracija oksigeniranih monoterpena (34.2%) i monoterpenskih ugljikohidrata (25.2%). Oksigenirani seskviterpeni čine 23.1% sastava ulja,a među njima najzastupljeniji je kariofilen oksid (22.3%). Od ostalih komponenti u većem postotku nalazimo: linalol (5.9%) , limonen (5.8%), (E)-kariofilen (5.7%) (Kremer i sur., 2012).

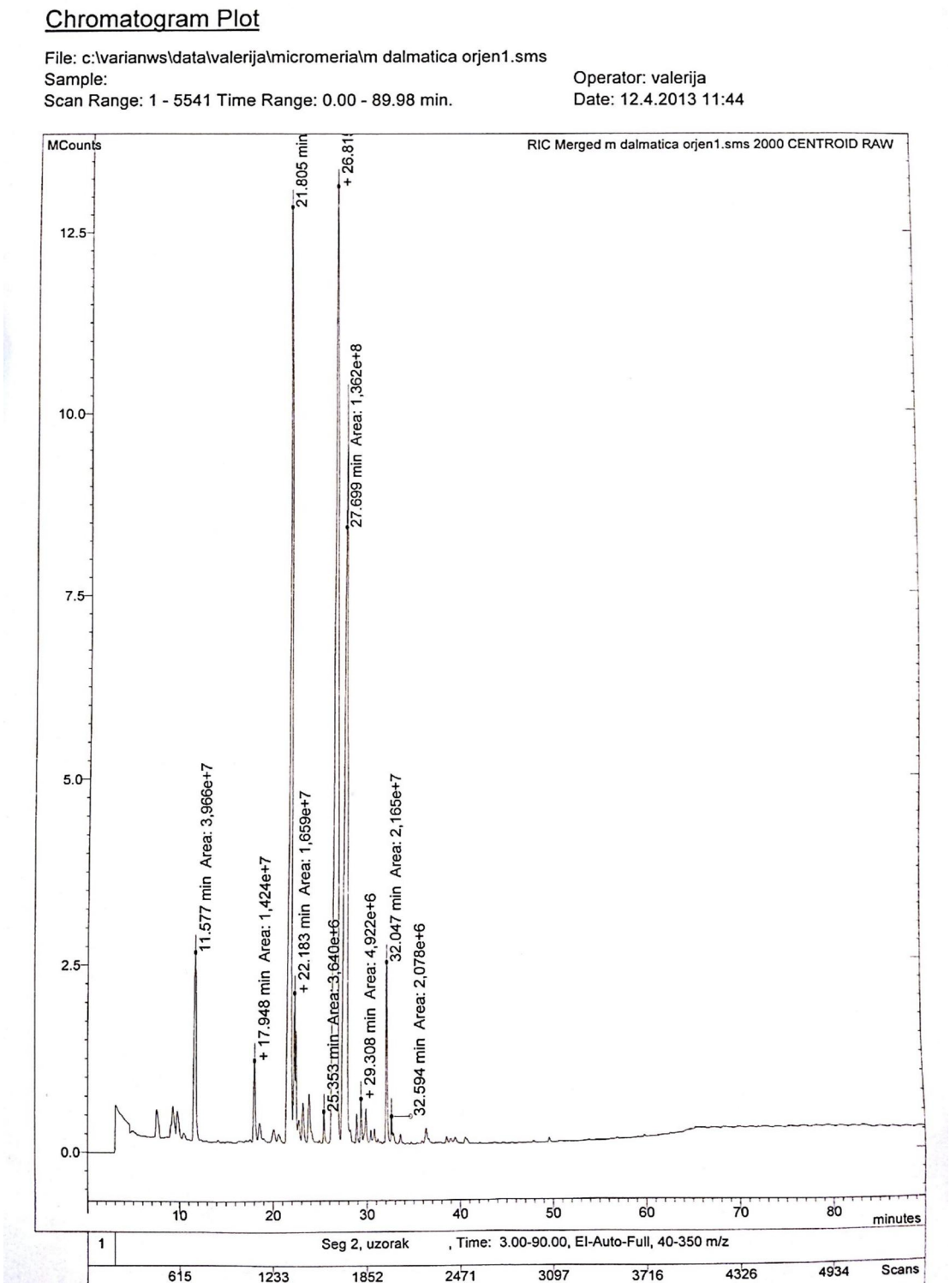
Glavni sastojci eteričnog ulja jesu β-kariofilen i kariofilen oksid. Eterično ulje vrste *M. croatica,* kao i glavne komponente ulja β-kariofilen i kariofilen oksid pokazuju protuvirusno djelovanje na virus mozaika krastavca sa asociranom satelitnom RNA. Također je opisano da tretman eteričnim uljem ove vrste mijenja ekspresiju gena za enzim alternativnu oksidazu (AOX) u inficiranim biljkama. Navedeno ukazuje da se protuvirusni učinak eteričnog ulja može dovesti u vezu s ekspresijom aox gena koji je važan dio obrambenog odgovora biljke prema virusu (Vuko, 2012).



Slika 12: ukupne ionske struje za eterično ulje vrste *M. croatica*

2.6.2 *Micromeria dalmatica* Benth.

Sastav eteričnog ulja *M. dalmatica* s Orjena određen je u našem laboratoriju metodom plinske kromatografije i masene spektrometrije (GC i GC/MS) i hidrodestilacijom suhi nadzemnih djelova biljke. Identificirano je 116 sastavnica koje predstavljaju 93.6 % ukupnog ulja, (slika 13). Ulje karakterizira visoka koncentracija: pulegona (29.6 %), mentona (11.7%) i pipertona (10.8%). Dobiveno eterično ulje gotovo u potpunosti čine monoterpeni (67.7%), pretežno p-mentan tipa (64.4% u ukupnom ulju, 98.1% u frakciji monoterpena), većina identificiranih seskviterpena (2.6%) su ugljikovodici (2.4% u ukupnom ulju; 92.3% u frakciji seskviterpena). Također su prisutne u većoj mjeri masne kiseline i masnim kiselinama slične komponente (19.9%) (Radulović i Blagojević, 2012).



Slika 13: ukupne ionske struje za eterično ulje vrste *M. dalmatica* (Izvor: Kremer i sur., 2013)

2.6.3 *Micromeria kerneri* Murb. *i Micromeria juliana* (L.) Benth.

M. kerneri i *M. juliana* su usko srodne vrste te bi mogle biti iste vrste (Bräuchler i sur. 2008) Fotokemijski spojevi sa biološkom aktivnošću pronađeni su u velikim količinama kod različitih biljaka. Koriste se u prehrani, kozmetičkoj industriji, u farmaceutskoj industriji i u prirodnoj medicini. Eterična ulja su sekundarni biljni metaboliti koja posjeduje antimikrobna (Ćavar i sur. 2008), antigljivična (Kremer i sur., 2012), antivirusna (Vuko i sur.,2012), antiokisdativna (Amiri, 2011) aktivnosti. Porodica Lamiaceae sadrži mnogo vrsta koje akumiliraju komercijalno važna eterična ulja. Rod *Micromeria* ima varijabilni sastav ulja (Duru i sur., 2004; Formisano i sur., 2007; Kremer i sur., 2012b; Marinković i sur., 2002; Sefidkon and Kalvandi, 2005; Slavkovska i sur., 2005; Stojanović i sur., 2006; Tzakou i Couladis, 2001; Vuko i sur., 2012).

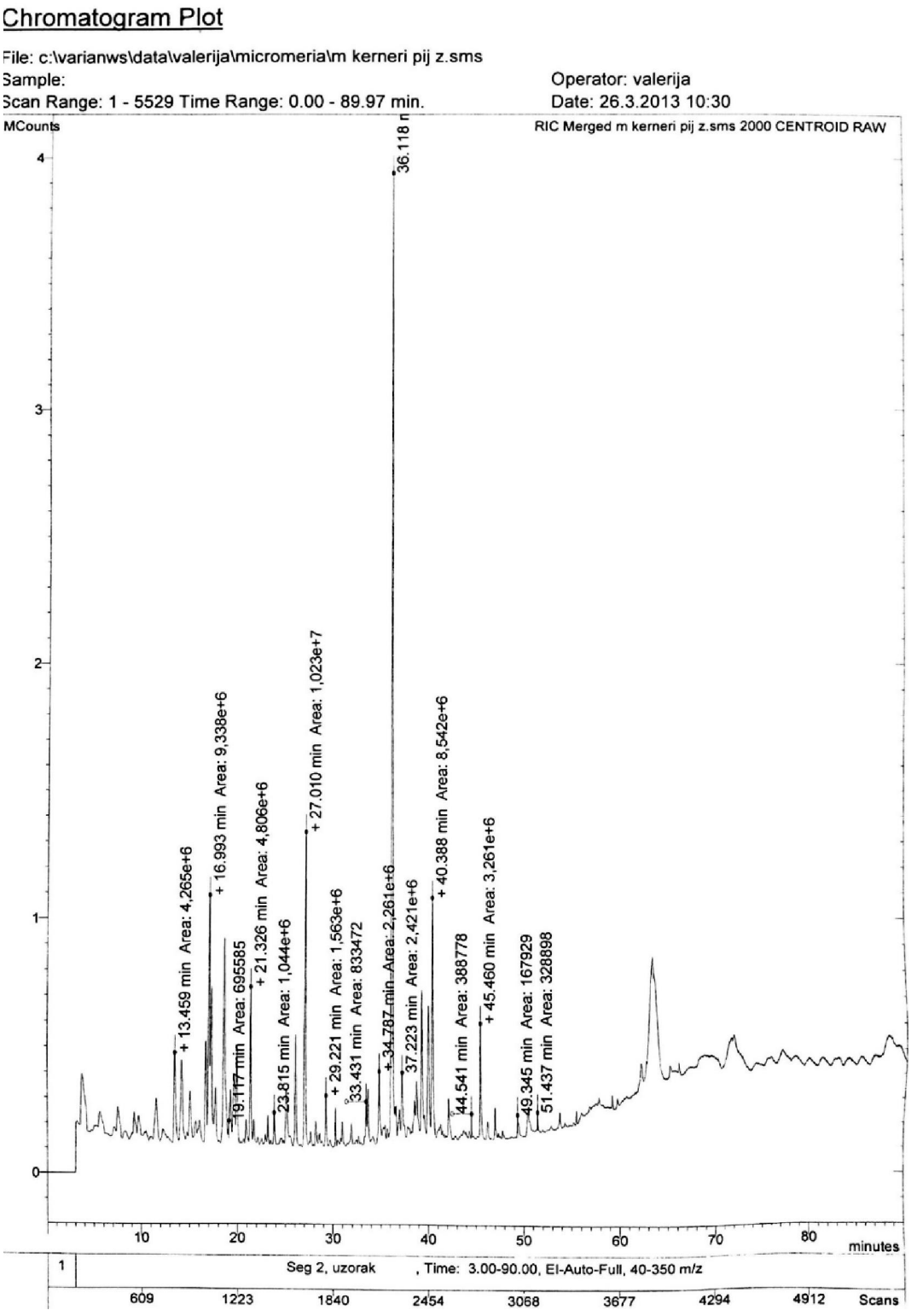
Eterična ulja izolirana hidrodestilacijom iz nadzemnih dijelova *M. kerneri* i *M. juliana* analizirana su plinskom kromatografijom (GC) i masenom spektrometrijom (GC-MS) kako bi se utvrdile moguće sličnosti u sastavu ulja (slika 14.1 i 14.2) (Kremer i sur., 2014).

Oksigenirani seskviterpeni su dominatni razred (42,9 %) kod *M. kerneri*, te iz te skupine vodeći predstavnik je kariofilen oksid (39,2 %). Ostali prevladavajući spojevi su: β-pinen (6.3%), dokosan (5.4%), kamfor (4.3%), i (E)-kariofilen (2.9%). Ulje *M. kerneri* sa lokacije Korčula sadržavalo je veću koncentraciju fenolnih spojeva (6.9%) za razliku od ostalih lokacija, i u toj skupini je prevladavao spoj timol (4.1%) kao dominatni. (Kremer i sur.,2014)

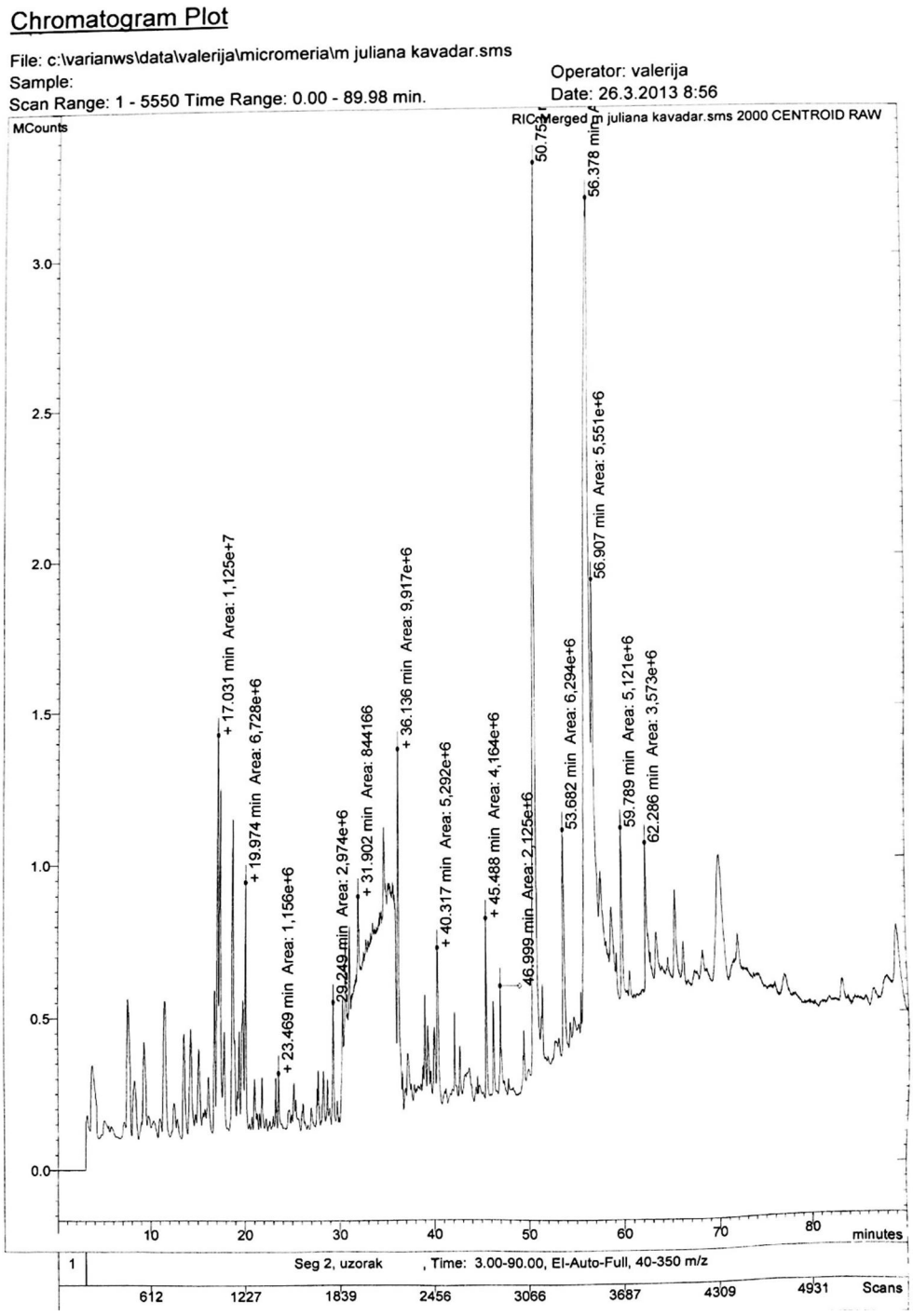
Micromeria juliana sa svih lokaliteta je imala prevladavajući kariofilen oksid, osim na lokalitetu Mt. Krivošije (Crna Gora) gdje je prevladavo piperiton oksid (16.9%). U sastavu eteričnog ulja *M. juliana* zastupljen je i (E)-kariofilen te ugljikovodici i germacren D (Kremer i sur.,2014).

U eteričnom ulju *M. juliana* β-pinen prevladava nad α-pinenom. U Skaltsa i sur. (1998), β-pinen i α-pinen su dominatne komponete *M. juliana* iz Grčke. Oksigenirani monoterpeni (31.7%) su dominatni u ovoj populaciji, sa linalolom, trans-pinokarvon, pinokarvon, borneol, piperiton kao prevladavajućim spojevim. Populacija *M.juliana* prikupljena u Grčkoj imala je slične udjele monoterpena (39.0%) i seskviterpena (42.4 %) (Kremer i sur., 2014).

M. kerneri i *M. juliana* imaju sličan sastav ulja, kod kojeg prevladava kariofilen oksid osim što je kod jednog uzorka *M. juliana*, prevladava piperiton oksid (Kremer i sur.,2014).



Slika 14.1: ukupne ionske struje za eterično ulje *M. kerneri* (Izvor: Kremer i sur., 2013)



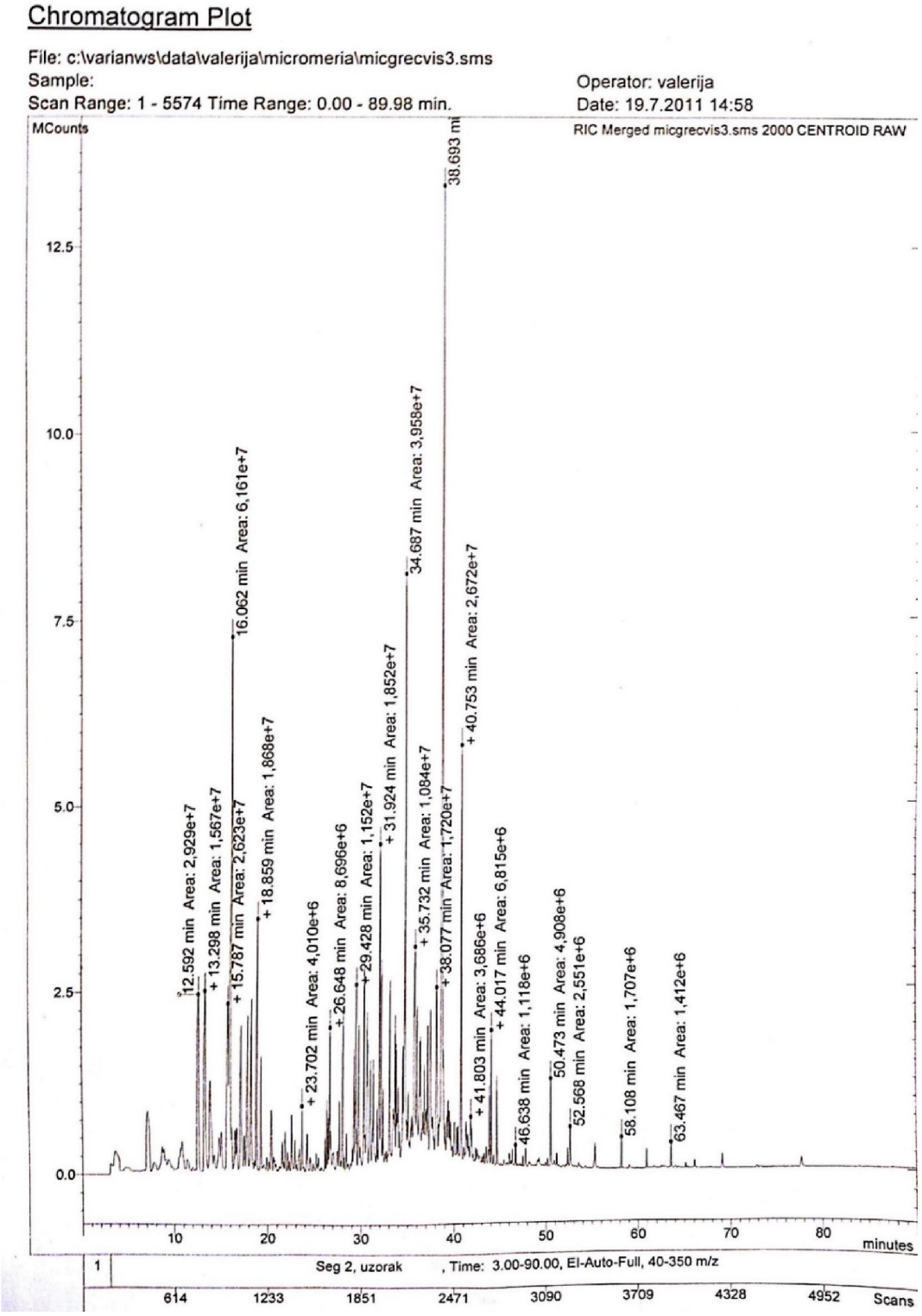
Slika 14.2: ukupne ionske struje za eterično ulje *M. juliana* (Izvor: Kremer i sur., 2013)

2.6.4 *Micromeria graeca* (L.) Rchb.

Fotokemijskom analizom eteričnih ulja *Micromeria gracea* (L.) Rchb iz Visa, (slika 15) dokazali su da je oksigenirani seskviterpen α-bisabolol prevladavajuća komponenta u ulju i čini 13.9 % u sastavu ulja sa Visa. Ulje je sadržavalo veću koncetraciju oksigeniranih monoterpena (30%), sa kamforom (8.1%) i trans-linalol oksidom (6.8%) kao dominantim komponentama u ovoj skupini. Oksigenirani seskviterpen α-bisabolol je bio prevladavajuća komponenta (13.9% Vis). Kao jedna od vodećih komponenti u *M. graeca* identificiran je epi-α-bisabolol sa udjelom od 12.8 %. Dominantna komponenta ulja izoliranog iz *M. graeca* (Grčka) je kariofilen oksid (17.0%). Ulje iz Komiže također je sadržavalo kariofilen oksid kao jednu od vodećih komponentni (7.4%). Kariofilen oksid je dominatna komponenta i kod eteričnih ulja izoliranih iz *M. juliana* i *M. croatica* (Vuko i sur., 2012).

Eterično ulje *M. graeca* sa Visa sadrži znatnu količinu oksigeniranih monoterpena, poput ulja *Satureje montane* koje je bilo efikasno u sprječavanju infekcije virusom mozaika krastavca. Neka eterična ulja roda *Teucrium* koja su bogata monoterpenima i seskviterpenima također su učinkovita u sprječavanju infekcije virusom mozaika krastavca. U velikom postotku u sastavu eteričnog ulja *M. graeca* također su prisutni seskviterpeni i monoterpeni (Vuko i sur., 2012).

Uspoređujući stupanj ekfikasnosti inhibicije protiv virusa mozaika krastavca eterično ulje *M. graeca* sa Visa pokazalo se jačim agensom u usporedbi sa eteričnim uljima spomenutog *Teucrium* i *S. montana* (Vuko i sur.,2012).



Slika 15: ukupne ionske struje za eterično ulje vrste *M. graeca* (Izvor: Vuko i sur., 2012)

3. SAŽETAK

Pregledom literaturnih podataka o sastavu eteričnog ulja različitih vrsta biljaka iz roda *Micromeria* vidljiv je vrlo raznolik kemotipski sastav ulja.
Kvantitativne i kvalitativne razlike u sastavu ulja vrsta *Micromeria* ovise o zemljopisnim i klimatskim faktorima pa ih svrstavamo u posebne kemotipove.

Znanstvena istraživanja koja su obavljena na biljkama roda *Micromeria* otkrivaju sastav eteričnih ulja koja sadrže sljedeće organske spojeve terpene, aldehide, alkohole, etere, okside, ketone i estere Puno znanstvenih radova je posvećeno utjecaju eteričnog ulja na pojedine bakterijske kulture, a naročito utjecaj na gljivicu *Candida albicans.* Vrste roda *Micromeria* najčešće se koriste u kulinarstvu kao začini ili napitci, ali i jako često u narodnoj medicini.

Kod vrste *M. dalmatica* ulje karakterizira visoka koncentracija: pulegona, mentona i pipertona. Dobiveno eterično ulje gotovo u potpunosti čine monoterpeni i monoterpenski hidrokarbonati.

Eterično ulje *M. croatica* karakterizira visoka koncentracija oksigeniranih monoterpena i monoterpenskih hidrokarbonata.Oksigenirani seskviterpeni čine 23.1% sastava ulja,a među njima najzastupljeniji je kariofilen oksid i β-kariofilen

Kariofilen oksid je također bio glavni sastojak u ulju biljke *M. juliana* te su prevladavali verbenol i isoborneol.

Kod vrste *M. graeca* ulje je sadržavalo veću koncetraciju oksigeniranih monoterpena: kamforo i trans-linalol oksid Oksigenirani seskviterpen α-bisabolol je bio prevladavajuća komponenta. Kao jedna od vodećih komponenti u *M. graeca* identificiran je epi-α-bisabol

U ulju *M. kerneri* utvrđeno je najveći udio kariofilen oksida, β-pinen, dokosan te kamfora.

Pulegone, izomenton, p-menton, limonen, linalol, α-pinen, β-pinen, p-cimen, α-terpinen, γ-terpinen, α-terpineol, kamfen, kariofilen oksid, β-bourbonen i borneol su najzastupljeniji sastojci eteričnog ulja kod vrsta roda *Micromeria*.

4. REFERENCE

1. Arabaci T., Durmenci T., Celep F. (2010). Morphological character analysis in Turkish *Micromeria* Benth. (*Lamiaceae*)species with a numerical taxonomic study. Turk J. Bot. 34:379-389.
2. Barkiđija N., 2013: Anatomska građa lista i sastav eteričnog ulja vrste *Micromeria kerneri* Murb., diplomski rad.
3. Brauchler C., Ryding O., Heubl G., 2008: The genus *Micromeria(Lamiaceae*),a synoptical update.
4. Bruneton J., 1995: Pharmacology Phytocemistry Medical Plants. Lavoisier Publishing Inc, Paris.
5. Chater A.O., Guinea E. 1972.*Micromeria* Benth. In: Tutin T. G., Heywood V. H., Burges N. A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D. A., *Flora Europaea*, vol. 3, Cambridge University Press, Cambridge, 167-170
6. Devetak, Z., 1995: Eterična ulja i njihova biološka uloga. Radovi hrvatskog društva za znanost i umjetnost III, Sarajevo. 93 – 103.
7. Domac, R.,2002: Flora hrvatske. Školska knjiga,Zagreb.
8. Dubravec, K. D. i I. Regula, 1995: Fiziologija bilja. Školska knjiga, Zagreb.
9. Denffer, D., i Ziegler, H., 1991: Udžbenik botanike za visoke škole – morfologija i fiziologija. Školska knjiga, Zagreb.
10. Dunkić V, Bezić N, Vuko E. (2011) Antiphytoviral activity of essential oil from endemic species Teucrium arduini. Natural Product Communications, 6, 1385-1388.
11. Dunkić V, Bezić N, Vuko E, Cukrov D. (2010) Antiphytoviral activity of Satureja montana L. ssp. variegata (Host) P. W. Ball essential oil and phenol compounds on CMV and TMV. Molecules, 15, 6713-6721.
12. Forenbacher S.(1990). Velebit i njegov biljni svijet. Školska knjiga,Zagreb 587-589.
13. Fahn, A., 1990: Plant anatomy. Pergamon Press Ltd. – Oxford.
14. Hallahan, D.L., Gray, J.C. and J.A. Callow, 2000: Advances in Botanical Research incorporating Advances in Plant Pathology; Plant Trichomes. Vol. 31. Academic Press.
15. Hans-Walter Heldt, 2011: Plant biochemistry. Elsevier, Oxford.

16. Kremer D. , Stabentheiner E., Dunkić V., Muller D., Vujić L., Kosalec I., Ballian D. Bogunić F. I Bezić N.,2012: Micromorphological and Chemotaxonomical Traits of *Micromeria croatica*, 755-765.

17. Kremer D., Dunkić V., Ruščić M., Matevski V., Ballian D., Bogunić F., Eleftheriadou E., Stešević D., Kosalec I., Bezić N., Stabentheiner E., 2014: Micromorphological traits and essential oil contents of *Micromeria kerneri Murb*. and *M. Juliana (L.) Benth. (Lamiacae*), Phytochemistry 98,128-136.

18. Kovačić S.,Nikolić T.,Ruščić M.,Milović M.,jasprica N.,Bogdanović S.,Topić J.:Flora jadranske obale i otoka 250 najčešćih vrsta. Školska knjiga, Zagreb, 2008.

19. Kalođera, Z. I R. Jurišić, 1998: Kemizam eteričnih ulja i njihova upotreba. Prvi hrvatski simpozij. Aromaterapija Zaštita zdravlja i obogaćenje turističke ponude. Opatija, 5 – 7 travnja. 21 – 34.

20. Kalogjera Z., Vladimir S. 1992. Micromeria vrste u flori Hrvatske. Farmaceutski Glasnik. 48: 203-214

21. Lahlou, M., 2004, a: Metods tu study the phytocemistry and bioactivity of essential oils. Phytoteraphy Research, 18 (6), 435 – 448.

22. Mann, J., R. S. Davidson, J. B. Hobs., D. V. Banthorpe, J. B. Banthrope and J. B. Harborne, 1994: Natural Products. Longman, Harlow.

23. McGarvey, D. J. and R. Croteau, 1995: Terpenoid Metabolism. The Plant Cell, 7, 1015 – 1026.

24. Metcalfe, C. R. and L. Chalk, 1985: Anatomy of dicotylednes. Volumen l. Charendon press – Oxford.

25. Mastelić J, Jerković I, Kuštrak D. (2005) Aromatic compounds of *Micromeria juliana* (L) Bentham ex Reicheneb. from Croatia. Journal of Essential Oil Research, 17, 516–518.

26. Pavlek–Kozlina, B., 2003: Fiziologija bilja. Profil. Zagreb.

27. Rudall, P., 1992: Anatomy of flowering plants. University Press, Cambridge.

28. Radulović N.S., Blagojević P.D., 2012: Volatile secondary metabolites of *Micromeria dalmatica Benth.(Lamiaceae*):Biosynthetical and Chemotaxonomical Aspects, Vol 9. 1303-1309.

29. Šilić, Č., 1979: Monografija radova *Satureja* L., *Calamintha* Miller, *Micromeria* Bentham, *Acino*s Miller i *Clinopodium* L., u flori ex. Jugoslavije. Zemaljski muzej BIH – Sarajevo.

30. Stanić G., Kalogjera Z., Petričić J., Šugar I., (1988, b) Fitokemijsko ispitivanje vrste *Micormeria croatica* (Pers.)Schott. Farmaceutski glasnik. 12: 407-412.

31. Slavkovska, V., Couladis, M., Tzakou, O., Pavlovic, M., Lakusic, B., 2005: Essential oil and its systematic significance in species of *Micromeria bentham* from Serbia and Montenegro.

32. Vuko E., Dunkić V., Bezić N., Ruščić M., Kremer D.,2012: Chemical composition and Antiphytoviral activity of essential oil of *Micromeria graeca*, Vol.7, No.9, 1227-1230.

33. Bishop CD. (1995) Antiviral activity of the essential oil of Melaluca alternifolia (Maiden & Betche) Cheel (tea tree) against tobacco mosaic virus.

34. Wagner, H., 1993: Pharmazeutische Biologie, 5. Auflage, Gustav Fischer Verlag – Studgart – New York, 55 – 65.

35. http://gartenfotografie.de/

36. http://www.biolib.cz/en/image/id179904/

37. http://hirc.botanic.hr/fcd/Galerija/Slika.aspx?IdPicture=45896

38. http://luirig.altervista.org/flora/taxa/floraspecie.php?genere=Micromeria

39. http://www.cyberlipid.org/images/pict299.gif

40. http://www.agr.hr/cro

41. http://www.pmf.unizg.hr