



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
DEPARTMAN ZA BIOLOGIJU I EKOLOGIJU



Morfološka i fitohemijska karakterizacija predstavnika sekcija  
*Pulegium* (Mill.) Lam. & DC. 1805 i *Mentha* (*Mentha* L., Lamiaceae)  
sa Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije

DOKTORSKA DISERTACIJA

Bojana Bokić

Mentori:

dr Goran Anačkov

dr Biljana Božin

NOVI SAD, 2021.



## Zahvalnica

Istraživanja obuhvaćena ovom doktorskom disertacijom urađena su u Laboratoriji za sistematiku viših biljaka i fitogeografiju, Departmana za biologiju i ekologiju, Prirodno-matematičkog fakulteta, Herbarijumu (BUNS), Zavodu za farmakologiju, toksikologiju i kliničku farmakologiju i Centru za medicinsko-farmaceutska istraživanja i kontrolu kvaliteta (CEMFİK) Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu. Izrada disertacije je realizovana u okviru projekta „Biodiverzitet biljnog sveta Srbije i Balkanskog poluostrva – procena, održivo korišćenje i zaštita“, Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, br. OI 173030. Deo rezultata ove disertacije predstavljen je u radu „Chemical Diversity of Volatile Compounds of Mints from Southern Part of Pannonian Plain and Balkan Peninsula – New Data“, Chemistry and Biodiversity, 2020(8).

Najlepše se zahvaljujem komentorima ove disertacije, dr Goranu Anačkovu i dr Biljani Božin na odabiru grupe biljaka i prilici da radim sa njima. Dr Biljani Božin se najsrdačnije zahvaljujem na trudu, vremenu i pomoći prilikom sakupljanja materijala, pisanja rada i disertacije. Hvala za svaku sugestiju, kritiku i ispravku, kao i na prijateljskom odnosu i druženju, kako na terenu, tako i u laboratoriji. Nije baš lak zadatak zahvaliti se u pisanom obliku, čoveku koga gotovo niko u tome ne može nadmašiti. Ipak, moram istaći da dugujem ogromnu zahvalnost profesoru dr Goranu Anačkovu, što nije odustao od mene, kada već i ja jesam i što mi je pomogao da zatvorim ovo poglavlje. Profesore, hvala Vam najlepše za sve što ste mi omogućili, za sve terene na koje ste nas vodili, za sve nane koji ste doneli, za sve statističke analize koje ste uradili, kao i za svaki savet, komentar, pitanje, ideju i rešenje. Puno vam hvala što ste osim mentora bili i prijatelj i umeli da razgovarate i saslušate.

Svim članovima komisije, dr Nedi Mimici-Dukić, dr Ružici Igić i dr Gordani Tomović, se najlepše zahvaljujem na odvojenom vremenu za ovu disertaciju, kao i za sve komentare koji su značajno doprineli kvalitetu ovog rada i postavili smernice za budućnost. Posebnu zahvalnost dugujem dr Gordani Tomović koja je ispravila brojne tehničke greške i suštinske nedostatke. Profesorkama dr Ružici Igić i dr Dragani Vukov se ovim putem zahvaljujem na kupljenom i ustupljenom delu opreme za potrebe realizacije ove disertacije i na svim lepim i ohrabrujućim rečima.

Osobi koja vrlo teško prihvata „ne“ i „ne može“ kao odgovore, vrlo mudroj ženi, vrednom i radoznom istraživaču, a pomalo i menadžeru, sa kojom možete imati svakakav odnos, samo ne dosadan... – Milice, hvala ti na energiji, pozitivnom stavu, razgovorima i svakom obliku pomoći koji si mi pružila.

Dr Nebojši Kladaru dugujem ogromnu zahvalnost za pomoć prilikom sakupljanja i obrade materijala, sve analize koje je samostalno ili sa mnom uradio, kao i za svaki ogovor ili rešenje na moje brojna pitanja i molbe. Takođe, mnogo hvala na prijateljskom odnosu, optimizmu i vedrini.

Bez mnogo slatkorečivosti i patetike, jer to uz njega nikako ne ide, samo ću kratko napisati: „Borise, mnogo ti hvala za sve što si uradio za mene u poslednjih 10+ godina.“

Najiskrenije se zahvaljujem ljudima sa kojima sam išla na terene, te na taj način imala priliku i zadovoljstvo da sa njima istražujem, učim i uživam na području Balkanskog poluostrva i u južnom delu Panonske nizije. Prvenstveno, mnogo hvala Borisu, Ani, Jeleni, Milici Rat, Goranu, Biljani i Nebojši sa kojima sam prešla mnogo kilometara kolima i nogama, a potom i Milici Radanović, Đurđici, Mariji, Bobu, Peđi, Milošu, Milici Živković, Marku Malinoviću, Marku Petroviću i Igoru Gajiću, za nekoliko izleta na kojima su/smo sakupljali biljni materijal i za potrebe ove disertacije.

Dr Milici Acimović se zahvaljujem na tri ustupljena uzorka gajenih oblika roda *Mentha*, koji su značajno unapredili rad. Goranu Tmušiću najlepše hvala na mapi koju je napravio za potrebe publikovanja rada, ali i svim razgovorima koje smo vodili.

Hvala svim članovima Laboratorije za sistematiku i fitogeografiju viših biljaka, Laboratorije za invazivne i alergijske biljke, Herbarijuma BUNS i Botaničkog društva „Andreas Volni“ na pozitivnom stavu i prijatnim druženjima.

Prijateljima, braći i kumovima se najsrdačnije zahvaljujem na razgovorima, pozitivnosti, bodrenju i želji da ne odustanem.

Na kraju, hvala članovima moje porodice za svu ljubav i pomoć koju mi pružaju.

Bojana,  
Zrenjanin/Novi Sad, 2020-2021. godine



## Sadržaj

Lista slika .....	vii
Lista tabela .....	xi
Lista priloga .....	xiv
Lista skraćenica .....	xv
<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OPŠTI DEO .....</b>	<b>3</b>
2.1 Porodica Lamiaceae Martinov (= Labiatae Adans.) .....	3
2.2 Potporodica Nepetoideae (Dumort.) Luer. ....	4
2.3 Tribus Mentheae .....	4
2.4 Rod <i>Mentha</i> L. – ime, opšte karakteristike, rasprostranjenje i ekologija .....	4
2.5 Rod <i>Mentha</i> L. – klasifikacija, problemi i koncept .....	5
2.6 Sekcija <i>Pulegium</i> (Mill.) Lam. & DC. – opšte karakteristike .....	10
2.6.1 <i>Mentha pulegium</i> L. ....	10
2.7 Sekcija <i>Mentha</i> L. – opšte karakteristike .....	11
2.7.1 <i>Mentha aquatica</i> L. ....	11
2.7.2 <i>Mentha arvensis</i> L. ....	13
2.7.3 <i>Mentha longifolia</i> (L.) L. ....	13
2.7.4 <i>Mentha spicata</i> L. ....	17
2.7.5 <i>Mentha microphylla</i> K. Koch. ....	19
2.8 Hibridni taksoni .....	20
2.8.1 <i>Mentha</i> × <i>dumetorum</i> Schult. ....	20
2.8.2 <i>Mentha</i> × <i>gentillis</i> L. ....	21
2.8.3 <i>Mentha</i> × <i>piperita</i> L. ....	22
2.8.4 <i>Mentha</i> × <i>verticillata</i> L. ....	23
2.9 Fenolna jedinjenja roda <i>Mentha</i> L. – opšte karakteristike, prethodna istraživanja i vladajući stavovi .....	24
2.10 Etarska ulja roda <i>Mentha</i> L. – opšte karakteristike, prethodna istraživanja i vladajući stavovi .....	26
2.11 Prethodna istraživanja roda <i>Mentha</i> L. na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije .....	28
2.12 Etnobotanički značaj roda <i>Mentha</i> L. na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije .....	30
<b>3. CILJEVI .....</b>	<b>33</b>
<b>4. MATERIJAL I METODE .....</b>	<b>34</b>
4.1 Morfološke analize .....	34
4.1.1 Biljni materijal .....	34
4.1.2 Morfološki karakteri i merenje .....	35
4.1.3 Statistička obrada dobijenih podataka .....	39
4.2 Hemijske analize .....	41
4.2.1 Biljni materijal .....	41
4.2.2 Priprema vodeno-alkoholnih ekstrakata .....	41
4.2.3 Primarna karakterizacija vodeno-alkoholnih ekstrakata .....	42

4.2.4	Sekundarna hemijska karakterizacija visokoefikasnom tečnom hromatografijom (HPLC) .....	42
4.2.5	Statistička obrada dobijenih vrednosti primarnom i sekundarnom karakterizacijom .....	42
4.2.6	Tercijarna hemijska karakterizacija isparljivih komponenti primenom <i>headspace</i> gasne hromatografije sa masenom spektrometrijom (HS/GC – MS)	43
4.2.7	Statistička obrada dobijenih vrednosti tercijarnom karakterizacijom .....	43
<b>5.</b>	<b>REZULTATI I DISKUSIJA</b> .....	<b>47</b>
5.1	Preliminarna istraživanja ginodiecizma u populacijama vrsta <i>M. pulegium</i> , <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	48
5.2	Morfološka varijabilnost karaktera vegetativnog i generativnog regiona vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	58
5.2.1	Morfološka varijabilnost karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	58
5.2.1.1	Morfološka varijabilnost kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	58
5.2.1.1.1	Osnovni statistički parametri kvantitativnih morfoloških karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	58
5.2.1.1.2	Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	60
5.2.1.1.3	Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	61
5.2.1.1.4	Analiza glavnih komponenti (PCA) kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	62
5.2.1.1.5	Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti .....	63
5.2.1.2	Morfološka varijabilnost kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. longifolia</i> .....	65
5.2.1.2.1	Osnovni statistički parametri kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. longifolia</i> .....	65
5.2.1.2.2	Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. longifolia</i> .....	66
5.2.1.2.3	Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. longifolia</i> .....	67
5.2.1.2.4	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. longifolia</i> .....	67
5.2.1.2.5	Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrste <i>M. longifolia</i> na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti .....	69
5.2.1.3	Varijabilnost morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. microphylla</i> .....	73
5.2.1.3.1	Osnovni statistički parametri morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. microphylla</i> .....	73
5.2.1.3.2	Koeficijenti korelacije kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. microphylla</i> .....	74
5.2.1.3.3	Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. microphylla</i> .....	74

5.2.1.3.4	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. microphylla</i> .....	75
5.2.1.3.5	Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrste <i>M. microphylla</i> na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti .....	76
5.2.1.4	Morfološka varijabilnost kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. spicata</i> .....	78
5.2.1.4.1	Osnovni statistički parametri kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. spicata</i> .....	78
5.2.1.4.2	Koeficijenti korelacije kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. spicata</i> .....	79
5.2.1.4.3	Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. spicata</i> .....	79
5.2.1.4.4	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. spicata</i> .....	80
5.2.1.4.5	Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrste <i>M. spicata</i> na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti .....	81
5.2.1.5	Morfološka varijabilnost kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> .....	83
5.2.1.5.1	Osnovni statistički parametri kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> .....	83
5.2.1.5.2	Koeficijenti korelacije kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> .....	84
5.2.1.5.3	Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> .....	85
5.2.1.5.4	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> .....	85
5.2.1.5.5	Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza 50 populacija varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti .....	88
5.1.2.6	Višestruka korespondentna analiza (MCA) vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. spicata</i> i <i>M. microphylla</i> na osnovu kvalitativnih morfoloških karaktera vegetativnog regiona, cvasti i brakteja .....	92
5.2.1.6.1	Višestruka korespondentna analiza (MCA) vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. spicata</i> i <i>M. microphylla</i> na osnovu kvalitativnih morfoloških karaktera vegetativnog regiona, cvasti i brakteja .....	92
5.2.1.6.2	Višestruka korespondentna analiza (MCA) vrste <i>M. longifolia</i> na osnovu kvalitativnih morfoloških karaktera vegetativnog regiona, cvasti i brakteja .....	94
5.2.1.6.3	Višestruka korespondentna analiza (MCA) vrste <i>M. microphylla</i> na osnovu kvalitativnih morfoloških karaktera vegetativnog regiona, cvasti i brakteja .....	95
5.2.1.6.4	Višestruka korespondentna analiza (MCA) vrste <i>M. spicata</i> na osnovu kvalitativnih morfoloških karaktera vegetativnog regiona, cvasti i brakteja .....	96
5.2.1.6.5	Višestruka korespondentna analiza (MCA) varijabilnog para vrsta <i>M. spicata</i> i <i>M. microphylla</i> na osnovu kvalitativnih morfoloških karaktera vegetativnog regiona, cvasti i brakteja .....	97
5.2.2	Morfološka varijabilnost karaktera generativnog regiona (cveta) i brakteje vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	98
5.2.2.1	Osnovni statistički parametri morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cveta) i brakteje vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	98

5.2.2.2	Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cveta) vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i>	99
5.2.2.3	Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cvet) i brakteje vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i>	100
5.2.2.4	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cvet) vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i>	102
5.2.2.5	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cvet) vrste <i>M. longifolia</i>	105
5.2.2.6	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cvet) varijabilnog para vrsta <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i>	106
5.2.2.7	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cvet) vrste <i>M. microphylla</i>	106
5.2.2.8	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cvet) vrste <i>M. spicata</i>	107
5.2.2.9	Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> na osnovu morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cvet) i brakteje	108
5.2.2.10	Analiza morfološke varijabilnosti čašice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i>	112
5.2.2.10.1	Osnovni statistički parametri morfometrijskih karaktera čašice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i>	112
5.2.2.10.2	Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera čašice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i>	113
5.2.2.10.3	Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera čašice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i>	113
5.2.2.10.4	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera čašice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i>	114
5.2.2.10.5	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera čašice vrste <i>M. longifolia</i>	115
5.2.2.10.6	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera čašice vrste <i>M. microphylla</i>	115
5.2.2.10.7	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera čašice vrste <i>M. spicata</i>	116
5.2.2.10.8	Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> na osnovu morfometrijskih karaktera čašice	117
5.2.2.11	Analiza morfološke varijabilnosti krunice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i>	119
5.2.2.11.1	Osnovni statistički parametri morfometrijskih karaktera krunice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i>	119
5.2.2.11.2	Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera krunice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i>	120
5.2.2.11.3	Jednofaktorska analiza varijabilnosti (ANOVA) morfometrijskih karaktera krunice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i>	121
5.2.2.11.4	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera krunice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i>	122
5.2.2.11.5	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera krunice vrste <i>M. longifolia</i>	122



5.2.2.11.6	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera krunice vrste <i>M. microphylla</i> .....	123
5.2.2.11.7	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera krunice vrste <i>M. spicata</i> .....	124
5.2.2.11.8	Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> na osnovu morfometrijskih karaktera krunice .....	125
5.2.2.12	Analiza morfološke varijabilnosti prašnika vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	127
5.2.2.12.1	Osnovni statistički parametri morfometrijskih karaktera prašnika vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	127
5.2.2.12.2	Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera prašnika vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	128
5.2.2.12.3	Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera prašnika vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	128
5.2.2.12.4	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera prašnika vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	129
5.2.2.12.5	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera prašnika vrste <i>M. longifolia</i> .....	129
5.2.2.12.6	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera prašnika vrste <i>M. microphylla</i> .....	130
5.2.2.12.7	Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera prašnika vrste <i>M. spicata</i> .....	131
5.2.2.12.8	Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> na osnovu morfometrijskih karaktera prašnika .....	132
5.2.2.13	Analiza varijabilnosti dužina plodnika, stubića i žiga vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	133
5.2.2.13.1	Parametri osnovne statistike dužine plodnika, stubića i žiga vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	134
5.2.2.13.2	Koeficijenti korelacije dužina plodnika, stubića i žiga vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	135
5.2.2.13.3	Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) dužina plodnika, stubića i žiga vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	135
5.2.2.13.4	Analiza glavnih komponenti (PCA) dužina plodnika, stubića i žiga vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	135
5.2.2.13.5	Analiza glavnih komponenti (PCA) dužina plodnika, stubića i žiga vrste <i>M. longifolia</i> .....	136
5.2.2.13.6	Analiza glavnih komponenti (PCA) dužina plodnika, stubića i žiga vrste <i>M. microphylla</i> .....	137
5.2.2.13.7	Analiza glavnih komponenti (PCA) dužina plodnika, stubića i žiga vrste <i>M. spicata</i> .....	137
5.2.2.13.8	Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> na osnovu dužina plodnika, stubića i žiga .....	138
5.3	Hemijska karakterizacija ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> L. na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije .....	139
5.3.1	Primarna hemijska karakterizacija 11 taksona roda <i>Mentha</i> L. ....	140
5.3.2	Sekundarna hemijska karakterizacija 11 taksona roda <i>Mentha</i> L. ....	146
5.3.2.1	Ferulna kiselina .....	151
5.3.2.2	Hlorogenska kiselina .....	152
5.3.2.3	Kafena kiselina .....	154

5.3.2.4	<i>p</i> -Kumarinska kiselina .....	156
5.3.2.5	Ruzmarinska kiselina .....	158
5.3.2.6	Sinapinska kiselina .....	161
5.3.2.7	Vanilinska kiselina .....	162
5.3.2.8	Apigenin .....	163
5.3.2.9	Naringenin .....	165
5.3.2.10	Epikatehin .....	167
5.3.2.11	Kvercetin .....	168
5.3.2.12	Rutin .....	170
5.3.3	Tercijarna karakterizacija 11 taksona roda <i>Mentha</i> L. ....	171
5.3.3.1	<i>Mentha pulegium</i> L. ....	176
5.3.3.2	<i>Mentha aquatica</i> L. ....	176
5.3.3.3	<i>Mentha arvensis</i> L. ....	177
5.3.3.4	<i>Mentha longifolia</i> (L.) L. ....	177
5.3.3.5	<i>Mentha microphylla</i> K. Koch. ....	178
5.3.3.6	<i>Mentha spicata</i> L. ....	178
5.3.3.7	<i>Mentha</i> × <i>dumetorum</i> Schult. ....	178
5.3.3.8	<i>Mentha</i> × <i>gentilis</i> L. ....	179
5.3.3.9	<i>Mentha</i> × <i>verticillata</i> L. ....	179
5.3.3.10	<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> L. ....	180
5.3.4	Hemotaksonomski značaj rezultata dobijenih sekundarnom i terciarnom hemijskom karakterizacijom .....	180
5.3.4.1	Analiza varijabilnosti ukupnog sadržaja fenolnih jedinjenja – analiza glavnih komponenti i klasifikacija (PCCA) .....	181
5.3.4.2	Analiza zatupljenosti odabranih fenolnih jedinjenja – korespondentna analiza .....	182
5.3.4.3	Klaster analiza na osnovu kvantitativnog i kvalitativnog sadržaja isparljivih jedinjenja .....	184
<b>6.</b>	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	<b>186</b>
<b>7.</b>	<b>LITERATURA</b> .....	<b>190</b>
<b>8.</b>	<b>PRILOG</b> .....	<b>223</b>

## Lista slika

1.	Vrsta <i>M. pulegium</i> ; A – izgled cele biljke, B – izgled cvasti i listova na nodusu .....	11
2.	Vrsta <i>M. aquatica</i> ; izgled cele biljke na tipičnom staništu .....	12
3.	Vrsta <i>M. aquatica</i> ; A – cvast, B – listovi .....	12
4.	Vrsta <i>M. arvensis</i> ; A – cvast, B – list .....	13
5.	Vrsta <i>M. arvensis</i> ; izgled cele biljke na tipičnom staništu .....	14
6.	Vrsta <i>M. longifolia</i> ; izgled biljke na staništu .....	14
7.	Vrsta <i>M. spicata</i> (dlakavi oblik); holotipski presovani primerak iz herbarske kolekcije.....	18
8.	Vrsta <i>M. spicata</i> (oblik bez dlaka); A – tipična cvast, B – tipičan list .....	18
9.	Vrsta <i>M. microphylla</i> ; A – izgled cele biljke, B – izgled listova .....	19
10.	Hibrid <i>M. × dumetorum</i> ; izgled cele biljke, cvasti i listova .....	21
11.	Hibrid <i>M. × gentillis</i> ; izgled cele biljke .....	21
12.	Hibrid <i>M. × gentillis</i> ; A – cvast, B – list .....	21
13.	Hibrid <i>M. × piperita</i> ; ilustracija .....	22
14.	Hibrid <i>M. × piperita</i> ; A – cvast, B – list .....	22
15.	Hibrid <i>M. × verticillata</i> ; A – cvast, B – list .....	23
16.	Hibrid <i>M. × verticillata</i> ; izgled cele biljke .....	24
17.	Hemijske strukture najznačajnijih nisko polarnih visoko metilovanih flavonoida roda <i>Mentha</i> .....	26
18.	Hemijske strukture najznačajnijih isparljivih jedinjenja roda <i>Mentha</i> .....	27
19.	Karta uzoraka vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> korištenih u analizi kvantitativnih i/ili kvalitativnih karaktera vegetativnog i generativnog regiona biljaka .....	36
20.	Prikaz fotografija nakon sečenja korišćenih za merenje: A – čašica iznutra, B – čašica spolja, C – krunica iznutra, D – krunica spolja, E – plodnik, F – stubić sa žigom, G –brakteja .....	37
21.	Karta uzoraka 10 taksona roda <i>Mentha</i> korištenih u primarnoj i/ili sekundarnoj hemijskoj karakterizaciji .....	44
22.	Karta uzoraka vrste <i>M. longifolia</i> korištenih u primarnoj i/ili sekundarnoj hemijskoj karakterizaciji .....	45
23.	Karta uzoraka 11 taksona roda <i>Mentha</i> korištenih u tercijarnoj karakterizaciji .....	46
24.	Karta istraživanih hermafroditnih populacija vrste <i>M. pulegium</i> na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije .....	50
25.	Dvopolan cvet vrste <i>M. pulegium</i> .....	51
26.	Karta istraživanih populacija vrste <i>M. longifolia</i> na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije .....	52
27.	Izgled dvopolnog cveta (A), funkcionalno ženskog cveta (B) i cvetova nejasnog statusa (C, D) vrste <i>M. longifolia</i> .....	52
28.	Izgled dvopolnog (A) i funkcionalno ženskog (B) cveta vrste <i>M. microphylla</i> .....	53
29.	Karta istraživanih populacija vrste <i>M. microphylla</i> na Balkanskom poluostrvu .....	53
30.	Izgled dvopolnog cveta (A) i funkcionalno ženskog cveta (B) vrste <i>M. spicata</i> .....	54
31.	Karta istraživanih populacija vrste <i>M. spicata</i> na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije .....	54
32.	Nivoi opterećenja kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar ukupnog uzorka vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	63
33.	Pozicije jedinki bez definisanja pripadnosti vrsti zajedno u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti .....	63
34.	Pozicije jedinki vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti .....	63
35.	Pozicije jedinki vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u prostoru prve dve diskriminantne ose .....	65
36.	Fenogram vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na morfometrijske vegetativne karaktere dobijen na osnovu klaster analize .....	65
37.	Nivoi opterećenja morfometrijski karaktera vegetativnog regiona i cvasti koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar ukupnog uzorka vrste <i>M. longifolia</i> .....	68
38.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. longifolia</i> u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti .....	69
39.	Pozicije jedinki 50 populacija vrste <i>M. longifolia</i> u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti .....	71
40.	Pozicije centroida 50 populacija vrste <i>M. longifolia</i> u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti .....	72

41.	Fenogram 50 populacija vrste <i>M. longifolia</i> dobijen na osnovu CD analize morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti .....	72
42.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar ukupnog uzorka vrste <i>M. microphylla</i> .....	76
43.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. microphylla</i> u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti .....	76
44.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. microphylla</i> u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti .....	77
45.	Pozicije centroida populacija vrste <i>M. microphylla</i> u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti .....	78
46.	Fenogram populacija vrste <i>M. microphylla</i> dobijen na osnovu CD analize morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti .....	78
47.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar ukupnog uzorka vrste <i>M. spicata</i> .....	81
48.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. spicata</i> u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti .....	81
49.	Pozicije centroida populacija vrste <i>M. spicata</i> u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti .....	82
50.	Fenogram populacija vrste <i>M. spicata</i> dobijen na osnovu CD analize morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti .....	82
51.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar ukupnog uzorka varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> .....	86
52.	Pozicije jedinki varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti bez određivanja pripadnosti populacijama, a u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti .....	87
53.	Pozicije jedinki populacija varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti ...	87
54.	Pozicije jedinki varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti, bez određivanja populacija .....	89
55.	Pozicije jedinki populacija varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti .....	90
56.	Pozicije centroida populacija varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti .....	91
57.	Fenogram populacija varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> dobijen na osnovu CD analize morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti .....	91
58.	Pozicije stanja kvalitativnih karaktera i centroida tri vrste <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u prostoru prve dve korespondentne ose .....	93
59.	Pozicije stanja kvalitativnih karaktera i centroida populacija vrste <i>M. longifolia</i> u prostoru prve dve korespondentne ose .....	94
60.	Pozicije stanja kvalitativnih karaktera i centroida populacija vrste <i>M. microphylla</i> u prostoru prve dve korespondentne ose .....	95
61.	Pozicije stanja kvalitativnih karaktera i centroida populacija vrste <i>M. spicata</i> u prostoru prve dve korespondentne ose .....	96
62.	Pozicije stanja kvalitativnih karaktera i centroida populacija varijabilnog para vrsta <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u prostoru prve dve korespondentne ose .....	97
63.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera cveta koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar ukupnog uzorka tri vrste <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	103
64.	Pozicije jedinki vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti u odnosu na morfometrijske karaktere cveta .....	104
65.	Pozicije jedinki vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na morfometrijske karaktere generativnog regiona u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti, ali prema funkciji cveta .....	104
66.	Pozicije jedinki vrste <i>M. longifolia</i> u odnosu na morfometrijske karaktere generativnog regiona i funkciju cveta u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti .....	105
67.	Pozicije jedinki vrsta <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na morfometrijske karaktere i funkciju cveta u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti .....	105
68.	Nivoi opterećenja karaktera koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti vrste <i>M. longifolia</i> u odnosu na morfometrijske karaktere cveta .....	105

69.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. longifolia</i> u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti u odnosu na morfometrijske karaktere cveta .....	105
70.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera cveta koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar vrsta <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	106
71.	Pozicije jedinki populacija vrsta <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na morfometrijske karaktere generativnog regiona i funkciju cveta u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti .....	106
72.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera cveta koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar vrste <i>M. microphylla</i> .....	107
73.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. microphylla</i> u odnosu na morfometrijske karaktere i funkciju cveta u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti .....	107
74.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera cveta koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar vrste <i>M. spicata</i> .....	108
75.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. spicata</i> u odnosu na morfometrijske karaktere i funkciju cveta u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti .....	108
76.	Pozicije jedinki vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na morfometrijske karaktere cveta i brakteje, ali bez obzira na funkciju cveta u prostoru prve dve diskriminantne ose .....	111
77.	Pozicije jedinki vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na morfometrijske karaktere dvopolnih cvetova i brakteje u prostoru prve dve diskriminantne ose .....	111
78.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera čašice u ukupnom uzorku vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	114
79.	Pozicije jedinki populacija vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na morfometrijske karaktere čašice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	114
80.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera čašice u ukupnom uzorku vrste <i>M. longifolia</i> .....	115
81.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. longifolia</i> u odnosu na morfometrijske karaktere čašice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	115
82.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera čašice u ukupnom uzorku vrste <i>M. microphylla</i> .....	116
83.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. microphylla</i> u odnosu na morfometrijske karaktere čašice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	116
84.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera čašice u ukupnom uzorku vrste <i>M. spicata</i> .....	117
85.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. spicata</i> u odnosu na morfometrijske karaktere čašice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	117
86.	Pozicije jedinki vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere čašice .....	118
87.	Fenogram tri vrste <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na morfometrijske karaktere čašice dobijen na osnovu klaster analize .....	118
88.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera krunice u ukupnom uzorku vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	122
89.	Pozicije jedinki vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na morfometrijske karaktere krunice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	122
90.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera krunice u ukupnom uzorku vrste <i>M. longifolia</i> .....	123
91.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. longifolia</i> u odnosu na morfometrijske karaktere krunice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	123
92.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera krunice u ukupnom uzorku vrste <i>M. microphylla</i> .....	124
93.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. microphylla</i> u odnosu na morfometrijske karaktere krunice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	124
94.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera krunice u ukupnom uzorku vrste <i>M. spicata</i> .....	124
95.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. spicata</i> u odnosu na morfometrijske karaktere krunice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	124
96.	Pozicije jedinki vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere krunice .....	126
97.	Fenogram vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na morfometrijske karaktere krunice dobijen na osnovu klaster analize .....	126
98.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera prašnika u ukupnom uzorku vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	129
99.	Pozicije jedinki populacija vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na morfometrijske karaktere prašnika u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	129
100.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera prašnika u ukupnom uzorku vrste <i>M. longifolia</i> .....	130

101.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. longifolia</i> u odnosu na morfometrijskih karaktere prašnika u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	130
102.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera prašnika u ukupnom uzorku vrste <i>M. microphylla</i> ...	131
103.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. microphylla</i> u odnosu na morfometrijske karaktere prašnika u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	131
104.	Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera prašnika u ukupnom uzorku vrste <i>M. spicata</i> .....	131
105.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. spicata</i> u odnosu na morfometrijske karaktere prašnika u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	131
106.	Pozicije jedinki vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na prosečnu dužinu filamenata i antera dvopolnih cvetova u prostoru prve dve diskriminantne ose .....	133
107.	Fenogram vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na prosečnu dužinu filamenata i antera dobijen na osnovu klaster analize .....	133
108.	Nivoi opterećenja dužina plodnika, stubića i žiga u ukupnom uzorku vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	136
109.	Pozicije jedinki populacija vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na dužine plodnika, stubića i žiga u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	136
110.	Nivoi opterećenja dužina plodnika, stubića i žiga u ukupnom uzorku vrste <i>M. longifolia</i> .....	136
111.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. longifolia</i> u odnosu na dužine plodnika, stubića i žiga u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	136
112.	Nivoi opterećenja dužina plodnika, stubića i žiga u ukupnom uzorku vrste <i>M. microphylla</i> .....	137
113.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. microphylla</i> u odnosu na dužine plodnika, stubića i žiga u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	137
114.	Nivoi opterećenja dužina plodnika, stubića i žiga u ukupnom uzorku vrste <i>M. spicata</i> .....	137
115.	Pozicije jedinki populacija vrste <i>M. spicata</i> u odnosu na dužine plodnika, stubića i žiga u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta .....	137
116.	Pozicije jedinki vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na dužine plodnika, stubića i žiga u prostoru prve dve diskriminantne ose, bez obzira na funkciju cveta .....	139
117.	Fenogram vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na dužine plodnika, stubića i žiga, bez obzira na funkciju cveta, dobijen na osnovu klaster analize .....	139
118.	Prinos ekstrakcija u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	141
119.	Sadržaj ukupnih fenola u vodeno-alkoholnim ekstraktima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	144
120.	Sadržaj ukupnih flavonoida u vodeno-alkoholnim ekstraktima ispitivanih uzorcima taksona roda <i>Mentha</i> .....	146
121.	Hemijske strukture sedam analiziranih fenolnih kiselina .....	148
122.	Hemijske strukture pet analiziranih flavonoida .....	149
123.	Sadržaj ferulne kiseline u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	151
124.	Sadržaj hlorogenske kiseline u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	153
125.	Sadržaj kafene kiseline u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	155
126.	Sadržaj <i>p</i> -kumarinske kiseline u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	157
127.	Sadržaj ruzmarinske kiseline u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	160
128.	Sadržaj sinapinske kiseline u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	161
129.	Sadržaj vanilinske kiseline u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	163
130.	Sadržaj apigenina u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	165
131.	Sadržaj naringenina u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	166
132.	Sadržaj epikatehina u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	167
133.	Sadržaj kvercetina u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	169
134.	Sadržaj rutina u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	170
135.	Procentualna zastupljenost isparljivih komponenti prema klasama u ispitivanim taksonima roda <i>Mentha</i> ...	172
136.	Hromatogrami ispitivanih uzoraka roda <i>Mentha</i> dobijeni primenom HS/GC – MS.....	174
137.	Hemijske strukture najznačajnijih isparljivih jedinjenja zabeleženih kod analiziranih taksona roda <i>Mentha</i> na istraživanom području .....	175
138.	Opterećenja PCCA 1 i PCCA 2 osa .....	182
139.	Položaj ispitivanih uzoraka roda <i>Mentha</i> u prostoru definisanom sa prve dve glavne ose .....	182
140.	Asociranost ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> i prisustva/odsustva dominantno zastupljenih fenolnih jedinjenja .....	183
141.	Klaster analiza na osnovu sadržaja 54 isparljiva jedinjenja u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	185

## Lista tabela

1.	Analizirani kvantitativni i kvalitativni morfološki karakteri roda <i>Mentha</i> .....	38
2.	Stanja i objašnjenja analiziranih kvalitativnih karaktera stabla, lista, cvasti i brakteje roda <i>Mentha</i> .....	39
3.	Struktura populacija <i>M. pulegium</i> , <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na broj jedinki prema tipu cvetova .....	49
4.	Parametri osnovne statistike kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	59
5.	Raspon vrednosti morfometrijskih karaktera stabla, listova i cvasti analiziranih vrsta .....	59
6.	Literaturne vrednosti morfometrijskih karaktera stabla, lista i cvasti tri analizirane vrste .....	60
7.	Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	61
8.	Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	61
9.	Vrednosti opterećenja kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na prve dve ose analize glavnih komponenti .....	62
10.	Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na prve dve diskriminantne ose .....	64
11.	Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	64
12.	Parametri osnovne statistike morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. longifolia</i> .....	66
13.	Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. longifolia</i> .....	66
14.	Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. longifolia</i> .....	67
15.	Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. longifolia</i> u odnosu na prve dve ose analize glavnih komponenti .....	68
16.	Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. longifolia</i> u odnosu na prve dve diskriminantne ose .....	70
17.	Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. longifolia</i> .....	70
18.	Parametri osnovne statistike morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. microphylla</i> .....	73
19.	Koeficijenti korelacije kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. microphylla</i> .....	74
20.	Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. microphylla</i> .....	75
21.	Vrednosti opterećenja morfometrijskih vegetativnih karaktera vrste <i>M. microphylla</i> u odnosu na prve dve ose analize glavnih komponenti .....	75
22.	Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. microphylla</i> u odnosu na prve dve diskriminantne ose .....	77
23.	Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. microphylla</i> .....	77
24.	Parametri osnovne statistike kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. spicata</i> .....	78
25.	Koeficijenti korelacije kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. spicata</i> .....	79
26.	Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. spicata</i> .....	80
27.	Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. spicata</i> u odnosu na prve dve ose analize glavnih komponenti .....	80
28.	Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. spicata</i> u odnosu na prve dve diskriminantne ose .....	82
29.	Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste <i>M. spicata</i> .....	83
30.	Parametri osnovne statistike kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> .....	84
31.	Koeficijenti korelacije kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> .....	84
32.	Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> .....	85

33.	Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na prve dve ose analize glavnih komponenti .....	86
34.	Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na prve dve diskriminantne ose .....	88
35.	Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> .....	88
36.	Parametri osnovne statistike morfometrijskih karaktera cveta i brakteje vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	99
37.	Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera cveta vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	100
38.	Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera cveta vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na prve dve ose analize glavnih komponenti .....	103
39.	Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera cveta i brakteje vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na prve dve diskriminantne ose .....	109
40.	Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfometrijskih karaktera cveta, bez obzira na funkciju i brakteje vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	109
41.	Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera dvopolnog cveta i brakteje vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na prve dve diskriminantne ose .....	110
42.	Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfometrijskih karaktera dvopolnih cvetova i brakteje vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	110
43.	Parametri osnove statistike morfometrijskih karaktera čašice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	113
44.	Raspon vrednosti dužine zubića i ukupne dužine čašice analiziranih vrsta .....	113
45.	Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera čašice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	113
46.	Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera čašice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	114
47.	Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera čašice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na prve dve diskriminantne ose .....	118
48.	Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfometrijskih karaktera čašice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	118
49.	Parametri osnovne statistike morfometrijskih karaktera krunice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	120
50.	Raspon vrednosti dužine cele krunice i dužine režnjeva analiziranih vrsta .....	120
51.	Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera krunice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	121
52.	Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera krunice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	121
53.	Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera krunice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na prve dve diskriminantne ose .....	125
54.	Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfometrijskih karaktera krunice vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	126
55.	Parametri osnovne statistike morfometrijskih karaktera prašnika vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	127
56.	Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera prašnika vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	128
57.	Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera prašnika vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	128
58.	Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) prosečnih dužina filamenata i antera vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	132
59.	Vrednosti opterećenja prosečne dužine filamenata i antera vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na prve dve diskriminantne ose .....	132
60.	Parametri osnovne statistike plodnika, stubića i žiga vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	134
61.	Raspon vrednosti dužina plodnika, stubića i žiga analiziranih vrsta .....	134
62.	Koeficijenti korelacije dužina plodnika, stubića i žiga vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> ..	135
63.	Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) dužina plodnika, stubića i žiga vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	135
64.	Vrednosti opterećenja dužina plodnika, stubića i žiga vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> u odnosu na dve diskriminantne ose .....	138
65.	Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) dužina plodnika, stubića i žiga vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	138
66.	Rezultati primarne hemijske karakterizacije ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	140
67.	Sadržaj fenolnih kiselina u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	150



68.	Sadržaj flavonoida u uzorcima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	150
69.	Isparljive komponente ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	173
70.	Vrednosti karakterističnih vektora i procenat kumulativne varijabilnosti za prve dve glavne ose PCA; hemijska karakterizacija roda <i>Mentha</i> .....	182
71.	Detektovano prisustvo/odsustvo pojedinih fenolnih kiselina i flavonoida u vodeno-alkoholnim ekstraktima ispitivanih taksona roda <i>Mentha</i> .....	183

## Lista priloga

Tabela 1.	Klasifikacija i rasprostranjenje predstavnika roda <i>Mentha</i> .....	223
Tabela 2.	Podaci o uzorcima korištenim u morfološkim analizama i preliminarnom istraživanju ginodiecizma kod predstavnika roda <i>Mentha</i> .....	227
Tabela 3.	Podaci o uzorcima korištenim u primarnoj, sekundarnoj i tercijarnoj hemijskoj karakterizaciji predstavnika roda <i>Mentha</i> .....	230
Tabela 4.	Jednačine kalibracionih krivi standardnih supstranci .....	235
Tabela 5.	Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuje prvih devet osa analize glavnih komponenti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> (kvantitativni karakteri vegetativnog regiona i cvasti) .....	235
Tabela 6.	Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuje prvih devet osa analize glavnih komponenti vrste <i>M. longifolia</i> (morfometrijski karakteri vegetativnog regiona i cvasti) .....	235
Tabela 7.	Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuje prvih devet osa analize glavnih komponenti vrste <i>M. microphylla</i> (morfometrijski karakteri vegetativnog regiona i cvasti) .....	236
Tabela 8.	Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuje prvih devet osa analize glavnih komponenti vrste <i>M. spicata</i> (morfometrijski karakteri vegetativnog regiona i cvasti) .....	236
Tabela 9.	Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnosti koju opisuje prvih devet osa analize glavnih komponenti varijabilnog para vrsta <i>M. longifolia</i> i <i>M. spicata</i> (morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona) .....	236
Tabela 10.	Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuju prve 23 ose analize glavnih komponenti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> (morfometrijski karakteri generativnog regiona) .....	237
Tabela 11.	Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuju prve četiri ose analize glavnih komponenti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> (morfometrijski karakteri čašice) .....	237
Tabela 12.	Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuje prvih 12 osa analize glavnih komponenti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> (morfometrijski karakteri krunice) .....	238
Tabela 13.	Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuje prvih osam osa analize glavnih komponenti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> (morfometrijski karakteri prašnika) .....	238
Tabela 14.	Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuju prve tri ose analize glavnih komponenti vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> (dužine plodnika, stubića i žiga) .....	238
Tabela 15.	Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cveta) i brakteje vrsta <i>M. longifolia</i> , <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i> .....	239
Tabela 16.	Rezultati primarne hemijske karakterizacije vodeno-alkoholnih ekstrakata uzoraka roda <i>Mentha</i> sa Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije .....	240
Tabela 17.	Rezultati sekundarne hemijske karakterizacije vodeno-alkoholnih ekstrakata uzoraka roda <i>Mentha</i> sa Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije .....	243
Slika 1.	Odabrani hromatogrami vodeno-alkoholnih ekstrakata taksona roda <i>Mentha</i> dobijeni sekundarnom karakterizacijom .....	246

## **Lista skraćenica**

L, ML – *Mentha longifolia*

M, MM – *Mentha microphylla*

S, MS – *Mentha spicata*

d – dvopolan cvet

fz – funkcionalno ženski cvet

Skraćenice su korištene samo na graficima u poglavlju Rezultati i Diskusija.

## 1. UVOD

Porodica usnatica, kao jedna od najvećih porodica skrivenosemenica, oduvek je privlačila pažnju istraživača, pre svega zbog svog hemijskog sastava, brojnih taksonomskih problema, a potom i zbog mnogobrojnih sistema za razmnožavanje koji su se razvili u evoluciji ove grupe. Među više od 220 do sada poznatih rodova porodice Lamiaceae, rod *Mentha* L., bi se danas mogao okarakterisati kao jedan od najbolje istraženih rodova na svetu, barem u pogledu hemijskog sastava i komercijalne primene određenih jedinjenja u kozmetičkoj, prehrambenoj, duvanskoj i farmaceutskoj industriji.

Ljudi oduvek koriste biljke za svoje osnovne potrebe, kao hranu, za proizvodnju odeće i lekova, o čemu svedoče i brojni dokazi, stari po nekoliko hiljada godina (Kumar i Goel, 2019), gde bi jedan od najboljih primera mogao biti i rod *Mentha*. Biljke ovog roda se još od antičkog vremena gaje zbog jedinstvenog ukusa, mirisa i terapijskih svojstava, a tradicionalno se koriste za izolaciju etarskog ulja, kao svež ili suv materijal, samostalno ili u vidu mešavine sa drugim biljkama za pripremu čajeva i pića, kao začini, dodaci hrani, i lekovi za gastrointestinalne, kardiovaskularne, respiratorne ili neurološke probleme, kozmetički proizvodi ili insekticidi (Mamadalieva i sar., 2020). Ono što nanama daje na značaju i omogućava ovako široku primenu jeste visok sadržaj etarskog ulja i fenolnih jedinjenja u vegetativnim i generativnim organima (Lawrence, 2007a, 2007b; Kapp, 2015; Brahmi i sar., 2015, 2017a; Mamadalieva i sar., 2020). Ova jedinjenja su produkti sekundarnog metabolizma, koja imaju pažnju naučne javnosti, jer su prepoznata kao antioksidantni, antiinflamatorni, antifungalni, antibakterijski, antiviralni i insekticidni agensi, ali je potvrđeno da u određenoj meri mogu biti toksični (Richardson, 1992; Hayes i sar., 2007; Soković i sar., 2009; Kumar i sar., 2011; Ahmad i sar., 2012; Brahmi i sar., 2017a; Waller i sar., 2017; Salehi i sar., 2018; Singh i Pandey, 2018; Wińska i sar., 2019; Mamadalieva i sar., 2020).

Smatra se da 80% svetske populacije danas koristi približno 20.000 biljaka u tradicionalnoj medicini i na taj način obezbeđuje alternativne terapijske agense (Dhakad i sar., 2019). Ta potreba za prirodnim produktima i „vraćanju“ biljkama će sve više rasti, jer se dokazi o negativnom dejstvu konvencionalnih lekova po zdravlje ljudi i životnu sredinu konstantno publikuju (Carocho i sar., 2014, 2015). Američka akademija pedijatarata je objavila izveštaj u kome je izneta ozbiljna zabrinutost za dalju upotrebu hemikalija kao aditiva i konzervanasa usled negativnog uticaja na metabolizam čoveka (Trasande i sar., 2018). Dodatno, svedoci smo svakodnevnog zagađenja i nepovratnog narušavanja prirodne ravnoteže planete, pojave novih i nepoznatih bolesti sa epidemijskim ili pandemijskim efektom, koje onemogućavaju dobijanje adekvatne zdravstvene zaštite, ali i menjaju svest ljudi u smeru korišćenja prirodnih i zdravstveno sigurnijih proizvoda. U tom smislu, rod *Mentha* će u budućnosti zasigurno odigrati važnu ulogu, a prvi korak bi mogla biti hemijska karakterizacija slabije istraženih taksona, koja ranije nisu bila predmet naučnih istraživanja. Dodatno, brojni autori navode potencijal ovog roda (Mimica-Dukić i Božin, 2007, 2008; Hawrył i sar., 2016a; Mamadalieva i sar., 2020), što se opravdava činjenicom da postoji jaka korelacija između sadržaja fenolnih jedinjenja i njihovog antioksidativnog kapaciteta (Dorman i sar., 2003; Kanatt i sar., 2007; Stagos i sar., 2012; Brahmi i sar., 2015, 2017a; Hanafy i sar., 2017a, 2017b). Stoga bi se analiza sadržaja i zastupljenosti fenolnih jedinjenja kod predstavnika roda *Mentha* sa Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije mogla smatrati sasvim opravdanom, jer bi dala nove podatke, pre svega o taksonima koji su ređe bili predmet ovakvih istraživanja, ali i posredno mogla da ukaže na

hemijsku varijabilnost i prirodne izvore sekundarnih metabolita roda na istraživanom području, što je i istaknuto u ciljevima disertacije.

Sa razvojem savremenih hromatografskih metoda, etarska ulja i fenolna jedinjenja, nalaze primenu i kao hemotaksonomski markeri u porodici Lamiaceae (Grayer i sar., 2003), odnosno rodu *Mentha* (npr. Handa i sar., 1964; Kokkini i Vokou, 1989; Kokkini, 1991, 1992; Rösch i sar., 2002; Hawrył i sar., 2015). Zbog široke distribucije kod biljaka, varijabilnosti i hemijske stabilnosti, fenolna jedinjenja se smatraju dobrim hemotaksonomskim markerima (Harborne i Turner, 1984). Iako su, kao produkti sekundarnog metabolizma, podložni promenama usled dejstva abiotičkih i biotičkih faktora, što je naglašeno od strane brojnih istraživača (Treutter, 2006; Lawrence, 2007c; Kapp, 2015), neki rezultati ukazuju da prisustvo i zastupljenost određenih sastojaka etarskih ulja i fenolnih jedinjenja može, uz dodatne karaktere (npr. morfološke), dovesti do razdvajanja potporodica, tribusa, rodova (Tundis i sar., 2014), ali i hibrida (Voirin i sar., 1999) i vrsta, ili pak ukazati na hemijsku varijabilnost taksona na nekom istraživanom području (Kokkini i sar., 2001, 2003), što je od velikog značaja za poznavanje ukupne biologije i ekologije bilo kog taksona. Iz tog razloga, analize zastupljenosti odabranih fenolnih jedinjenja i isparljivih komponenti etarskih ulja roda *Mentha* na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije, regionima koji prethodno nisu obuhvaćeni ovakvim analizama, mogle bi biti korisne za sagledavanje opšte hemijske varijabilnosti i potencijalne primene u hemotaksonomiji, što je i definisano u okviru ciljeva istraživanja.

Rod *Mentha* je taksonomski izuzetno kompleksan, a posebno je komplikovana identifikacija u okviru tipske sekcije, zbog visoke fenotipske plastičnosti, gajenja, različitog broja hromozoma i nivoa ploidnosti, hibridizacije, veoma uspešnog vegetativnog razmnožavanja (Harley, 1972; Harley i Brighton, 1977; Tucker i Naczi, 2007) i pojave muške sterilnosti u cvetovima. Kao posledica međusobnog, ali i povratnog ukrštanja formiraju se prelazni (tranzicioni) oblici u kontaktnim zonama, koji otežavaju definisanje opsega varijabilnosti pojedinih taksona. Dodatno, smatra se da je situacija u okviru grupe *Spicata* na Balkanskom poluostrvu veoma nejasna i da zahteva detaljniju analizu (Harley, 1972). Sa tim u vezi, primena i eventualno kombinovanje morfoloških i hemijskih karaktera taksona, koji su često uključivani u grupu *Spicata*, bi potencijalno mogla da dovede do razgraničenja međusobno sličnih taksona, razjašnjenja njihovih međusobnih odnosa, definisanja taksonomski značajnih karaktera i otkrića novih oblika varijabilnosti, što je uobičajeno u ciljeve disertacije.

Na kraju, ono što karakteriše i omogućava reproduktivni uspeh polovine predstavnika porodice Lamiaceae, oduvek je fasciniralo naučnike (Owens i Ubera-Jiménez, 1992; Rivkin i sar., 2016), ali i zasigurno dovelo do nepotrebnog opisivanja novih taksona i time uvelo zabunu u nomenklaturu, taksonomiju i sistematiku, jesu sistemi polnog razmnožavanja, kao npr. ginodioecizam. Ovaj model je tipičan za rod *Mentha* (Hedge, 1992; Drew i Sytsma, 2012) i podrazumeva redukciju, nepotpuno razvijanje i sterilnost prašnika u cvetovima određenog dela jedinki u populacijama, odnosno, koegzistenciju funkcionalno ženskih sa hermafroditnim jedinkama, čiji su cvetovi uobičajeno građeni i dvopolni (Owens i Ubera-Jiménez, 1992; Bailey i Delph, 2007; Rivkin i sar., 2016). Iako se prilikom opisa roda u različitim radovima uvek navodi postojanje ovog mehanizma (Harley, 1972; Hedge, 1992; Tucker i Naczi, 2007), retko je ta pojava analizirana (Voronkova i sar., 2013, 2014), a na području Balkanskog poluostrva i u južnom delu Panonske nizije nije nikada. Posledično, analiza pojave i učestalosti, ali i razlika između funkcionalno ženskih i dvopolnih cvetova u populacijama taksona roda *Mentha* na navedenom području obezbedila bi potpuno nove kvantitativne podatke o reproduktivnim parametrima prirodnih populacija, što je definisano u ciljevima disertacije.

## 2. OPŠTI DEO

### 2.1 Porodica Lamiaceae Martinov (= Labiatae Adans.)

Prema poslednjoj globalnoj, sveobuhvatnoj i od strane botaničara široko prihvaćenoj studiji, porodica Lamiaceae broji više od 7.000 vrsta, svrstanih u preko 220 rodova, odnosno sedam podfamilija (Ajugoideae Kostel., Lamioideae Harley, Nepetoideae (Dumort.) Luer, Prostantheroideae Luer, Scutellarioideae (Dumort.) Caruel, Symphorematoideae Briq. i Viticoideae Briq.), dok je deset rodova označeno kao *incertae sedis*<sup>1</sup> (*Acrymia* Prain, *Callicarpa* L., *Cymaria* Benth., *Garrettia* H.R. Fletcher, *Holocheila* (Kudô) S. Chow, *Hymenopyramis* Wall. ex Griff, *Ombrocharis* Had.–Mazz., *Peronema* Jack, *Petraeovitex* Oliv., *Tectona* L.f.) i njihov status i položaj nisu bili jasno definisani (Harley i sar., 2004).

Nakon prethodno navedene studije nizala su se brojna istraživanja, čijim rezultatima je klasifikacija porodice dopunjavana, menjana i unapređena, molekularnim istraživanjima potvrđeno je monofiletsko poreklo pet izdvojenih potporodica (Ajugoideae, Lamioideae, Nepetoideae, Prostantheroideae i Scutellarioideae), a odnosi među rodovima su u manjoj ili većoj meri rasvetljeni (Li i sar., 2016). Međutim, zbog postojanja deset rodova nerazjašnjenog statusa i položaja, kao i nedovoljno jasnog monofiletskog porekla dve potporodice (Symphorematoideae i Viticoideae), Li i sar. (2016) su sproveli filogenetsku studiju koja predstavlja najobuhvatnije i najdetaljnije istraživanje porodice Lamiaceae do danas, jer su uzorkom obuhvatili predstavnike svake potporodice, tribusa i svih deset rodova nejasnog taksonomskog statusa, a istovremeno su povećali uzorak taksona tropskog i subtropskog rasprostranjenja. Primenom pet regiona hloroplastne DNK predložena je nova filogenetska podela porodice Lamiaceae, koja je zapravo baza za dalju reviziju i rekonstrukciju njene dosadašnje klasifikacije, a podrazumeva postojanje 12 visoko podržanih primarnih klada koje čine „kičmu“ porodice. Na osnovu rezultata, opisane su tri nove potporodice (Cymarioideae B. Li, Olmstead & P.D. Cantino, Peronematoideae B. Li, Olmstead & P.D. Cantino i Premnoideae Li, Olmstead & P.D. Cantino), dok su ostale tradicionalno priznate potporodice (Ajugoideae, Lamioideae, Nepetoideae, Prostantheroideae, Scutellarioideae, Symphorematoideae i Viticoideae) reorganizovane na osnovu istraživanja iz prethodne decenije, a samo dva roda (*Callicarpa* i *Tectona*) od deset, koji su bili označeni kao *incertae sedis*, nisu mogla biti uvrštena ni u jednu izdvojenju potporodicu (Li i sar., 2016).

Porodica Lamiaceae je kosmopolitskog rasprostranjenja, karakteriše se značajnim morfološkim diverzitetom, uključuje zeljaste, žbunaste i drvenaste forme, kao i liane (Li i sar., 2016), zbog čega zasigurno privlači botaničare različitih disciplina (Hedge, 1992). Generalno gledano, od ostalih porodica se izdvaja kombinacijom karakera kao što su: naspramno postavljeni listovi, slabije ili jače bilateralno simetrični cvetovi sa četiri prašnika i plodnici građeni od dva spojena oplodna listića (karpele), od kojih je svaki podeljen na dve jednosemene komore. Od morfološki veoma slične, nekada sestrinske, ali danas filogenetski jasno odvojene porodice Verbenaceae razdvaja se u odnosu na mesto kačenja semenih zametaka u plodniku (Li i sar., 2016).

Smatra se porodicom cvetnica koja je na visokom stepenu evolutivnog razvoja, barem sa aspekta strukture cveta. Dodatno, u okviru porodice postoji vrlo jasan trend redukcije veličine cvetova u kombinaciji sa gotovo aktinomorfnom simetrijom i povećanjem broja cvetova u pršljenastim (verticilatnim) cvastima, koje su često grupisane u terminalne klasove ili glavice, gde kao se kao tipičan primer može uzeti rod *Mentha*. Takođe, fenomeni koji se uobičajeno javljaju su

---

<sup>1</sup> lat. *incertae sedis* su taksoni kojima se ne može sa sigurnošću dodeliti jasan taksonomski položaj;

protandrija<sup>2</sup>, kleistogamija<sup>3</sup> i ginodiecizam<sup>4</sup> (ginomonoecizam<sup>5</sup> ređe, ali se beleži kod roda *Mentha*), pri čemu nekada i polovina jedinki u populaciji može imati cvetove koji su funkcionalno ženski, odnosno čiji su prašnici potpuno redukovani ili nisu fertilni (Hedge, 1992).

## 2.2 Potporodica Nepetoideae (Dumort.) Luerssen

Uključujući gotovo polovinu rodova i vrsta čitave porodice Lamiaceae, potporodica Nepetoideae predstavlja njenu najveću grupu. Danas, ova grupa obuhvata 118 rodova i oko 3.400 vrsta, široko rasprostranjenih u tropskim i umerenim regionima obe hemisfere, ali i nekoliko nativnih vrsta na području Australije i Novog Zelanda (Li i sar., 2016). U okviru potporodice definisana su tri tribusa – Elsholtzieae R.W. Sanders, Mentheae L. i Ocimeae Dumort. (Harley i sar., 2004) čije je monofiletsko poreklo jasno (Paton i sar., 2004; Bräuchler i sar., 2008, 2010; Drew i Sytsma, 2012; Chen i sar., 2016), ali ne i međusobni odnosi rodova unutar njih, koji su i dalje predmet istraživanja. Najverovatnije sinapomorfne karakteristike koje odlikuju ovu potporodicu su heksakolpatna i troćelijska polenova zrna, „*investing*“ embrioni<sup>6</sup>, miksokarpija, ginobazični stubić i prisustvo ruzmarinske kiseline (Cantino i Sanders, 1986; Ertman, 1945; Harley i sar., 2004; Ryding, 1992, Cantino, 1992; Wundrelich, 1967).

## 2.3 Tribus Mentheae

Ovaj tribus obuhvata gotovo polovinu vrsta iz potporodice Nepetoideae. Uglavnom su to biljke koje se koriste u medicini, farmaciji, kozmetici, ili kao začini, te samim tim predstavnici ove grupe imaju veliki ekonomski značaj (Moon i sar., 2010). S obzirom na distribuciju, građu i oblik cveta, sistem razmnožavanja i generalno habitus, tribus Mentheae pokazuje vrlo visok stepen raznovrsnosti. Predstavnici su gotovo kosmopolitskog rasprostranjenja, imaju cvetove različitog spektra boja, čija veličina varira od nekoliko milimetara do nekoliko centimetara, a interesantno je da je tokom evolucije dolazilo do tranzicije u broju prašnika između četiri i dva. Mediteranski region je označen kao centar porekla, koji danas predstavlja i centar diverziteta, odakle su se predstavnici tribusa u više navrata širili, verovatno putem kopnenih mostova, usled postojanja orašica (merikarpijuma), čije rasejavanje je veoma ograničeno ukoliko postoji kopnena ili vodena barijera (Drew i Sytsma, 2012).

## 2.4 Rod *Mentha* L. – ime, opšte karakteristike, rasprostranjenje i ekologija

Ime roda *Mentha* vodi poreklo iz klasične grčke mitologije, tj. iz reči *Minthê* (grč. Μίνθη ili Μένθη). Prema jednom od brojnih tumačenja, Minte je bila nimfa, koja je živela na reci Kokitus u podzemnom svetu, a u koju je bog podzemnog sveta Had bio zaljubljen. Ipak, saznajući za to,

---

<sup>2</sup> **protandrija** je primarni oblik hermafroditnih sistema u kojima se najpre formiraju ili prvi sazrevaju muški reproduktivni organi (prašnici, antere, polen), a tek nakon toga ženski (tučak), u cilju izbegavanja samooplodnje;

<sup>3</sup> **kleistogamija** je pojava koja podrazumeva postojanje dva tipa cvetova na jednoj biljci: prvi su normalni, veliki, otvoreni i sposobni za stranooplodnju, dok su drugi sitni, neupadljivi, zatvoreni i samooplodni, ali često proizvode veći broj plodova u odnosu na prve;

<sup>4</sup> **ginodiecizam** je stanje kada u okviru iste vrste postoje jedinke koje imaju normalne, hermafroditne cvetove, gde su razvijeni prašnici i tučak (eng. *perfect flowers*) i jedinke u čijim cvetovima se razvija samo tučak, te se mogu zvati funkcionalno ženskim (eng. *pistilate flowers*);

<sup>5</sup> **ginomonoecizam** je stanje kada u okviru jedne vrste postoje jedinke koje imaju samo funkcionalno ženske cvetove i jedinke koje imaju dva tipa cvetova: funkcionalni ženski i hermafroditni, normalni cvetovi;

<sup>6</sup> engl. **investing embrion** je onaj koji je uspravan, osovinskog položaja, a oko koga su debeli, preklapajući kotiledoni koji zatvaraju slabo razvijen hipokotil;

Hadova žena Persefona ju je proklela i pretvorila u prah, ali je Had doveo do toga da iz praha izraste mirisna biljka (Rosengarten, 1969).

Od ostalih blisko srodnih i morfološki sličnih rodova, rod *Mentha* se izdvaja setom karaktera: u cvetu postoje manje ili više jednaka četiri prašnika sa golim filamentima i anterama čije su teke paralelno postavljene, čašica je manje ili više aktinomorna, sa četiri do pet režnjeva, krunica je blago dvousnata, a orašice blago elipsoidne sa okruglastim vrhom (Tucker i Naczi, 2007). Osim toga, predstavnici roda su višegodišnje (retko jednogodišnje) zeljaste biljke, sa često veoma dobro razvijenim sistemom rizoma i stolona, prijatnog ili vrlo neprijatnog mirisa. Cvetovi su dvopolni ili funkcionalno ženski, obično u gustim pršljenastim cvastima, koje često formiraju klasoliku ili glavičastu cvast na vrhu izdanka (Harley, 1972). Prethodno je navedeno da se rod *Mentha* uzima kao tipičan primer evolutivnih trendova (smanjenje veličine cveta uz pojačavanje aktinomorfne simetrije i povećanje broja cvetova) i fenomena (protandrija, kleistogamija, ginodiecizam, ginomonoecizam), karakterističnih za porodicu Lamiaceae (Hedge, 1992).

Ako uzmemo u obzir nativne, introdukovane i gajene oblike roda, možemo reći da je rod kosmopolitski (Kew Science, 2020) i da ne postoji mesto na svetu gde ne raste ili se ne gaji neki takson roda *Mentha*. Međutim, Thorne (1972) je ranije istakao da rod *Mentha* ima afričko-evroazijsko-australijsko rasprostranjenje. Ipak, analizirajući podatke nativnih i endemičnih taksona Vinig i sar. (2020) su dobili nešto drugačije rezultate. Naime, najveći diverzitet roda je na području zapadne Evrope, dok se značajan broj endemičnih vrsta javlja na istoku i zapadu Severne Amerike, Azije, južne Australije i Tasmanije. Iako podaci o introdukovanim, naturalizovanim i gajenim taksonima nisu uzeti u obzir, rod je sigurno prisutan širom planete zahvaljujući veoma lakom širenju pomoću semena ili klonalnih propagula (rizomima i reznicama), kao i opstajanju u nepovoljnim i surovim klimatskim uslovima (Vinig i sar., 2020). Posmatrajući preferenciju ka određenom tipu staništa, taksoni uglavnom naseljavaju veoma do umereno vlažna staništa, osim *M. micrantha* koja preferira kserotermna staništa (Harley, 1972; Tucker i Naczi, 2007).

## 2.5 Rod *Mentha* L. – klasifikacija, problemi i koncept

Rod *Mentha* spada u porodicu Lamiaceae, potporodicu Nepethoideae, tribus Mentheae i subtribus Menthinae, a njegov položaj u sistemu klasifikacije gotovo nikada nije dovođen u pitanje (Cantino i sar., 1992; Tucker i Naczi, 2007), za razliku od porekla, broja taksona i njihovih odnosa. Od početka upotrebe binominalne nomenklature objavljeno je više od 3.000 imena u okviru ovog roda, što je zasigurno dovelo do nejasne i komplikovane nomenklature, taksonomije i sistematike. Kao mera taksonomskog diverziteta roda može poslužiti *Global Biodiversity Information Facility network* (GBIF) koja obuhvata više od 740.000 podataka o lokalitetima 454 taksona ovog roda širom sveta (GBIF, 2020), a jasan znak da i dalje postoje problemi na polju taksonomije i sistematike roda jesu podaci sa *The Plant List* gde postoji ukupno 2.517 navedenih imena roda, od kojih su 2.213 označeni kao sinonimi, jedno ime se pogrešno koristi, 56 imena ima prihvaćen status, a 247 taksona je nerešenog statusa (The Plant List, 2013).

Definisanje porekla roda, njegova podela na sekcije i/ili grupe, ali i konačan broj vrsta su otežani, zbog vrlo česte interspecijske hibridizacije verovatno olakšane pojavom ginodieckih biljaka, te dugo ovi problemi predstavljaju izazove za botaničare u svakom pogledu. Sama taksonomija i nomenklatura, ali i infraspecijska varijabilnost su dodatno zakomplikovane usled izraženog morfološkog polimorfizma, citomiksisa<sup>7</sup>, česte poliploidije i aneupoliploidije,

---

<sup>7</sup> **citomiksisis** je fenomen koji podrazumeva migraciju hromatina/hromozoma iz jedne ćelije u drugu, kroz citomiktične kanale u ćelijama vegetativnog tkiva antera tokom mikrosporogeneze; može značajno uticati na



varijabilnog osnovnog broja hromozoma, gajenja, granatih stolona i rizoma, a time i čestog vegetativnog razmnožavanja (Harley i Brighton, 1977; Tucker i sar., 1980; Gobert i sar., 2002; Tyagi, 2003; Tucker i Chambers, 2002; Tucker i Naczi, 2007; Jabeen i sar., 2012). Populacije se često sastoje od jednog do nekoliko genotipova, sa velikim brojem individua. Interspecijski hibridi se pojavljuju često kako u samoniklim, tako i gajenim populacijama, i mogu nekada proizvoditi fertilna semena, što dovodi do nastanka vrlo kompleksnih hibridogenih populacija, koje na staništu mogu veoma uspešno ulaziti u kompeticiju sa roditeljskim taksonima (Harley i Brighton, 1977).

Prvenstveno za farmaceutsko-ekonomske potrebe, a potom i za potrebe fundamentalnih istraživanja, brojni autori su primenom multi-lokusnih dominantnih markera kao što je RAPD (eng. *Random Amplification of Polymorphic DNA*; srp. slučajno umnožena polimorfna DNK), AFLP (eng. *Amplified Fragment Length Polymorphisms*; srp. polimorfizam dužine amplificiranih fragmenata), ISSR (eng. *Inter Simple Sequence Repeats*; srp. međumikrosatelitski ponovljeni fragmenti), kao i pomoću polimorfizma gena za enzim limonen sintaza, pokušavali da utvrde diverzitet, pripadnost, međusobne odnose u rodu, poreklo hibrida i da okarakterišu gajene oblike (Khanuja i sar., 2000; Fenwick i Ward, 2001; Gobert i sar., 2002; Shasany i sar., 2002; Shiran i sar., 2004; Vining i sar., 2005; Smolik i sar., 2007; Jabeen i sar., 2012; Wang i sar., 2013; Sabboura i sar., 2016; Jedrzejczyk i Rewers, 2018; Choupani i sar., 2019). Od svih prethodno navedenih studija izdvaja se ona sprovedena od strane Jedrzejczyk i Rewers (2018), koja je obuhvatila 18 vrsta. Autori su analizom veličine genoma pokazali da taksoni roda *Mentha* imaju veoma male ili male genome, da se primenom 17 ISSR markera mogu jasno odvojiti vrste, pa i različiti citotipovi, što ukazuje na aneu- i poliploidiju, ali i da se uspešno mogu razdvojiti i različiti gajeni oblici.

Hibridno poreklo mnogih taksona roda je potvrđeno od strane Khanuja i sar. (2000), Tucker i Chambers (2002), Smolik i sar. (2007), Rahimmalek (2011) i Kumar i sar. (2015). SCoT markeri (eng. *Start Codon Targeted Polymorphism*; srp. specijes-specifični start kodon markeri) su razvijeni i korišteni za analizu genetičkog diverziteta 12 uzorka četiri vrste roda *Mentha* (Khanm i sar., 2017). Nekoliko kodominantnih SSR sekvenci (eng. *Simple Sequence Repeats*; srp. ponavljauće jednostavne sekvence) je dostupno, koji omogućavaju lako i brzo razdvajanje vrsta roda *Mentha* (Kumar i sar., 2015; Vining i sar., 2019, 2020), dok SNP markeri (eng. *Single Nucleotide Polymorphisms*; srp. jednonukleotindi polimorfni markeri) još nisu zabeleženi u rodu *Mentha*.

Primenom AFLP markera delimično su rasvetljeni genetički i filogenetski odnosi među vrstama i sekcijama, kao i hibridizacioni procesi (Gobert i sar. 2002). S tim u vezi, monofiletsko poreklo roda je više puta osporavano, jer su pojedini taksoni roda *Mentha* često ubrajani u blisko srodne rodove. Međutim, Bunsawat i sar. (2004) su na osnovu rezultata sekvenci hloroplastne DNK pokazali da je rod visoko podržan kao monofiletski, uključujući vrstu *M. cervina* L., koja je često ubrajana u rodove *Preslia* Opiz ili *Pulegium* Mill., kao i vrstu *M. cunninghamii* (Benth.) Benth., koja je dovođena u vezu sa rodom *Micromeria* Benth. Kasnije su Tucker i Naczi (2007), na osnovu 27 morfoloških, karioloških i hemijskih karaktera pokazali da je rod visoko podržan kao monofiletski, ali su ipak vrstu *M. cunninghamii* (Benth.) Benth. svrstali u rod *Micromeria*.

Infragenerička klasifikacija roda je pretrpela značajne transformacije, pre svega u zavisnosti od veličine uzorka, ali i korištenih karaktera i interpretacije istih, te je rod bio deljen

---

evoluciju biljaka, jer dovodi do produkcije neredukovanih gameta (polena) ili gameta čiji broj hromozoma varira, te tako utiče na nastanak aneuploida i poliploida (Tyagi, 2003);

na četiri do šest većih grupa. Izdvojivši dva podroda, četiri sekcije i sedam podsekcija, Briquet (1897) je napravio najdetaljniju poddelu. Nakon toga, za potrebe izrade dela *Flora Europaea*, Harley (1972) rod deli na četiri sekcije (sect. *Audibertia* (Benth.) Briq., sect. *Mentha* L., sect. *Pulegium* (Mill.) DC. i *Preslia* (Opiz) Harley, dok su Harley i Brighton (1977) na te četiri, dodali još jednu sekciju (sect. *Eriodontes* (Benth.) Harley). Na kraju, multidisciplinarnim pristupom, odnosno primenom velikog broja različitih karakera, Tucker i Naczi (2007) su redefinisali rod i u njega uključili 11 hibrida, kao i 18 vrsta i 31 infraspecijski oblik, koje su pri tome organizovali u četiri sekcije: *Pulegium* (Mill.) Lam. & DC., *Tubulosae* (Briq.) Tucker, *Eriodontes* Benth. in DC. i *Mentha*. Za razliku od nešto konzervativnijeg pogleda koji su izneli Tucker i Naczi (2007), *The Plant of the World's database* u okviru roda *Mentha* ubraja 39 taksona, od čega 24 vrste i 15 hibrida (Kew Science, 2020), a GRIN-Global (2020) nešto manje, tj. 20 vrsta.

U okviru sekcije *Tubulosae* prisutne su dve vrste ograničene na područje Australije i Tasmanije, a sekcija *Eriodontes* ima disjunktno evropsko-australijsko rasprostranjenje i broji pet vrsta, koje se ne nalaze na Balkanskom poluostrvu niti u Panonskoj niziji. Sekcija *Pulegium* obuhvata tri vrste: *M. grandiflora* Benth., *M. pulegium* L. i *M. requienii* Benth., koje imaju potpuno različitu distribuciju, pri čemu *M. pulegium* predstavlja jedinu vrstu sekcije koja je rasprostranjena na Balkanskom poluostrvu i Panonskoj niziji. Tipična sekcija roda je najkompleksnija, vrstama najbrojnija i obuhvata uglavnom one koje su rasprostranjene na severnoj polulopti: *M. aquatica* L. (u čitavoj Evropi, sem krajnjeg severa), *M. arvensis* L. (u Evropi, osim na ostrvima), *M. canadensis* L. (amfipoliploid između *M. arvensis* i *M. longifolia* (L.) L. rasprostranjen u severnoj Americi i istočnoj Aziji), *M. dahurica* Fisch. ex Benth. (beleži se od istočnog Sibira do južne Kine i u Japanu), *M. japonica* (Miq.) Makino (u Japanu), *M. longifolia* (od zapadne Evrope do Indije i južne Afrike) i *M. suaveolens* Ehrh. (često gajena i naturalizovana u velikom delu Evrope, sa oblicima koji naseljavaju područje od zapadne do istočne Evrope, kao i ostrva zapadnog Mediterana, a pojedini oblici navode se za Maroko (Harley, 1972; Tucker i Naczi, 2007). Pored toga, tipska sekcija uključuje *M. spicata* L. (često gajena, naturalizovana u većem delu Evrope) i *M. microphylla* K. Koch (rasprostranjena na Apeninskom i Balkanskom poluostrvu) (Harley, 1972; Harley i Brighton, 1977), koja je prema Tucker i Naczi (2007) uvrštena u vidu sinonima u okviru podvrste *M. spicata* subsp. *condensata* (Briq.) Greuter & Burdet.

Kao jedan od ozbiljnih uzroka nomenklturnih, taksonomskih i sistematskih problema u rodu *Mentha* može se izdvojiti i njen neobičan model razmnožavanja, tj. ginodioecija. Ginodioecija je tip polnog razmnožavanja u kome funkcionalno ženske jedinke (sa redukovanim, nerazvijenim ili sterilnim prašnicima u cvetovima) koegzistiraju sa hermafroditnim jedinkama (sa normalnim, dvopolnim cvetovima) u populaciji, pri čemu vrlo često mogu postojati i prelazni oblici, gde se na istoj jedinki javljaju dvopolni i funkcionalno ženski cvetovi, odnosno ginomonoecizam. Ginodioecija je reproduktivni mehanizam koji se javlja kod manje od 10% skrivenosemenica, ali je zabeležen kod više od 50% predstavnika porodice Lamiaceae (Owens i Uberta-Jiménez, 1992), pa i u rodu *Mentha* (Drew i Sytsma, 2012). Smatra se labilnim mehanizmom i verovatno predstavlja korak od hermafroditnih do dieckih biljaka. Karakteriše se, pre svega, razlikama u dimenzijama delova cveta (Stakelienė i Ložienė, 2013), količini semena koje različiti tipovi cvetova proizvode (Hong i Moon, 2003) i verovatno je jedan od uzroka reproduktivnog uspeha porodice Lamiaceae. Determinacija pola je, osim kompleksom genetičkih faktora, uslovljena i ekološkim faktorima, a pokazano je da kvalitet staništa može uticati na različito učešće i preživljavanje funkcionalno ženskih i hermafroditnih jedinki, pri čemu se funkcionalno ženske češće javljaju na staništima lošijeg kvaliteta ili staništima čija je ravnoteža narušena (Stakelienė i Ložienė, 2013). Za razliku od drugih rodova porodice Lamiaceae (npr. *Glechoma* L., *Lycopus* L., *Origanum* L., *Thymus* L. i

*Salvia* L.) kod kojih je ginodiecizam relativno dobro genetički i morfološki dokumentovan (Hong i Moon, 2003; Jang i Hong, 2015; Looy i sar., 2011; Manicacci i sar., 1998; Stakeliené i Ložiené, 2013; Zhang i sar., 2008a, 2008b, 2019), u rodu *Mentha* nije bilo detaljnijih studija ovog fenomena, osim na vrstama *M. arvensis* (Voronkova i sar., 2013) i *M. canadensis* (Voronkova i sar., 2014), uz skorašnje istraživanje od strane Yaghini i sar. (2020).

Na području Balkanskog poluostrva rod *Mentha* je intenzivno istraživani sa različitih aspekata botanike i srodnih nauka, upotrebom različitih karakteristika, od genetičkih, preko morfoloških do anatomskih, a najviše primenom biohemijskih metoda u cilju određivanja kvalitativnog i kvantitativnog sastava etarskog ulja i fenolnih jedinjenja. Ipak, i pored velikog broja studija, broj taksona, njihov sistematski položaj i međusobni odnosi nisu jasni, a rezultati hemijskih analiza su veoma različiti. Takođe, često su zanemarivani taksoni hibridnog porekla, kao i vrsta *M. pulegium*, koja se vrlo lako razlikuje od ostalih vrsta ovog roda.

Vrsta *M. pulegium* je veoma varijabilna u odnosu na karakteristike habitusa, oblika listova, izgleda indumentuma, kao i broja hromozoma, usled čega je opisano nekoliko varijeteta (Harley, 1972; Harley i Brighton, 1977) koji se danas uglavnom tretiraju kao sinonimi. Javlja se na vlažnim mestima i pored puteva u južnoj, zapadnoj i centralnoj Evropi, na severu do Irske i centralne Poljske, a na istoku do zapadne i južne Ukrajine (Harley, 1972; Tucker i Naczi, 2007). Nikada ne hibridizuje sa ostalim predstavnicima roda, od kojih se veoma lako razlikuje zbog čega je u istoriji nekoliko puta bila izdvojena u zaseban rod *Pulegium* Mill. 1754. Imajući u vidu relativno veliki areal vrste, kao i različita staništa koja naseljava, postoji mogućnost zanemarivanja određenih morfoloških oblika koji postoje u prirodi. *M. pulegium* je relativno dobro istražena vrsta, pre svega u hemijskom pogledu, odnosno kvalitativnom i kvantitativnom sastavu fenolnih jedinjenja (CITAT), ali u postojećim studijama nisu definisani obrasci varijabilnosti, niti je prikazana biologija razmnožavanja.

Najveći problem na Balkanskom poluostrvu i okolini zapravo predstavljaju taksoni *M. longifolia*, *M. spicata*, *M. suaveolens* i *M. microphylla*, odnosno grupa taksona koju je Briquet (1896) izdvojio kao sect. *Spicatae* Briq. Smatra se da se razlikuju prema tipu dlaka i obliku listova, kao i da se međusobno isključuju u visinskom zoniranju. Od ostalih iz navedene grupe vrsta koje imaju mehanički indumentum sačinjen od kombinacije bičastih negranatih i razgranatih dlaka, *M. longifolia* se odvaja po gustom indumentumu građenom pretežno od bičastih negranatih dlaka i naseljavanju alpsko-montanog pojasa. Vrsta *M. spicata* je najčešće gajena, uključuje gole i dlakave oblike, *M. microphylla* zauzima niži brdski pojas, dok je *M. suaveolens* jedina sa zaobljenim listovima i prisutna je u brdskom pojasu (Harley i Brighton, 1977; Jančić, 1984a).

Generalno, navodi se da je *M. longifolia* ekstremno varijabilna vrsta u pogledu visine stabla, veličine i oblika listova, indumentuma, cvasti, čije su varijabilnost i identifikacija dodatno iskomplikovane čestom hibridizacijom sa drugim vrstama iz sekcije *Mentha*. Predstavlja dolinsko-montanu vrstu koja pokazuje širok spektar morfološke varijabilnosti, te je posledično i različito tretirana od strane brojnih taksonoma. Smatra se da postoji klinalna varijabilnost morfoloških karaktera od zapada ka istoku Evrope (Harley, 1972), što je bilo iskorišćeno za trenutno rešenje problema ovog taksona. Sa tim u vezi, Tucker i Naczi (2007) su podelili ovu vrstu na 22 podvrste, od kojih bi sledećih sedam prema navedenoj distribuciji moglo biti prisutno na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije: *M. longifolia* subsp. *longifolia*, *M. longifolia* subsp. *erminea* Briq., *M. longifolia* subsp. *grisella* Briq., *M. longifolia* subsp. *diabolina* Briq., *M. longifolia* subsp. *mollis* (Rochel) Briq., *M. longifolia* subsp. *minutiflora* (Borbás) Briq. i *M. longifolia* subsp. *typhoides* (Briq.) Harley. Ovakva interpretacija vrste nije poznata u postojećim florama zemalja Balkanskog poluostrva i Panonske nizije, ali se može naći sličnost sa ranijom Briquetovom podelom i shvatanjem ove vrste (Briquet, 1896). Postavlja se pitanje koje od navedenih

podvrsta su zaista prisutne na istraživanom području i koji bi morfološki karakteri doprineli njihovom jasnom razdvajanju.

Dodatno, pokazano je da je *M. spicata* amfipoliploid, nastao ukrštanjem *M. longifolia* i *M. suaveolens* (Harley i Brighton, 1977; Kokkini i Papageorgiou, 1982; Gobert i sar., 2002) u okviru koje Tucker i Naczi (2007) izdvajaju dva varijeteta koja se mogu naći u kulturi (var. *crispata* (Schrad.) Schinz & Thellung. i var. *undulata* (Willd.) Lebeau, uz dve podvrste – tipičnu *M. spicata* subsp. *spicata* i *M. spicata* L. subsp. *condensata* (Briq.) Greuter & Burdet, pri čemu se *M. microphylla* K. Koch., navodi kao sinonim poslednje, a ranije je izdvajana na nivou vrste (Harley, 1972; Harley i Brighton, 1977). Velika varijabilnost *M. spicata*, naturalizacija u Evropi, postojanje golih i oblika sa razvijenim mehaničkim indumentumom, čine je vrlo kompleksnom, a još uvek njen status, kao i realan broj infraspecijskih taksona i njihovi odnosi nisu jasni.

S jedne strane, postoje navodi o delimičnom preklapanju areala, ali i o međusobnom isključivanju u horizontalnom i vertikalnom zoniranju vrsta *M. longifolia*, *M. suaveolens*, *M. spicata* i *M. microphylla* na Balkanu. Pri tome se *M. longifolia* smatra montanom vrstom, koja se može javiti i na nižim nadmorskim visinama pored velikih reka, dok *M. spicata* formira velike populacije u nizijskim područjima Balkana, ali se može javiti i na većim nadmorskim visinama. *M. suaveolens* je odsutna sa većeg dela Balkanskog poluostrva (javlja se samo u Grčkoj), a u nizijskim predelima van njenih granica je zamenjuje tetraploid *M. microphylla*, koja je prema habitusu negde između *M. longifolia* i *M. suaveolens*, iako više liči na ovu drugu. Zbog svega navedenog, kao i usled nepostojanje tipskog primerka *M. microphylla* identifikacija pomenutih taksona na Balkanskom poluostrvu, a pre svega u ravničarskim predelima je veoma kompleksna. Kao jedan od najizrazitijih problema u odabiru pristupa identifikaciji (=odabiru ogovarajućeg ključa) stoji činjenica da se u prirodi susreću populacije koje se teško mogu ili uopšte ne mogu jasno morfološki determinisati (Harley, 1972; Harley i Brighton, 1977). Analizirajući morfološku varijabilnosti nana na području Srbije Jančić (1984a) izdvaja oblik lista, stepen dlakavosti lista, oblik cvasti i veličinu čašice kao važne karaktere za ispitivanje polimorfnosti *M. longifolia*, dok navodi samo tip dlakavosti lista kao važan karakter u taksonomiji *M. spicata*.

Činjenica je da ne postoji jedinstveno shvatanje roda na području obuhvaćenim istraživanjem, kao i da nijedna od postojećih podela ne može u celini biti primenjena na veoma raznovrsnom području kakvo je Balkansko poluostrvo sa južnim delom Panonske nizije. Stoga je odlučeno da u ovoj disertaciji, rod *Mentha* bude shvaćen na osnovu parcijalnih elemenata postojećih tumačenja roda. Uzimajući u obzir samo taksone koji su obuhvaćeni morfološkim istraživanjima, prihvaćeno je tradicionalno shvatanje roda *Mentha*, tj. postojanje grupe *Spicata*, koja obuhvata četiri dobro definisane vrste: *M. longifolia*, *M. microphylla*, *M. spicata* i *M. suaveolens* (Harley, 1972; Harley i Brighton, 1977). Međutim, u tradicionalnoj podeli se navodi postojanje velike varijabilnosti u okviru *M. longifolia*, ali bez jasno izdvojenih oblika, osim ukazivanja na postojanje *M. longifolia* subsp. *grissella*. Terenskim istraživanjima, zabeleženo je postojanje veoma raznovrsnih oblika u okviru *M. longifolia*, koje ne mogu biti zanemarene. Pregledom regionalnih flora (Guşuleac, 1960; Soó, 1968; Harley, 1974; Janković, 1974; Jávorka i Csapody, 1975; Harley i Kuzmanov, 1989) utvrđeno je da je broj infraspecijskih oblika opisan u okviru ove vrste izuzetno veliki i da obuhvata taksone od nivoa forme, preko varijeteta do podvrste i da je nemoguće uzeti ih sve u razmatranje. S tim u vezi, prihvaćeno je shvatanje vrste *M. longifolia* predloženo od strane Tucker i Naczi (2007), koji su dali pregled potencijalne varijabilnosti ove vrste, uključivši većinu ranije opisanih oblika na nivo podvrste, ali bez jasnih karaktera i ključa za njihovu identifikaciju.

## 2.6 Sekcija *Pulegium* (Mill.) Lam. & DC. – opšte karakteristike

Stablo ovih biljaka je uglavnom položeno, bez stolona i puže po podlozi, a grane koje nose cvasti su uspravljene tokom cvetanja. Listovi su jajasti ili gotovo okrugli, pri bazi klinasti, a na vrhu tupi, zaobljeni, celog do oštro testerasto nazubljenog oboda, koji može biti ravan ili ka spolja izvijen, glatki, na drškama. Dlake su acikularnog tipa (tanke, igličaste, dugačke). Cvasti su pršljenaste (verticilatne), pri čemu na jednom pršljenju može biti od četiri do velikog broja cvetova. Brakteje nalikuju listovima, ne smanjuju se ka gornjem delu. Čašica je cevasta, blago aktinomorfna do zigomorfna, sastoji se od pet nejednakih ili gotovo jednakih režnjeva, koji su šiljato-lancetasti ili šiljati. Na čašici postoji 10 do 15 nerava, a unutar ždrele čašice je dobro razvijen prsten dlaka. Krunica je gotovo aktinomorfna, ždrelo je golo do dlakavo, grane stubića gotovo ili potpuno jednake, a prašnici su razmaknuti, pri čemu se od baze ka vrhu povećava različita širina među paralelno postavljenim prašnicima istog para. Osnovni broj hromozoma je 9 ili 10. U sastavu etarskog ulja dominantno se javljaju oksidovani monoterpeni (Tucker i Naczi, 2007).

U daljem tekstu dati su sinonimi, opis, stanište i opšte rasprostranjenje za jedinog analiziranog predstavnika sekcije, dok su osnovne informacije o ostalim date u Prilogu (Tab. 1).

### 2.6.1 *Mentha pulegium* L. 1753 SP. Pl. 2: 577 (Sl. 1A, 1B)

**Syn.** *Pulegium vulgare* Mill., Gard. Dict. ed. 8. n. 1. 1768., *P. erectum* Mill., Gard. Dict. ed. 8. n. 2. 1768., *Mentha aromatica* Salisb., Prod. Stirp. Chap. Allerton 80. 1796., *P. aromaticum* S.F. Gray, Nat. Arr. Brit. pl. 2: 367. 1821., *P. pubescens* Opiz ex Boenn., Prod. Fl. Monast. Westphal. 174. 1824., *P. heterophyllum* Opiz ex Boenn., Prod. Fl. Monast. Westphal. 174. 1824., *P. tomentellum* Presl., Fl. Sicul. 36. 1826., *M. daghestanica* Borissova, Bot. Mater. Gerb. Bot. Inst. Komarova Akad. Nauk SSR 16: 285. 1954., *P. daghestanicum* (Borissova) Holub, Folia Geobot. Phytotax. 12(4): 429. 1977.

**Opis:** Višegodišnja, zeljasta, dlakava i aromatična biljka. Stabla su uspravna ili polegla, visine od 10 do 50 cm, bogato i obično od baze razgranta. Na granama koje dodiruju zemlju mogu se razviti adventivni korenovi. Listovi su usko ili široko eliptični, odnosno jajasti, dugački 10–30 mm, široki 5–15 mm, na kratkim drškama dužine 2–3 mm. Listovi su bez dlaka ili manje više dlakavi, obično na vrhu zatupasti, obodom celi ili plitko nazubljeni. Pricvetni listovi su sedeći, manji od cvetova. Cvetovi su sakupljeni u dihajzalne cvasti, koje u pazuhu pršljenova grade loptaste agregate. Pršljenovi sa cvastima razdvojeni su internodijama gotovo iste dužine. Čašica je cevastog oblika, dlakava, dužine 2–3 mm, dvousnata, sa vencem dlaka u ždrele. Gornju usnu grade tri lancetasta, a donju dva uža i duža zupca. Krunica je 4–6 mm duga, crvena, ljubičasta ili retko bela. Cev je cilindričnog oblika, kod ždrele se naglo širi, a sa donje strane je grbasta. Prašnici su duži od krunice, a stubić je jednak ili malo duži. Orašice su okrugle, 0,5 mm, mrke boje. Cveta od juna do septembra.  $2n=20$ . (Harley, 1972; Janković, 1974).

**Stanište:** Naseljava vlažne i poplavne livade i ritove, obale bara, jezera, reka, a nekada i suvlja mesta. Pretežno u nizijskim regionima (Harley, 1972; Janković, 1974; Tucker i Naczi, 2007).

**Opšte rasprostranjenje:** Južna, zapadna i centralna Evropa, na severu do Irske i centralne Poljske, a na istoku do zapadne i južne Ukrajine (Tucker i Naczi, 2007).



Slika 1. Vrsta *M. pulegium*; A – izgled cele biljke (Saxifraga – Peter Meininger, 2020), B – izgled cvasti i listova na nodusu (Wikimedia Commons contributors, 2020a)

## 2.7 Sekcija *Mentha* L. – opšte karakteristike

Biljke su isključivo uspravne, stoloni prisutni, podzemni ili nadzemni. Listovi su jajasti do lancetasti, glatki ili naborani, na drškama ili sedeći, pri bazi srcasti do klinasti, celi, blago ili oštro testerasto nazubljeni, sa ravnim ili ka spolja savijenim ivicama. Brakteje su jednostavne, nalik listovima ili su sitnije od njih, smanjuju se ka vrhu stabla ili mogu biti upadljivo manje od listova. Dlake su acikularnog tipa ili zvezdaste. Cvasti su veoma raznolike, sa četiri do velikog broja cvetova u pršljenu. Čašica je gotovo aktinomorfna, gola ili dlakava, cevasta ili zvonasta, građena od četiri do pet gotovo jednakih zubaca, koji su trouglasto-jajasti do šiljati, nikada cilijadni. Na čašici može biti od 10 do 12 nerava, dok je unutrašnjost gola ili dlakava. Krunica je gotovo aktinomorfna; ždrelo je golo ili dlakavo; grane stubića jednake; prašnici su razmaknuti ili paralelni. Osnovni broj hromozoma je 12. Hemijski sastav etarskih ulja veoma varira (Tucker i Naczi, 2007).

U daljem tekstu dati su sinonimi, opis, stanište i opšte rasprostranjenje analiziranih taksona (uz eventualne napomene i/ili varijabilnost), dok se u Prilogu (Tab. 1) nalaze osnovne informacije o ostalim taksonima roda koje nisu obuhvaćene istraživanjem.

### 2.7.1 *Mentha aquatica* L. 1753 Sp. Pl. 2:576. (Sl. 2, 3A, 3B)

**Syn.** *M. hirsuta* Huds., Fl. Angl. 223. 1762., *M. palustris* Mill., Gard. Dict. ed. 8. n. 12. 1768., *M. capitata* Gilib., Fl. Lit. Inch. 1: 721. 1782., *M. dubia* Chaix ex Vill., Hist. pl. Dauphine´ 2: 358. 1787., *M. aquatica* L. var. *pedunculata* Pers., Syn. pl. 2: 119. 1806., *M. ortmanniana* Opiz, Naturalientausch 11: 437. 1826., *Mentha purpurea* Host, Fl. Austriac. 2: 141. 1831., *M. aquatica* L. var. *stricta* K. Koch, Linnaea 21: 651. 1849., *M. pyrifolia* Heinr. Braun, Verh. K.K. Zool. -Bot. Ges. Wien. 40: 420. 1890., *M. aquatica* L. var. *ortmanniana* Henir. Braun ex Briq., Lab. Alp. Mar. 82. 1891., *M. dumetorum* Schultes var. *natalensis* Briq., Bull. Herb. Boissier 2: 702. 1894., *M. aquatica* L. var. *calaminthifolia* Vis. ex Sagorski & Oswald, Mitt. Thüring. Bot. Vereins 26: t. 4. 1910., *M. pyrifolia* (Heinr. Braun) Jáv., Magyar Fl. 940. 1925., *M. perhirsuta* (Borbás) Trautman in Jáv., Magyar Fl. 946. 1925., *M. aquatica* L. var. *cordata* Prodan, Bull. Inform. Grad. Bot. Univ. Cluj 5: 114. 1925., *M. aquatica* L. f. *ortmanniana* (Opiz) Heinr. Braun ex Jančić, Glasn. Prir. Mus. u Beogradu, Ser. B, Biol. Nauke 39: 30. 1984.



Slika 2. Vrsta *M. aquatica*; izgled cele biljke na tipičnom staništu (Saxifraga – Ed Stikvoort, 2020a)



**A**



**B**

Slika 3. Vrsta *M. aquatica*; A - cvast (Wikimedia Commons contributors, 2020b), B – listovi (Wikimedia Commons contributors, 2020c)

**Opis:** Višegodišnja, zeljasta, aromatična biljka sa dugačkim puzećim rizomom. Stabla su uspravna ili polegla (10–)20–100(–120) cm dugačka, granata ili negranata, gotovo gola ili u gornjem delu slabo dlakava. Listovi su krupni, (15–)30–90 mm dugački, (10–)15–40 mm široki, jajasti, izduženo-jajasti ili eliptični, osnova liske je zaobljena, srcasta ili široko klinasto sužena, obod je manje-više testerasto usečen. Listovi su na dugačkim drškama, gotovo goli ili manje-više dlakavi. Žlezdane dlake se nalaze sa obe strane liske, ali su brojnije na naličju. Donji pricvetni listovi su nalik na listove stabla, dok su gornji nalik na brakteje. Cvetovi su sakupljeni u dihajizalne cvasti, koji na nodusima formiraju pršljenove, zbijeni u gornjem delu stabla, gradeći gotovo loptaste agregate cvasti. Cvetovi su na dugačkim, manje-više dlakavim drškama. Brakteje su lancetaste. Čašica je (2–)3–4 mm dugačka, cevasta, sa 13 jasno istaknutih nerava, gola ili manje-više dlakava i pokrivena žlezdama, zupci čašice su kraći od 1/3 dužine čašice, oštro trouglasti, baza zupca je dva do tri puta kraća od dužine. Krunica je dužine 6–8 mm, ljubičasta ili ružičasta, sa vencem dlaka u ždreću. Krunica ženskih cvetova je sitnija, prašnici takvih cvetova su sa kratkim filamentima i zakržljanim anterama. Orašice su sitne, svetlo mrke. Cveti od jula do oktobra.  $2n=96$ . (Harley, 1972; Janković, 1974).

**Stanište:** Naseljava obale i plitke vode bara, jezera, potoka, reka, močvara, vlažne livade, plavljena mesta, vlažne kanale pored puteva, a retko se beleži na suvim mestima (Janković, 1974; Harley, 1972; Tucker i Naczi, 2007).

**Opšte rasprostranjenje:** Širom Evrope, osim na krajnjem severu (Tucker i Naczi, 2007).

**Napomena:** Veoma varijabilna vrsta u pogledu habitusa, oblika listova i izgleda indumentuma, sa brojnim prethodno izdvojenim infraspecijskim kategorijama (Harley, 1972), dok Tucker i Naczi (2007) prihvataju samo dva varijeteta koji su rasprostranjeni širom Evrope, var. *aquatica* i var. *citrata* (Ehrh.) Fresen. 1828, koji se ponekad i gaji.

### 2.7.2 *Mentha arvensis* L. 1753 Sp. Pl. 2: 577. (Sl. 4A, 4B, 5)

**Syn.** *M. diversifolia* Dumort., F. Belg.: 49. 1827., *M. foliicoma* Déséglise, Bull. Soc. Etudes Sci. Angers 11-12: 210. 1882. *M. multiflora* Host, Fl. Austriaca 2: 147. 1831., *M. palustris* Moench, Methodus: 380. 1794., *M. praecox* Sole, Menth. Brit.: 31. 1798., *M. pulchella* Host, Fl. Austriaca 2: 148. 1831., *M. salebrosa* Boreau, Fl. Centre France ed. 3, 2: 511. 1857., *M. tenuifolia* Host, Fl. Austriaca 2: 147. 1831., *M. varians* Host, Fl. Austriaca 2: 150. 1831., *M. arvensis* subsp. *agrestis* (Sole) Briq. Bull. Soc. Bot. Genve 5: 44. 1889.

**Opis:** Višegodišnja ili retko jednogodišnja dlakava biljka, visine do 60 cm, neprijatnog mirisa. Grane koje nose cvasti se izdižu ili su jasno uspravne. Listovi su (15–)20–50(–70) dugi, 10–30(–40) mm široki, eliptični, eliptično-lancetasti do široko jajasti, obično sa bazom koja se sužava u dršku, a obodom plitko nazubljeni. Cvetovi su u pršljenastim, sedećim, razdvojenim cvastima, sa braktejama cvasti koje liče na listove i smanjuju se ka vrhu stabla. Čašica je duga 1,5–2,5 mm, široko zvonasta, dlakava, sa zupcima koji su deltoidni ili široko trouglasti. Cvetne drške su gole ili dlakave. Krunica je ljubičasta, bela ili ređe ružičasta. Orašice su tamno braon.  $2n=24, 79, 90$  (Harley, 1972; Janković, 1974).

**Stanište:** Vlažna polja i mesta pored puteva (Harley, 1972; Janković, 1974; Tucker i Naczi, 2007).

**Opšte rasprostranjenje:** Široko rasprostranjena na severnoj hemisferi. Zabeležena je u čitavoj Evropi (izuzev mnogih ostrva), zapadnom i istočnom Sibiru, Japanu, Kini, Indijsko-himaljskom području i u Severnoj Americi do Meksika (Harley, 1972; Janković, 1974; Tucker i Naczi, 2007).



**A**



**B**

Slika 4. Vrsta *M. arvensis*; A - cvast (Anonymous, 2020), B – list (Hilty, 2020)

### 2.7.3 *Mentha longifolia* (L.) L. 1756 Fl. Monsp. 19. (Sl. 6)

**Syn.** Postoji više od 100 imena koja se tretiraju kao sinonimi ove vrste, te su sinonimi navedeni samo u okviru njenih podvrsta, kojima je predstavljena potencijalna varijabilnost vrste na istraživanom području.

**Opis:** Višegodišnja, zeljasta biljka sa snažno razvijenim sistemom rizoma, prijatnog mirisa na mentol ili limun, u pojedinim slučajevima neprijatnog mirisa na buđ. Stablo je visine od 60 do 180 cm, najčešće uspravno, veoma granato, na poprečnom preseku četvorouglasto, gotovo golo ili u gornjem delu prekriveno jednostavnim, na dole oborenim dlakama. Listovi su sedeći ili na veoma kratkim drškama (1–2 mm), dimenzija 30–80 mm × 10–30 mm, jajasto-izduženi ili lancetasti, najširi na polovini ili malo ispod nje i na vrhu zašiljeni. Listovi pri osnovi mogu biti zaobljeni i tada



je liska istaknutija ili su okriljeni i delimično obuhvataju stablo, na gotovo neprimetnoj dršci. Obod lista je nepravilno oštro testerasto nazubljen. Listovi su na licu slabo do gusto dlakavi, tamnozeleni ili sivobeli, na naličju gusto pokriveni poleglim jednostavnim dlakama. Pricvetni listovi i brakteje su linearno šiljati, cvetne drške su dlakave, mnogocvetni dihajizumi su sakupljeni u pršljenove na vrhu izdanka gde formiraju klasoliku cvast. Razmak između pršljenova može biti manji ili veći, tako da grade zbijeni ili rastresiti klas. Čašica je zvonasta, veličine 1,5–2,2 mm, sa vidljivim nervima, različito obrasla jednostavnim dlakama. Zupci čašice su nejednaki, linearno šiljati ili izduženo trouglasti, za vreme plodonošenja savijeni ka spolja. Krunica je dugačka 4–5 mm, ružičaste ili ljubičaste boje, retko bele (obično kod ženskih cvetova), spolja je malo dlakava, a unutra gola. Gornji režanj krunice je na vrhu usečen, ostali režnjevi su tupi i uži. Prašnici su međusobno jednake dužine i vire izvan krunice. Kod ženskih cvetova filament prašnika su kraći od krunične cevi, a antere su prazne. Orašice su jajastog oblika, sa mrežastom nervaturom. Cveta od jula do septembra.  $2n=24$  (Harley, 1972; Janković, 1974).

**Stanište:** Prvenstveno naseljava vlažne livade i čistine pored obala izvora i potoka planinskih područja, ali se javlja i na suvljim livadama, duž puteva i kanala, u brdskom i nizijskom pojasu. (Harley, 1972; Janković, 1974; Tucker i Naczi, 2007).

**Opšte rasprostranjenje:** Vrsta naseljava područje Evrope, Azije i Afrike (Tucker i Naczi, 2007).

**Napomena:** sa ovom vrstom se često mogu zameniti i hibridi *M. × villosa* Huds. i *M. villosa-nervata* Opiz. koji su sterilni. *M. × villosa* je u velikoj meri naturalizovan takson ali se verovatno širi spontano, a javljaju se i dlakavi i goli oblici. Od *M. longifolia* se razlikuje po mnogo širim listovima. *M. villosa-nervata* je takson koji je verovatno „pobegao“ iz kulture i raširio se; glavna karakteristika su listovi koji na obodu imaju upadljivo oštre zupce sa iglicom na vrhu, dok razgranate dlake mogu, ali i ne moraju biti razvijene (Harley, 1972).



Slika 5. Vrsta *M. arvensis*; izgled cele biljke na tipičnom staništu (Hilty, 2020)



Slika 6. Vrsta *M. longifolia*; izgled biljke na staništu (Saxifraga – Ed Stikvoort, 2020b)

## Potencijalna varijabilnost vrste *M. longifolia* (L.) L. na istraživanom području:

### 1) *Mentha longifolia* subsp. *longifolia*

Syn. *M. spicata* L. var. *longifolia* L., Sp. pl. 576. 1753., *M. longifolia* (L.) Huds., Fl. Angl. 221. 1762., *M. sylvestris* L., Sp. pl. ed. 2. 804. 1763., *M. chalepensa* Mill., Gard. Dict. ed. 8. n. 11. 1768., *M. mollissima* Borkh. ex P. Gaertn., B. Mey. & Scherb., Oekon. Fl. Wetterau 2: 348. 1800., *M. incana* Willd., Enum. pl. 609. 1809.

**Opis:** Krupne biljke, visine do 180 cm, čija su stabla uspravna, granata, beličasta od gustih kratkih dlačica, naročito u gornjem delu. Listovi su veliki, dugački 50–80 mm, široki 11–20 mm, najširi oko sredine, na vrhu zašiljeni, osnovom delimično obuhvataju stablo i tada su malo okriljeni, sedeći ili ređe sa zaobljenom osnovom i na kratkim lisnim drškama (1–2 mm). Na licu su fino maljavi (dlačice su vrlo sitne), tamnozeleni, a na naličju gusto obrasli kratkim poleglim dlakama, sivobeli. Obod liske je krupno i nepravilno testerasto urezan. Cvasti su zbijene tako da grade debeo i valjkast klas. Čašica je veličine 1,9–3,0 mm, zupci su šiljati. Miris biljaka je neprijatan, podseća na plesan (Janković, 1974).

**Stanište:** Naseljava vlažne livade, obale manjih reka i izvora u planinskom regionu, iznad 305 m. (Janković, 1974; Tucker i Naczi, 2007).

**Opšte rasprostranjenje:** Evropa (Tucker i Naczi, 2007).

### 2) *Mentha longifolia* subsp. *erminea* Briq. 1896 Nat. Pflanzenfam. 4(3a): 322

Syn. *M. longifolia* Huds. var. *erminea* Briq., Bull. Herb. Boissier 2: 700. 1894

**Opis:** Listovi su sa prostim, belim, povijenim, sjajnim dlakama i sitnim zupcima. Čašice su uske i male (Briquet, 1897).

**Stanište:** Naseljava močvarna staništa (Tucker i Naczi, 2007).

**Opšte rasprostranjenje:** Krit, centralna i južna Grčka i Turska (Tucker i Naczi, 2007).

### 3) *Mentha longifolia* subsp. *grisella* Briq. 1896 Nat. Pflanzenfam. 4(3a): 322.

Syn. *M. grisella* Briq. subsp. *grisella* Briq., Bull. Soc. Bot. Genève 5: 94. 1889., *M. longifolia* (L.) Huds. var. *grisella* (Briq.) Fiori & Paol., Fl. Italia 3: 76. 1903.

**Opis:** Biljke su vitke, sa stablom visine do 100 cm, uspravne i granate, obrasle kratkim poleglim dlačicama. Listovi su lancetasti, dugački od 33–65 mm, široki 10–20 mm, najširi oko polovine, zaobljeni pri bazi ili delimično okriljeni, ka vrhu zašiljeni. Lice lista je prekriveno poleglim dlačicama, svetlozeleno, dok je naličje gusto obraslo dugim dlakama, sivobelo. Obod liske je nejednako testerasto urezan. Cvasti su sakupljene u vitak, zbijen ili rastresit klas. Čašica je veličine 1,3–2,0 mm sa ostrim zupcima, dlakava. Biljke neprijatno mirišu na buđ (Janković, 1974).

**Stanište:** Nije prepoznato karakteristično stanište od strane Tucker i Naczi (2007), ali postoje podaci da najčešće naseljava vlažne livade u podnožju planina ili u brdskim regionima (Jančić, 1984a).

**Opšte rasprostranjenje:** Mađarska, Rumunija, Severna Makedonija, Grčka i Mala Azija (Janković, 1974; Tucker i Naczi, 2007).

### 4) *Mentha longifolia* subsp. *diabolina* Briq. 1896 Nat. Pflanzenfam. 4(3a): 322.

**Syn.** *M. longifolia* Huds. var. *diabolina* Briq., Bull. Herb. Boissier 2: 698. 1894.

**Opis:** Biljke su visine 50–80 cm. Stablo je robusno, manje više granato, sa svih strana belo dlakavo, središnje internodije dužine 3–5 cm. Listovi su izduženo lancetasti, sedeći, sa jasno izraženim vrhom, jako savijenom ivicom i srcastom bazom, dimenzija 5–8 × 2,5–3,5 cm, obodom su testerasto urezani. Zupci su krupni, trouglasti, savijeni ka spolja, visine 1,5–3,0 mm, razmaka 5–10 mm. Listovi su sa gornje strane tamno zeleni, poleglo i proređeno dlakavi (mogu nekada biti beličasti), sa donje strane sivozeleni. Nervatura je prosta, nije jasno izražena. Cvasti su guste, pršljenaste, zbijene, veoma sivo dlakave. Čašica je zvonasta 0,8 mm dužine, veoma dlakava (Briquet, 1894).

**Stanište:** Vlažne površine (Tucker i Naczi, 2007).

**Opšte rasprostranjenje:** Istočna Evropa, Azija (Tucker i Naczi, 2007).

### **5) *Mentha longifolia* subsp. *mollis* (Rochel) Briq. 1896 Nat. Pflanzenfam. 4(3a): 322.**

**Syn.** *M. sylvestris* L. var. *mollis* Rochel, Linnaea 12: 585. 1839., *M. longifolia* Huds. var. *mollis* (Rochel) Briq., Bull. Herb. Boissier 4: 692. 1896., *M. longifolia* (L.) Huds. var. *mollis* (Rochel) Hayek, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 30: 395. 1927.

**Opis:** Biljke su visine 50–60 cm. Stablo je robusno, manje-više granato, sa ustajućim granama, koje su celom površinom gusto sivo dlakave, središnja internodija je dužine oko 2–4 cm. Listovi su eliptično lancetasti, oštrog ili gotovo oštrog vrha, savijenog oboda, na licu su gusto mekano dlakavi, sivozeleni, na naličju belo, tomentozno dlakavi, dimenzija 2–3 × 1–1,5 cm. Nervatura mrežasta, lateralni nervi usmereni ka vrhu, sa dlakama na anastomozama. Zupci su testerasti, nepravilni, visine 0,2–0,8 mm, udaljeni 3–8 mm. Cvasti su zbijene. Cvetne drške 1,5 mm dugačke i jako dlakave. Čašica je zvonasta, po celoj površini dlakava, sa zupcima dugim oko 0,8 mm (Rochel, 1839; Briquet, 1894, 1896).

**Stanište:** Karakterističan tip staništa nije prepoznat (Tucker i Naczi, 2007).

**Opšte rasprostranjenje:** Rumunija, države bivše Jugoslavije (Tucker i Naczi, 2007).

### **6) *Mentha longifolia* subsp. *minutiflora* (Borbás) Briq. 1896 Nat. Pflanzenfam. 4(3a): 322.**

**Syn.** *M. minutiflora* Borbás, Bot. Centralbl. 25: 239. 1886. Borbás in A. Kern., Sched. Fl. Exs. Austro-Hung. 5: 55. 1888., *M. grisella* Briq. subsp. *minutiflora* (Borbás) Briq., Bull. Soc. Bot. Geneve 5: 95. 1889., *M. longifolia* Huds. var. *minutiflora* (Borbás) Briq., Bull. Herb. Boissier 4:688. 1896.

**Opis:** Stabla su visine do 60 cm, vitka, uspravna, slabo granata, gusto obrasla dlakama. Listovi jajasti ili eliptični, dužine 24–39 mm, širine 13–20 mm, najširi nešto ispod polovine liske, pri osnovi zaobljeni, blago se sužavaju ka vrhu. Listovi na licu gusto obrasli poleglim dlakama, sivozeleni ili srebrnobeli, na naličju gusto dlakavi, isključivo srebrnobeli. Obod liske je plitko testerasto urezan. Cvasti su sakupljene u zbijen, ponekad pri osnovi rastresit klas. Čašica je veličine 1,3–1,8 mm, sa tupim zupcima, gusto obrasla dugim dlakama. Biljke prijatno mirišu na mentol (Briquet, 1889, 1896).

**Stanište:** Nije istaknuto specifično stanište koje ova podvrsta preferira (Tucker i Naczi, 2007), ali je zabeležena na suvljim mestima nizijskog pojasa, livadama pored puta i golim padinama brda (Briquet, 1889, 1896).

**Opšte rasprostranjenje:** Mađarska, Severna Makedonija, Krit (Tucker i Naczi, 2007).

## 7) *Mentha longifolia* subsp. *typhoides* (Briq.) Harley 1980 Notes Royal Botanical Garden Edinburgh 38: 38.

**Syn.** *M. kotschyana* Boiss. apud Kotschy, Iter. Cilicicum n. 307. 1853., *M. sylvestris* L. var. *glabrata* Boiss., Fl. Orient. 4: 544. 1879., *M. sylvestris* L. subsp. *kotschyana* (Boiss.) Briq., Bull. Soc. Bot. Genève 5: 87. 1889., *M. sylvestris* L. subsp. *typhoides* Briq., Bull. Soc. Bot. Genève 5: 90. 1889., *M. longifolia* Huds. var. *typhoides* (Briq.) Briq., Bull. Herb. Boissier 4: 685. 1896., *M. longifolia* Huds. var. *kotschyana* (Boiss.) Briq., Bull. Herb. Boissier 4: 688. 1896., *M. longifolia* Huds. subsp. *kotschyana* (Boiss.) Briq., Nat. Pflanzenfam. 4(3a): 321. 1896.

**Opis:** Biljke više od 40 cm. Stablo je granato, zeleno, izraženo dlakavo na rebrima. Dužina središnje internodije stabla se kreće od 3 do 8 cm. Listovi su lancetasti, dužine 2,5–4 cm, širine 1,5 cm, pri bazi zaokruženo srcasti, na vrhu oštri, sedeći, obodom gusto i nepravilno urezani, sa krupnim i ostrim zupcima dužine 1–2 mm i 2–4 mm razmaka. Lice lista sa povijenim, gustim dlakama, naličje slabije dlakavo, sivozelene boje sa obe strane. Cvasti su izdužene, dimenzija 4–6 × 0,8 cm, izgrađene iz cvetova ljubičaste boje. Čašica dlakava, žlezdana, cev dužine 1–1,3 mm, zupci lancetasti, dužine 0,8 mm (Briquet, 1896).

**Stanište:** Močvarna mesta, pored potoka i reka (Tucker i Naczi, 2007).

**Opšte rasprostranjenje:** Nativno se javlja od istočnog Mediterana do jugozapadne Azije, prostirući se na području Grčke, ostrvima u Egejskom moru, Kritu, Kipru, Egiptu, Turskoj, Libanu, Siriji i Iranu (POWO, 2019).

### 2.7.4 *Mentha spicata* L. 1753 Sp. Pl. 2: 576. (Sl. 7, 8A i 8B)

**Syn.** *M. viridis* (L.) L., Sp. pl. ed. 2. 804. 1763., *M. crispata* L. Sp. pl. ed. 2. 576. 1753, *M. crispata* Schrader ex Willd. Enum. Pl. 608 1809, *M. spicata* L. var. *viridis* L., Sp. pl. 576. 1753, *M. romana* Garsault, Fig. pl. Me'd. t. 378. 1764., *M. glabra* Mill., Gard. Dict. ed. 8. n. 2. 1768., *M. candicans* Mill., Gard. Dict. ed. 8. n. 3. 1768., *M. rubra* Mill., Gard. Dict. ed. 8. n. 9. 1768 (*nomen confusum*), *M. sylvestris* L. var. *glabra* W. Koch, Syn. Fl. Germ. Helv. 550. 1837., *M. tomentosa* Dum. d'Urv. subsp. *condensata* Briq., Bull. Soc. Bot. Geneve 5:97. 1889., *M. microphylla* K. Koch, Linnaea 21: 650. 1849, *M. sylvestris* L. var. *stenostachya* Boiss., Fl. Orient. 4: 543. 1879., *M. tomentosa* Dum. d'Urv., Me'm. Soc. Linn. Paris 1: 323. 1822; Enum. pl. Ponti-Eux. 67. 1822., *M. sofiana* Trautmann, Bot. Ko'zlem. 29: 111, 118. 1932., *Mentha spicata* L. subsp. *tomentosa* (Briq.) Harley, Notes Royal Botanical Gardens, Edinburgh 38: 38. 1980. *M. longifolia* auct., non (L.) Hudson, *M. sylvestris* auct. non L., *M. niliaca* auct., non Juss. ex Jacq., *M. cordifolia* auct., non Opiz.

**Opis:** Višegodišnja, zeljasta biljka sa razvijenim sistemom rizoma. Stabla su visoka 10–150 cm, uspravna, razgranata ili jednostavna. Cele biljke su gole, slabo dlakave ili gusto pokrivene pretežno granatim dlakama, zelene (kada su gole ili slabo dlakave) do sivozelene ili beličaste u zavisnosti od gustine dlakavog pokrivača. Listovi sredine stabla su sedeći ili na vrlo kratkim drškama, dugački 27–45 mm, široki 12–19 mm, usko lancetasti, lancetasti, izduženo ili široko jajasti, najširi ispod polovine liske, sa zašiljenim vrhom i kratko zaobljenom, srcastom ili malo okriljenom osnovom. Obod lista je često oštro testerasto urezan, sa zupcima različite veličine i oblika. Pricvetni listovi i brakteje su oblikom slični, gotovo lancetasti ili linearno ušiljeni. Cvetne drške su gole ili dlakave, kraće od čašice. Cvasti sakupljene u dihajizume, koji na vrhu grade guste ili rastresite, zaobljene ili zašiljene klasove, dugačke do 15 cm. Čašica je zvonasta, 1–3 mm dugačka, sa pet manje-više oštrih zubaca. Krunica 4–6 mm dugačka, dva do dva i po puta duža od čašice, ružičasta, ljubičasta, ređe bela. Gornji režanj krunice je izduženo jajast, na vrhu udubljen, ostali režnjevi su už i tupi. Prašnici su međusobno jednaki, duži od krunice ili kraći, ali tada obično sterilni. Orašice jajaste, sa tamnom ili crvenom mrežastom nervaturom. Biljke prijatno mirišu na mentol. Cveta od avgusta do septembra. 24=48 (Jančić, 1984a; Janković, 1974).



Slika 7. Vrsta *M. spicata* (dlakavi oblik); holotipski primerak iz herbarske kolekcije (Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew, 2020)



**A**



**B**

Slika 8. Vrsta *M. spicata* (oblik bez dlaka); A – tipična cvast, B – tipičan list (Saxifraga – Rutger Barendse, 2020a, 2020b)

**Stanište:** Naseljava vlažne do delimično suve livade i poljane pored puteva, kanale u brdskim ili nizijskim predelima (Janković, 1974).

**Opšte rasprostranjenje:** Veoma često je gajena kao ukrasna vrsta, ali se koristi i za proizvodnju etarskog ulja. Naturalizovana je u velikom delu Evrope (Harley, 1972) a prema Greuter i sar. (1986) nativna je za područje Albanije, Bugarske, Krita, Karpatosa, Kipra,

Egipta, Grčke, Izraela, Jordana, Italije, bivših država Jugoslavije, Libije, Sirije, Sardinije, Sicilije, Turske i Sinajsko poluostrvo.

**Napomena:** Poreklo ove vrste je nepoznato i do danas nejasno, ali je verovatno nastala u kulturi. Ima odlike alotetrapoliploida, koji je nastao hibridizacijom *M. suaveolens* i *M. longifolia* i dupliranjem broja hromozoma. Širi se vegetativno, a prilikom samooplodnje ispoljava karaktere roditeljskih vrsta, te je determinacija i razlikovanje ove hibridogene vrste od roditeljskih veoma teško, osim na osnovu fertilitnosti. Mnogi navodi o *M. longifolia* iz nizijskih delova Evrope se odnose na *M. spicata* (ili na njene hibride sa *M. longifolia* ili *M. suaveolens*). Ove dlakave biljke se najbolje razlikuju od *M. longifolia* na osnovu dimenzija antera, orašica i karaktera dlaka. Oblici sa talasastim obodom lista se gaje, ali se mogu naći i kod mnogih hibrida čiji je jedan od roditelja *M. spicata* (Harley, 1972).

### 2.7.5 *Mentha microphylla* K. Koch 1849 (Sl. 9A, 9B) Linnaea 21: 648

**Syn.** *M. microphylla* K. Koch var. *illyrica* (Borbás & Heinr. Braun) Hayek, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 30: 398. 1927, *M. sieberi* K. Koch, Linnaea 21: 649. 1849, *M. sieberi* auct.? an C. Koch, *M. illyrica* Borbás & Heinr. Braun, Verh. KK. Zool. -Bot. Ges. Wien 40: 390. 1890., *M. illyrica* (Borbás & Heinr. Braun) Trautmann in Jáv., Magyar Fl. 931. 1925.

**Opis:** Višegodišnjica, zeljasta biljka visine 40–120 cm, koja miriše na buđ. Listovi dužine 10–45 mm, širine 5–20(–25) mm, široko jajasti do lancetasti, najširi pri bazi, veoma naborani, gusto dlakavi i sivo ili sivo-zeleni sa obe strane, obodom oštro testerasto urezani, sa nekoliko upadljivih zubaca, talasasti. Dlake na naličju lista su proste i razgranate, sa bazalnom ćelijom čiji je dijametar 44–63 μm. Pršljenaste cvasti su obično razmaknute, formiraju slabo granati klas dimenzija 60–120 × 5–10 mm. Čašica dužine 1–2 mm, fertile antere 0,30–0,40 mm, orašice 0,6–0,83 mm. 2n=48 (Harley, 1972).

**Stanište:** Obale izvora, jezera, vlažna mesta i pored puta, često gajena (Harley, 1972).

**Opšte rasprostranjenje:** Apeninsko i Balkansko poluostrvo, uz neka od ostrva koje obuhvataju i egejski deo Turske (Harley, 1972).

**Napomena:** verovatno tetraploid nastao ukrštanjem *M. suaveolens* i *M. longifolia* (Harley, 1972).



Slika 9. Vrsta *M. microphylla*; A – izgled cele biljke, B – izgled listova (Manni, 2007)

## 2.8 Hibridni taksoni

Hibridni taksoni su u svim sistematskim pregledima prikazani zasebno, van svake izdvojene sekcije u rodu *Mentha*. Spontana hibridizacija, kako u prirodnim, tako i u gajenim populacijama roda je uobičajena, a identifikacija hibridnih jedinki može biti veoma zahtevna (Gober i sar., 2002; Tucker i Naczi, 2007). Prvi je Schultz (1854) prepoznao da pojedini taksoni u rodu imaju kompleksno hibridno poreklo. Potom su često botaničari amateri tretirali sterilnost kao esencijalni kriterijum za poreklo hibrida, zaboravljajući da je sterilnost pod kontrolom gena i da svi hibridi pokazuju različit stepen fertilitnosti, uslovljen faktorima sredine. Malinvaud (1901) je prvi sumirao sve karaktere hibrida koji se i dalje navode kao kriterijumi za određivanje hibridnog porekla, ali koji se svode na hibridizaciju vrsta iz različitih sekcija, odnosno serija (Tucker i Naczi, 2007). Mnogi hibridi su sterilni ili subfertilni, ali im vegetativno razmnožavanje pomoću rizoma i/ili stolona omogućava preživljavanje. Tako mogu nastati kompleksne hibridne populacije, koje se, ako su subfertilne, mogu povratno ukrštati sa roditeljskim ili neroditeljskim vrstama, što dovodi do velikog diverziteta u broju hromozoma u rodu. Uzroci hibridizacije se verovatno mogu svesti na slične ekološke niše vrsta, nespecijalizovanost cveta za oprašivanje određenom grupom insekata, različite nivoe ploidnosti i slabe pre- i postreproduktivne mehanizme. Najpoznatiji gajeni hibrid je *M. × piperita* L. 1753 (nastao ukrštanjem *M. aquatica* i *M. spicata*) i hibridogena vrsta *M. spicata* (nastala ukrštanjem *M. suaveolens* i *M. longifolia*).

Osim navedenih, postoji još 11 hibrida koji se mogu naći u kulturama, a neki od njih i spontano u prirodi: *M. × carinthiaca* Host 1831 (*M. arvensis* × *M. suaveolens*), *M. × dalmatica* Tausch 1828 (*M. arvensis* × *M. longifolia*), *M. × dumetorum* Schultes 1809 (*M. aquatica* × *M. longifolia*), *M. × gentillis* L. 1753 (*M. arvensis* × *M. spicata*), *M. × gracilis* Sole 1798 (*M. arvensis* × *M. spicata*), *M. × maximiliana* F.W. Schultz 1854 (*M. aquatica* × *M. suaveolens*), *M. × rotundifolia* (L.) Huds. 1762 (*M. longifolia* × *M. suaveolens*), *M. × smithiana* R. Graham 1949 (*M. aquatica* × *M. arvensis* × *M. spicata*), *M. × verticillata* L. 1759 (*M. aquatica* × *M. arvensis*), *M. × villosa* Huds. 1778 (*M. spicata* × *M. suaveolens*) i *M. × villosa-nervata* Opiz 1831 (*M. longifolia* × *M. spicata*).

U daljem tekstu navedeni su sinonimi, opis, poreklo ili stanište analiziranih taksona, dok se u Prilogu (Tab. 1) nalaze osnovne informacije o ostalim hibridima roda *Mentha*.

### 2.8.1 *Mentha × dumetorum* Schult. 1809 Observ. Bot. 108 (*M. aquatica* × *M. longifolia*) (Sl. 10)

**Syn.** *M. pubescens* auct.? an Willd., Enum. pl. 608. 1809., *M. hirta* Willd., Enum. pl. 608. 1809., *M. nepetoides* Lej., Rev. Fl. Spa. 116. 1824., *M. ayassei* Malinv., Bull. Soc. Bot. France 24: 234. 1877.

**Opis:** Višegodišnja, zeljasta biljka. Stabla su polegla, granata, dlakava. Listovi dugački 30–37 mm, sa lisnim drškama dužine 5–20 mm, jajasti ili eliptično lancetasti, najširi ispod sredine ili na sredini, pri bazi blago zašiljeni, a pri bazi zaobljeni. Listovi na granama su znatno manji od onih na stablu. Lice i naličje listova je pokriveno poleglim dlakama. Obod liske je oštro testerasto urezan. Cvasti su grupisane u prividne pršljenove, koji na vrhu izdanka formiraju grupe u vidu kratkog konusa ili valjka. Internodija između prvog bazalnog pršljena i ostalih je obično dugačka. Cvetne drške su gusto dlakave. Čašica je dužine 1,7–3,5 mm, cevasto zvonasta, sa istaknutom nervaturom, dlakava. Zupci čašice su trouglasto šiljati. Krunica ružičasta ili ljubičata. Biljke su sterilne.  $2n=72$ ; Prilikom identifikacije teško se razlikuje od dlakavih oblika *M. × piperita*. Cveta od jula do septembra (Harley, 1972).

**Stanište:** Naseljava vlažna mesta, obično zajedno sa roditeljskim vrstama (*M. aquatica* i *M. longifolia*) (Harley, 1972).

### 2.8.2 *Mentha* × *gentilis* L. 1753 Sp. Pl. 2: 577. (*M. aquatica* × *arvensis*) (Sl. 11A, 11B, 12)

Syn. *M. sativa* var. *gentilis* (L.) Reichenb.

**Opis:** Višegodišnja, zeljasta biljka, visine 30–90 cm, obično gola, često crvenkasta, slatkastog mirisa kao i *M. spicata*. Listovi dužine (15–)30–70(–90) mm, širine (8–)15–40(–45) mm, jajasto-lancetasti, lancetasti ili eliptično izduženi, oštrog vrha, a pri bazi se sužavaju u kratku dršku koja je dlakava ili gola (kod gajenih oblika). Cvetovi obično u razmaknutim, sedećim pršljenastim cvastima. Brakteje izgledaju kao listovi ili se sužavaju ka vrhu cvasti, pa su one na vrhu ponekad manje i od cvetova. Cvetne drške obično gole. Čašica 2–3,5 mm, zvonasta, u donjem delu gola, zubići dužine 0,5–1 mm, manje ili više ušiljeni ili ređe trouglasti, često sa upadljivim dugačkim, retkim dlakama. Prašnici obično unutar krunice.  $2n=54, 60, 84, 96, 108, 120$ . Obično sterilan takson, ali se ponekad može povratno ukrštati sa roditeljskim vrstama (Harley, 1972).

**Poreklo:** Često gajen takson, koji se može spontano širiti i naći u prirodi (Harley, 1972).



Slika 10. Hibrid *M. × dumetorum*; izgled cele biljke, cvasti i listova (Cheypte, 2020)



Slika 11. Hibrid *M. × gentillis*; izgled cele biljke (Lehmuskallio, 2020a)



Slika 12. Hibrid *M. × gentillis*; A - cvast (Lehmuskallio, 2020b), B – list (Lehmuskallio, 2020c)



### 2.8.3 *Mentha × piperita* L. 1753 Sp. Pl. 2: 576-577 (*M. aquatica* × *spicata*) (Sl. 13A, 13B, 14)

Syn. *M. nigricans* Miller

**Opis:** Višegodišnja, zeljasta biljka, visine 30–90 cm, jakog mirisa, obično gotovo gola, ali ponekad dlakava do sivo-pustenasto dlakava, često crvenkasto obojena. Listovi dužine 40–80(–90) mm, širine 15–40 mm, jajasto-lancetasti ili lancetasti, retko jajasti, pri bazi klinasti ili gotovo srcasti, na dugačkoj dršci, po obodu oštro testerasto urezani. Brojne, gotovo spojene, pršljenaste cvasti su pri bazi sa upadljivim braktejama i grade terminalnu izduženu sekundarnu cvast dužine (30–)50–80 mm i širine 12–18 mm, koja u osnovi može biti isprekidana, a ređe se umesto klasolike cvasti formira gotovo loptasta glavičasta cvast. Čašica dužine 3–4 mm, cevastog oblika, čija je cev obično bez dlaka, a zubići su sa upadljivim, dugačkim i retkim dlakama. Cvetne drške najčešće gole. Krunica ljubičasto-ružičaste boje. Biljka je sterilna.  $2n=66, 72$  (Harley, 1972).



Slika 13. Hibrid *M. × piperita*; A – cvast (Zell, 2020), B – list (Saxifraga – Rutger Barendse, 2020c)



Slika 14. Hibrid *M. × piperita*; ilustracija (Wikimedia Commons contributors, 2020d)

**Poreklo:** Takson veoma lako beži iz kulture i može se spontano širiti u prirodi (Harley, 1972).

**Napomena:** Skoro goli ili slabo dlakavi oblici su ranije bili često gajeni, odakle su se raširili i postali naturalizovani u mnogim oblastima i veoma se lako mogu prepoznati, dok dlakavi oblici taksona mogu spontano nastati na mestu gde zajedno žive obe roditeljske vrste. Ti dlakavi oblici su mnogo varijabilniji u pogledu oblika lista i cvasti, kao i prema mirisu i često se lako zamene sa *M. × dumetorum*, od koje se jedino sigurno mogu razdvojiti citološkim studijama i na osnovu informacija sa terena gde su biljke zabeležene (Harley, 1972).

#### **2.8.4 *Mentha × verticillata* L. 1759 Syst. Nat. Ed. 10: 1099. (*M. arvensis* × *aquatica*) (Sl. 15A, 15B, 16)**

**Syn.** *M. sativa* L., Sp. pl. ed. 2. 805. 1763., *M. dentata* Moench, Methodus 380. 1794., *M. agrestis* Sole, Menth. Brit. 33. t. 14. 1798., *M. paludosa* Sole, Menth. Brit. 49. t. 22. 1798., *M. acutifolia* Sm., Trans. Linn. Soc. Lond. 5: 203. 1800., *M. abruptifolia* Borbás ex Heinr. Braun, Verh. KK. Zool. -Bot. Ges. Wien 40:440. 1890., *M. pluriglobula* Borbás, Term. Fu'z. 16: 52. 1893., *M. verticillata* L. var. *pluriglobula* (Borbás) Hayek, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 30: 387. 1927., *M. verticillata* L. f. *pluriglobula* (Borbás) Janković in Josifović Fl. SR Srbije 6:519. 1974., *M. bulgarica* Borbás, Magyar Bot. Lapok 4: 53. 1905.

**Opis:** Višegodišnja, zeljasta biljka. Stabla su uspravna ili polegla, visine 20–80 cm, obično od baze granata, dlakava. Listovi na drškama, široko eliptični ili jajasti, dužine 19–37 cm, pri čemu se veličina jako smanjuje ka vrhu izdanka. Liske su najšire oko sredine ili ispod nje. Osnova liske klinasto sužena ili zaobljena, apikalni deo se postepeno sužava u vrh. Listovi su dlakavi, sa žlezdanim trihomama koje su brojnije na naličju. Obod liske je oštro testerasto urezan. Brakteje u pazuhu listova su linearno lancetaste. Cvetovi su na dlakavim drškama, sakupljeni u cimozne cvasti, koje u gornjem delu stabla formiraju loptaste pršljenove. Razmak između pršljenova se smanjuje ka vrhu izdanka. Čašica je dužine 2,3–3,6 mm, cevasto zvonasta, sa istaknutim nervima, dlakava, pokrivena žlezdanim trihomama, zupci su oštro trouglasti. Krunica je dužine 6,0–8,0 mm, crveno-ljubičasta, ružičasta ili bela, dlakava spolja i unutra. Antere najčešće sterilne (prazne sa kratkim filamentima), kao i plodnici.  $2n=42, 66, 72, 78, 84, 90, 96, 120, 132$ . Cveti od jula do septembra (Harley, 1972).

**Stanište:** Naseljava vlažne livade, obale reka i potoka, močvare, ritove, često, ali ne i obavezno sa *M. arvensis* i *M. aquatica* (Harley, 1972).



**A**



**B**

Slika 15. Hibrid *M. × verticillata*; A - cvast (Lehmuskallio, 2020e), B – list (Lehmuskallio, 2020f)



Slika 16. Hibrid *M. × verticillata*; izgled cele biljke (Lehmuskallio, 2020d)

## 2.9 Fenolna jedinjenja roda *Mentha* – opšte karakteristike, prethodna istraživanja i vladajući stavovi

Fenolna jedinjenja imaju u svom sastavu najmanje jedan aromatični prsten, sa jednom ili više hidroksilnih grupa. Kao sekundarni metaboliti široko su zastupljeni kod biljaka i smatra se da obuhvataju više od 8.000 jedinjenja (Dai i Mumper, 2010). Sintetišu se u biljnim ćelijama u toku čitavog života jedinke, kako u normalnim uslovima, tako i kao odgovor na određeni stres. Nisu od vitalnog značaja za rast i razvoj, ali su važna karika u procesu razmnožavanja, odbrane i u odnosima sa biotičkim i abiotičkim faktorima spoljašnje sredine. Predstavljaju ključna jedinjenja koja su omogućila uspešnu adaptaciju prvim kopnenim biljkama jer rade kao svojevrsni „UV paravani”, štiteći biljna tkiva i ćelije od sunčevih zraka. Sinteza fenolnih jedinjenja je primarno genetski determinisana, međutim pokazano je da na njihovu akumulaciju u biljnim tkivima snažno utiče fenofaza, klima, uslovi gajenja i stres, a taj stres može biti bilo kakva povreda ili neki vid interakcije sa bakterijama, virusima ili gljivama (Cheynier i sar., 2013). Dodatno, biljni fenoli mogu da utiču na esencijalne fiziološke procese kao što je regulacija transkripcije, permeabilnost membrane, signalna transdukcija, mogu da indukuju ili inhibiraju oksidativne procese i utiču na intenzitet fotosinteze i ćelijskog disanja (Bidel i sar., 2010).

Fenolna jedinjenja sve više privlače pažnju naučnika zbog svojih antioksidativnih osobina, usled kojih mogu smanjiti rizik od nekih bolesti modernog doba, u prvom redu dijabetesa, kardiovaskularnih bolesti, bolesti nervnog sistema, tumora, a mogu usporiti i starenje (Ames i sar., 1993; Dai i Mumper, 2010;). Antioksidansi se mogu definisati kao komponente koje mogu da odlože ili spreče oksidaciju drugih biomolekula (enzima, proteina, nukleinskih kiselina i lipida), jer imaju sposobnost da budu donori atoma vodonika, elektrona i da heliraju katjone metala i tako neutrališu slobodne radikale, odnosno ublaže oksidativni stres (Afanas'ev i sar., 1989; Dai i Mumper, 2010). Fenolna jedinjenja predstavljaju jednu od najbrojnijih grupa sekundarnih biomolekula biljaka koje karakteriše prisustvo fenolnih grupa koje su najčešće i odgovorne za njihovu biološku aktivnost. Kao najznačajniji izdvajaju se fenolne kiseline, fenilpropanoidi, flavonoidi, lignani, stilbenoidi, tanini, antrahinoni i drugi. Fenolne kiseline se mogu podeliti u dve klase: derivati benzoeve (npr. galna kiselina) i derivati cimetine kiseline (npr.

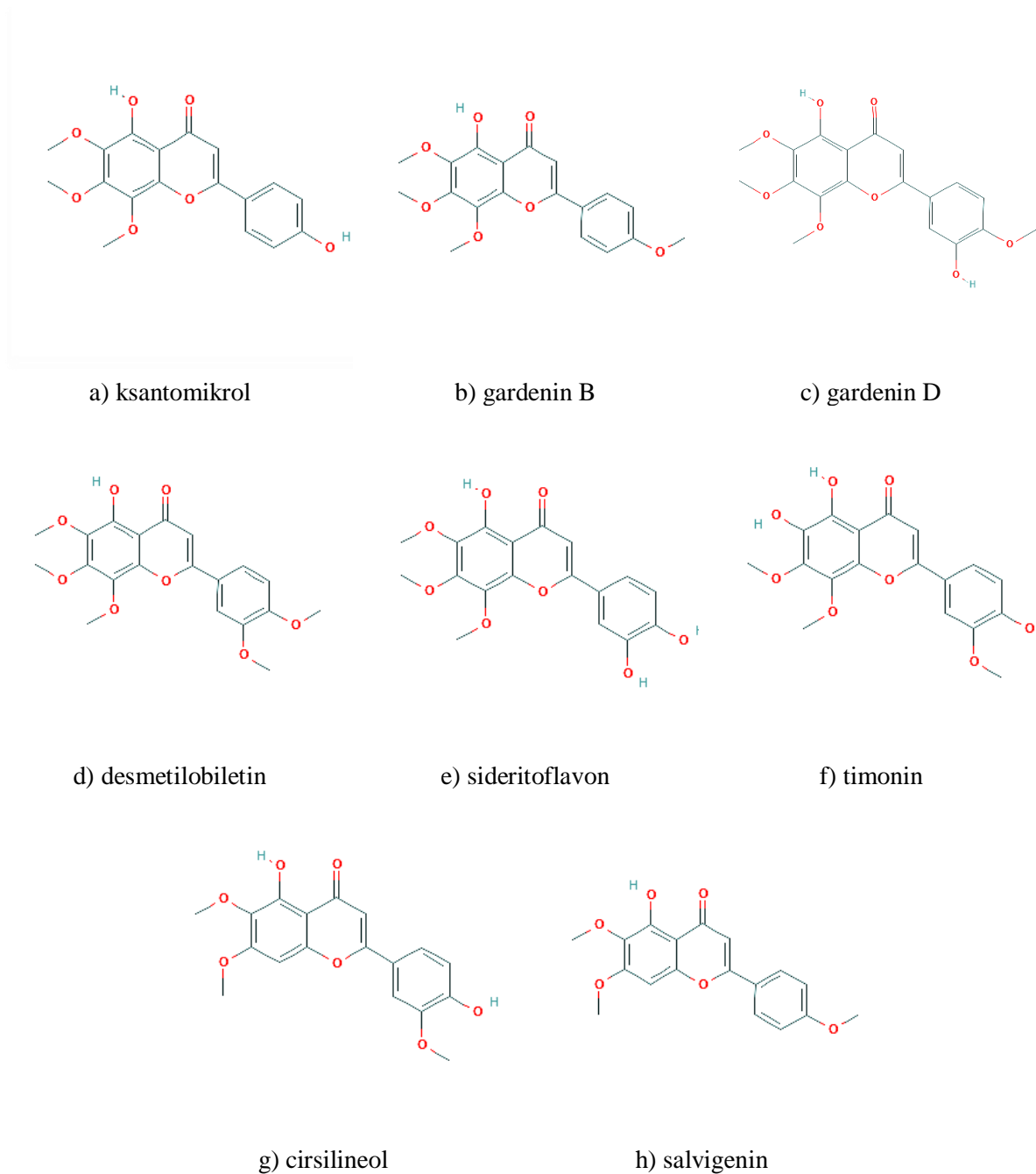
kumarinska, kafena ili ferulna kiselina) (Dai i Mumper, 2010). Flavonoidi su fenolna jedinjenja različitih hemijskih struktura i osobina, široko rasprostranjena u biljkama. Do danas je identifikovano preko 4.000 različitih flavonoida (Cook i Samman, 1996).

Sastav fenolnih jedinjenja kod predstavnika roda *Mentha* je vrlo dobro istražen i pokazano je da je veoma bogat fenolnim kiselinama i flavonoidima. Sumirajući dotadašnje podatke o fenolnom sadržaju roda *Mentha*, izdvojeni su kafena kiselina i njeni derivati (npr. ruzmarinska i hlorogenska kiselina) kao glavna fenolna jedinjenja, zabeležena kako kod najvećeg broja predstavnika, tako i u najvećoj koncentraciji (Pereira i Cardoso, 2013; Brahma i sar., 2017a). Ruzmarinska kiselina (estar kafene i (3,4-dihidroksifenil) mlečne kiseline) je jedinjenje koje se koristi kao osnovni hemotaksonomski marker usnatica, s obzirom da se javlja isključivo u potporodici Nepetoideae i prati je relativno visok sadržaj etarskog ulja u biljkama. Predstavnicima ostalih potporodica uglavnom sadrže iridoide i obično manju količinu etarskog ulja (Takhtajan, 2009).

Pored navedenih jedinjenja, zabeleženo je i fragmentarno prisustvo sledećih kiselina ili derivata: nepetoidin A i B, magnezijum i natrijum litospermat B, litospermična, salvianolična, cinaminska, gentizinska, protokatehinska, hidroksibenzoeva i vanilinska kiselina (Pereira i Cardoso, 2013). Za rod *Mentha* su generalno karakteristični nisko polarni visokometilovani flavonoidi, kao na primer ksantomikrol, gardenin B i D, desmetilobiletin, sideritoflavon, timonin, cirsilineol, salvigenin (SL. 17 a-h) (Mimica-Dukić i Božin, 2008), a beleže se i luteolin i apigenin i njihovi derivati, timuzin, peberlin, sorbiofolin, landanein i drugi. Od flavanona, najčešće su registrovani eriodiktinol, eriocitrin, naringenin i hesperidin, dok se flavonoli i dihydroflavonoli (kvercetin, rutin i kemferol) navode u manjoj meri i to za *M. × piperita*. Prema diverzitetu fenolnih jedinjenja ističe se i najbolje istražen takson roda – *M. × piperita* (Pereira i Cardoso, 2013). Slično navedenom, Salehi i sar. (2018) izdvajaju ruzmarinsku kiselinu, glikozide luteolin, salvianoličnu kiselinu, eriocitrin i hesperidin kao glavne fenolne konstituente roda *Mentha*.

Veći broj studija je bio usmeren ka identifikaciji i kvantifikaciji potencijalno primenljivih fenolnih jedinjenja, a istraživana je i primena pojedinih fenolnih kiselina i/ili flavonoida kao hemotaksonomskih markera u porodici Lamiaceae i to pre svega, prisustvo nepetoidina A i B samo na nivou potporodice Nepetoideae (Grayer i sar., 2003). Dodatno, zabeležen je i značaj fenolnih jedinjenja u hemotaksonomiji unutar različitih rodova porodice Lamiaceae. Ispitivanjem sastava i distribucije flavonoida u evropskim vrstama roda *Teucrium* L. (Harborne i sar., 1986), kao i u rodu *Salvia* L. na području Irana (Kharazian, 2014), potvrđena je njihova primena u infrageneričkim podelama i za razdvajanje vrsta. Takođe, primenom nešto osetljivije metode Živković i sar. (2014) su izdvojili deset markera fenolne prirode koji imaju primenu u hemotaksonomiji roda *Nepeta* L. I u okviru roda *Mentha* bilo je nekoliko istraživanja koja su potvrdila ograničenu primenu fenolnih jedinjenja, koja bi mogla imati hemotaksonomski značaj, ali su te studije uglavnom bile sprovedene na malom uzorku taksona ili primenjivane za razdvajanje klonova *M. × piperita*.

S druge strane, iako je upotreba fenolnih jedinjenja u hemotaksonomske svrhe uobičajena, njihov sastav kod predstavnika roda *Mentha* može da varira u zavisnosti od starosti biljke (Fialova i sar., 2015), načina pripreme uzorka i primenjene analitičke tehnike (Stanisavljević i sar., 2012; Tzima i sar., 2018; Safaiee i sar., 2019), sezonski (Cirlini i sar., 2016), tipa organa koji su korišteni u analizama, ekoloških uslova na staništu (Fletcher i sar., 2010) i fenofaze (Karray-Bouraoui i sar., 2010; Salem i sar., 2018).



Slika 17. Hemijske strukture najznačajnijih nisko polarnih visokometilovanih flavonoida u rodu *Mentha*

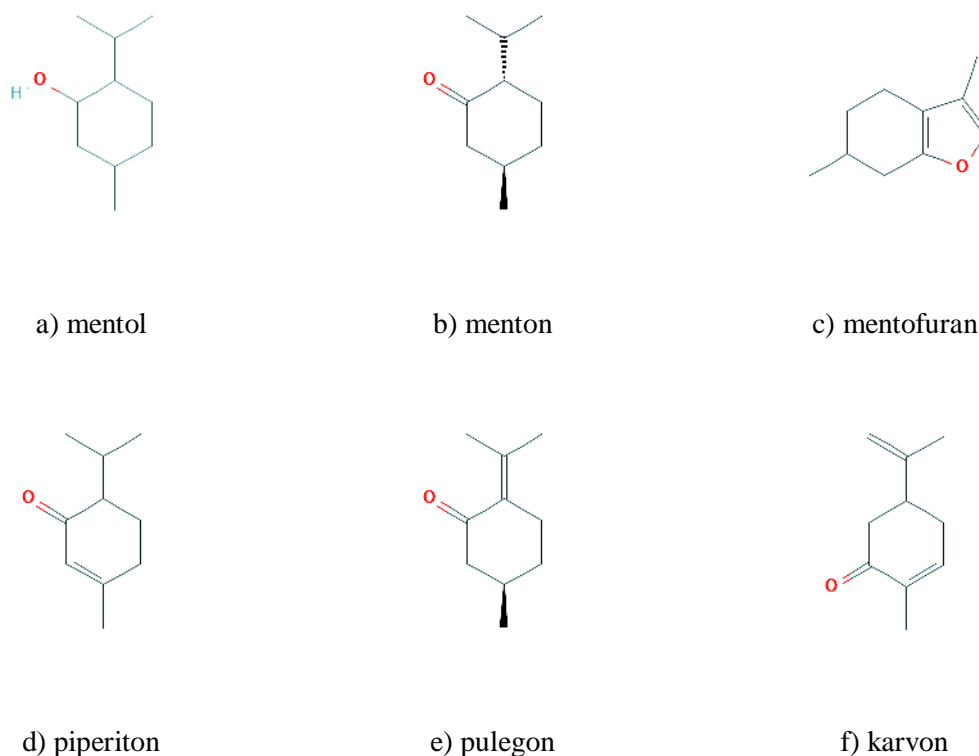
## 2.10 Etarska ulja roda *Mentha* – opšte karakteristike, prethodna istraživanja i vladajući stavovi

Etarska ulja su prema svojoj prirodi isparljiva i predstavljaju kompleksnu mešavinu mono- i seskviterpena (Franz i Novak, 2010), ali u svom sastavu mogu sadržati i diterpene, fenilpropanoide, sumporna i cijanogena jedinjenja. Kod roda *Mentha* sintetišu se u specijalnim peltatnim i kapitatnim žlezdanim dlakama, koje se nalaze kako na vegetativnim, tako i na i generativnim delovima biljaka (Maffei i sar., 2007).

Kao što je već ranije naglašeno, kao produkti sekundarnog metabolizma biljaka, etarska ulja imaju širok spektar uloga. Pre svega, privlače oprašivače i životinje koje raznose semena,

deluju kao signalni molekuli u ćelijskoj komunikaciji, sprečavaju povećanu transpiraciju, brane biljku od herbivora i patogena (Dudareva i Pichersky, 2008; Silva i Câmara., 2013). Takođe, povećana sinteza ovih jedinjenja može da bude odgovor na povišen oksidativni stres (Loreto i Schnitzler, 2010). Za čoveka imaju nemerljiv značaj zbog farmakoloških i terapijskih svojstava (Edris, 2007), a neka od njih su i značajan izvor za sintezu novih lekova (Maffei i sar., 2011), te predstavljaju najdetaljnije proučenu grupu sekundarnih biomolekula (Pichersky i sar., 2006). Kvalitativni i kvantitativni sastav isparljivih jedinjenja može biti analiziran primenom različitih tehnika gasne hromatografije (Maffei i sar., 2011). Etarsko ulje se prvenstveno dobija hidrodestilacijom i to je jedan od najčešće primenjivanih metoda izolacije kod predstavnika roda *Mentha*, ali i destilacijom vodenom parom, ekstrakcijom pod povišenim pritiskom, anfleraž postupkom, a manji broj studija je sproveden direktno na svježem ili suvom biljnom materijalu (Díaz-Maroto i sar., 2007; Antal i sar., 2011; Barros i sar., 2015; Buleandra i sar., 2016; Park i sar., 2016).

Najbrojnija i uglavnom dominantna jedinjenja u etarskim uljima predstavnika roda *Mentha* su monoterpeni C3-oksidovalane *p*-mentanske klase (npr. mentol i menton i njihovi derivati, pulegon, piperiton i piperitenon) ili C6-oksidovalane *p*-mentane (npr. karvon) (Croteau, 1991; Mamadalieva i sar., 2020), od kojih su neki prikazani na slici 18 (a-f). Međutim, kod pojedinih taksona javljaju se i specifičnosti u sastavu etarskog ulja, kao što je prisustvo mentofurana (Sl. 18, c) u *M. aquatica* i hibridima kojima je ova vrsta roditelj (Božin i sar., 2006).



Slika 18. Hemijske strukture najznačajnijih isparljivih jedinjenja roda *Mentha*

Isparljiva jedinjenja su se pokazala i kao dobri markeri u hemotaksonomiji porodice Lamiaceae, na primer u okviru roda *Stachys* L. (Bilušić Vundać, 2019), vrsta *Origanum vulgare* L. (Lukas i sar., 2015) i *Salvia officinalis* L. (Craft i sar., 2017), ali i unutar roda *Mentha*

(Kokkini i Vokou, 1989; Kokkini, 1991; Yahia i sar., 2019). Terpeni su najdetaljnije ispitani kod komercijalno gajenih predstavnika roda, pre svega u okviru *M. × piperita* i *M. spicata*, ali i kod *M. × gracilis*, *M. arvensis*, *M. pulegium* (Lawrence, 2007a). Ostale vrste su slabije istraživane, a hibridni taksoni često i zanemareni (Lawrence, 2007b). Ono što je možda glavni problem kod roda *Mentha* jeste što se usled hibridizacije populacije često sastoje od vrsta i njihovih hibrida, što sigurno utiče na krajnje rezultate hemijskih studija. Uprkos stabilnom kvalitativnom sastavu isparljivih komponenti gajenih oblika, populacije u prirodi pokazuju značajne varijacije (Kokkini, 1992). Na sastav isparljivih jedinjenja sigurno utiče genski sklop, skup spoljašnjih faktora koji deluju na biljku, stepen ontogenetskog razvoja, organ koji je korišćen u analizi, kao i efekti prilikom obrade i analize materijala (Lawrence, 2007c; Salehi i sar., 2018). Ima dokaza da sastav etarskih ulja kod pojedinih taksona roda *Mentha* varira sezonski (Hussain i sar., 2010; Zouari-Bouassida i sar., 2018) i u zavisnosti od fenofaze (Božin i sar., 2006). Uprkos tim varijacijama, analiza isparljivih komponenti se smatra veoma značajnom za bolje poznavanje vrsta, kao i definisnje obrazaca geografske i infraspecijske diferencijacije (Kokkini, 1992).

## 2.11 Prethodna istraživanja roda *Mentha* na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije

Rod *Mentha* je intenzivno istraživao sa raznih aspekata botanike i srodnih nauka, upotrebom različitih karaktera, od genetičkih, preko morfoloških do anatomskih, a najviše primenom biohemijskih metoda u cilju određivanja kvalitativnog i kvantitativnog sastava etarskog ulja i fenolnih jedinjenja, gde izuzetak nisu bile ni države Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije. Ipak, i pored velikog broja studija, na datom području i dalje postoje brojni problemi. Nejasan je realan broj taksona u rodu, njihov sistematski položaj, stepen morfološke i hemijske varijabilnosti, učestalost pojave ginodiecizma, kao i međusobni odnosi u grupi *Spicata*, čiji karakteri za razdvajanje bi se mogli okarakterisati kao nedovoljno jasni. Takođe, taksoni roda *Mentha*, ali i češće navođenje vrsta bez jasnog navođenja taksona ili hibrida česti su u etnobotaničkim studijama koje su sprovedene na istraživanom području.

Dugi niz godina, od kraja 70-tih i tokom 80-tih godina XX veka, na području Srbije vršena su taksonomska istraživanja roda *Mentha*, gde su najveći doprinos dali Radiša Jančić, (Jančić, 1984a), a potom i Neda Mimica-Dukić (Mimica-Dukić, 1992), kroz svoje doktorske disertacije. Koristeći morfološke, atomske i hemijske karaktere Jančić je doprineo boljem poznavanju anatomije (Jančić, 1984b) i palinologije roda (Jančić i Polić, 1989), biologije i taksonomije *M. aquatica* (Jančić, 1984c), *M. longifolia* i *M. spicata* (Jančić, 1987a), fenomenu hibridizacije (Jančić, 1986, 1987b), a opisao je i jedan novi takson (*M. serbica* Jančić) sa područja Srbije u klisuri reke Beli Rzav (Jančić, 1988-1989), čiji status se može definisati kao nerešen (The Plant List, 2013). Kroz ove studije, dat je izuzetan prikaz taksonomskih relacija i odnosa unutar tipične sekcije, hibridizacije i karaktera koji bi imali taksonomski značaj, a date su i smernice za buduća istraživanja. U svoje morfološke analize Jančić, kao ni ostali istraživači, nije uključivao vrstu *M. pulegium*, jer se ona jako dobro razlikuje od svih ostalih vrsta. Njegova hemijska istraživanja su podrazumevala kvalitativne i kvantitativne karakteristike etarskih ulja, što je u skladu sa tadašnjim mogućnostima i dostupnim metodama. Sa hemijske i farmakološke strane, nemerljiv doprinos na području Srbije dala je Mimica-Dukić sa saradnicima, koji su analizirali sadržaj sadržaj fenolnih jedinjenja *M. longifolia* i pokazali njihov farmakološki značaj (Mimica-Dukić i sar., 1996, 1999), a potom i sadržaj etarskog ulja *M. × piperita*, *M. longifolia*, *M. arvensis* i *M. aquatica*, ispitujući antimikrobno i/ili antioksidativno dejstvo (Mimica-Dukić i sar., 1993, 2003; Božin i sar., 2006), da bi na

kraju ukazali na farmakološki značaj roda (Mimica-Dukić i Božin, 2007, 2008) kao izvor sekundarnih metabolita, ali i na potencijalne interakcije sa pojedinim grupama lekova (Samojlik i sar., 2012). Nakon toga, interes za nane ne jenjava, ali i dalje studije idu u pravcu komercijalnih taksona, njihove primenljivosti i korišćenja novih analitičkih tehnika za razdvajanje željenih molekula. Ipak, postoje saopštenja o sveukupnom diverzitetu i distribuciji predstavnika roda (Anačkov i sar., 2011), kao i diverzitetu i distribuciji hibrida nana (Bokić i sar., 2015) u Panonskom delu Srbije (Vojvodina).

Grčka je zahvaljujući istraživanjima Stele Kokkini i saradnicima veoma detaljno proučena sa aspekta hemijskog sastava roda *Mentha*, a posebno grupa *Spicata* i vrsta *M. spicata*. Kokkini i saradnici su ispitujući sastav etarskih ulja najpre ukazali na postojanje velike hemijske varijabilnosti u Grčkoj, a potom i definisali nekoliko linija i hemotipova na osnovu dominantnog jedinjenja u uzorku (Kokkini i Vokou, 1989; Kokkini, 1991), da bi posledično okarakterisali etarska ulja kao značajne hemotaksonomske markere u rodu *Mentha* (Kokkini, 1992). Potom dokazuju da sastav etarskog ulja varira između i unutar vrsta (Kokkini i Papageorgiou, 1988; Kokkini i sar., 1995, 2001), sezonski (Kofidis i sar., 2004), u zavisnosti od ispitivanog organa (Cook i sar., 2007), ali i da se kod *M. pulegium* može uočiti klinalni obrazac varijacije (Kokkini i sar., 2003), što potvrđuju Kanakkis i sar. (2011). Za područja Severne Makedonije, Hrvatske, Crne Gore i Slovenije u novije vreme ne postoje dostupni radovi koji su imali za cilj analizu morfološke varijabilnosti roda, osim kratkog saopštenja Bokić i sar. (2016) u kome se analizira varijabilnost morfoloških karaktera vrsta roda *Mentha* sa područja Severne Makedonije. Uglavnom su istraživači bili usmereni ka određivanju sastava etarskog ulja ili procenjivanja antioksidativne, antimikrobne i antifungalne aktivnosti, pa su *M. × piperita* (Kostik i Bauer., 2015; Mihajlov i Kostadinović Veličkovska, 2015; Damjanović Vratnica i sar., 2016), *M. arvensis* (Atanasova i sar., 2016; Kostadinović Veličkovska i Mihajlov, 2017) i *M. longifolia* (Mastelić i Jerković, 2002) bile predmet nekoliko studija u navedenim državama. Jedna od integrativnih studija koja je ukazala na poreklo hibrida i karaktere koji najviše diprinose razdvajanju kritičnih taksona, a sadržala je uzorke sa područja Slovačke i Bosne i Hercegovine, urađena je od strane Šarić-Kundalić i sar. (2009). Dodatno, na području Bosne i Hercegovine analiziran je hemijski sastav, antimikrobni i antioksidativni potencijal *M. longifolia* (Nikšić i sar., 2012), hemijski sastav i antioksidativno dejstvo *M. pulegium* (Politeo i sar., 2018), hemijski sastav i baktericidno dejstvo *M. × piperita* (Marjanović-Balaban i sar., 2018), kao i potencijal *M. aquatica* za fitoremedijaciju (Dahija i sar., 2019). Na području Bugarske je, osim ispitivanja sastava etarskog ulja (Stoyanova i sar., 1999) i antioksidativne aktivnosti *M. × piperita* (Karamalkova, 2018) i *M. pulegium* (Stoyanova i sar., 2005), izvršena i analiza genetičke varijabilnosti primenom ISSR markera koji mogu biti uspešno korišteni za identifikaciju i razdvajanje *M. pulegium*, *M. spicata*, *M. longifolia*, *M. aquatica* i *M. × piperita* (Apostolova i sar., 2016).

Ipak, mora se napomenuti da su eksperti roda (Harley, R.M., Brighton, C.A., Tucker, A.O., Naczi, R.F.C., Lawrence, B.M., Maffei, M., Chambers, H.A.) u svoje morfološke, kariološke, hemijske, molekularne ili integrativne studije uključili primerke sa ovog istraživnog područja, za razliku od ostalih istraživača koji su se bavili genetičkim diverzitetom i filogenetskim odnosima, sa izuzetkom Gobert i sar. (2002) i Vining i sar. (2019) koji su analizirali po jedan primerak iz Bugarske.



## 2.12 Etnobotanički značaj roda *Mentha* na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije

Etnobotaničke studije sprovedene na određenom prostoru omogućavaju uvid u korišćenje i značaj nekih biljaka u svakodnevnom životu i tradiciji naroda tog podneblja. Slično je i sa grupom nana, koje su zastupljene u svakodnevnoj upotrebi čoveka na širokom prostoru Balkanskog poluostrva i Panonske nizije.

Predstavnici roda *Mentha* prepoznati su kao aromatične i lekovite biljke, koje se tradicionalno koriste među narodima Balkanskog poluostrva i Panonske nizije, na području Srbije, Grčke, Bosne i Hercegovine, Severne Makedonije, Bugarske, Hrvatske, Slovenije i Rumunije za lečenje i prevenciju velikog broja oboljenja. Na osnovu detaljnih etnobotaničkih studija, najčešće su u upotrebi *M. × piperita*, *M. pulegium*, *M. longifolia* i *M. spicata*, a u manjoj meri *M. suaveolens*, *M. × villosa-nervata*, *M. × villosa*, *M. × gentilis*, *M. × gracilis*, *M. arvensis* i *M. rotundifolia*, kao tretman kod bolesti respiratornog, kardiovaskularnog, gastrointestinalnog, urogenitalnog i nervnog sistema (Hanildou i sar., 2004; Jarić i sar., 2006, 2014a, 2014b, 2015; Karousou i sar., 2006; Mustafa i sar., 2020; Savić i sar., 2019; Šavikin i sar., 2013; Šarić-Kundalić i sar. 2010, 2011), gaje se kao dekorativne biljke (Hanildou i sar., 2004), koriste se za pripremanje čaja (Jarić i sar., 2006; Hajdari i sar. 2020), različitih napitaka (Soukand i sar. 2015; Varga i sar., 2019; Łuczaj i sar., 2019) i kao začim (Jarić i sar., 2006; Nedelcheva, 2013; Pieroni i sar., 2013; Šavikin i sar., 2013). Navode i kao "*biljke koje mogu da leče sve*" (Pieroni i sar., 2011; Nedelcheva i sar. 2017), ali je poznato da prekomerna upotreba čaja od *M. longifolia* ili *M. pulegium* može biti otrovna i negativno delovati na organizam zbog visokog sadržaja pulegona, koji je potvrđeni abortiv (Hausner i Poppenga, 2013; Pieroni i sar. 2013).

Postoje zapisi da su tokom srednjeg veka na području Srbije nane smatrane svetim biljkama koje su monasi sadili i koristili. Zabeleženo je da se *M. × piperita* primenjivala za lečenje paradontoze i karijesa, dok se *M. pulegium* koristila kao antiemetik i antihelmitik, za lečenje mastitisa, abdominalnih bolova, glavobolje, migrene, bolesti jetre i pneumonije (Jarić i sar. 2014a). Ipak, na području Rumunije i istočnoevropskih država zabeleženo je da se listovi nana koriste za lečenje dermatoloških problema i promena (utrikarije, rane i ožiljci nastali usled hiperpigmentacije), elefantijaze, seboreje, opadanja kose i za ispiranje usta jer ispoljavaju snažno antimikrobno-i analgetsko dejstvo, pojačavaju znojenje i snižavaju temperaturu (Gilca i sar. 2018).

U Grčkoj je zabeležen najveći spektar delovanja i bolesti za koje su se primenjivale ili se i danas primenjuju neki predstavnici roda *Mentha*. Generalno se koriste za snižavanje nivoa holesterola, lečenje hipertenzije, prehlade, mučnine i povraćanja, dijareje, naduvenosti, dispepsije, čireva, deluju umirujuće kao sedativ, ublažuju glavobolje i vrtoglavice, a koriste se i kao afodizijak. Osim toga, korisne su za čišćenje krvi, pozitivno deluju na oftalmološke probleme i na bolesti izazvane narušenim metabolizmom (Hanildou i sar., 2004; Karousou i sar., 2006; Tsioutsiou i sar., 2019). Takođe, *M. × piperita* se koristi i kao anestetik, analgetik, antiemetik, antiseptik, diuretik, sedativ, spazmolitik, tonik, ima antiinflamatorno i hepatoprotektivno dejstvo, a beleži se primena kod lečenje astme, crvenog vetra, prehlade, gripa, glavobolje i migrene. Navedeno je da se *M. × piperita* primenjuje i kao lek za bolesti srca, visoki pritisak, žuticu, bol u leđima i zubima, dijareju, dizenteriju, crevne upale, parazite, a upotrebljava se i za negu usta, zuba, stopala i smanjenje znojenja, utiče na metabolizam žuči, povoljno deluje kod zatvora, neuralgičnih simptoma, poremećaja varenja, ublažava hiperseksualnost muškaraca i primenljiva je za mnoge respiratorne, kožne i stomadne probleme. Zatim, *M. pulegium* se smatra anestetikom, antiemetikom, antiseptikom, afrodizijakom, karminativom, diuretikom, spazmolitikom, tonikom, sedativom,

antikonvulzivnim i hepatoprotektivnim agensom, a pozitivno utiče na metabolizam žuči i holesterola, kao i varenje. Koristi se za lečenje sifilisa, žutice, bolesti jetre, slezine, prehlade, gripa, magarećeg kašlja, dijabetesa, dijareje, dizenterije, crevnih upala i parazita, glavobolje, migrene, bolesti srca, visokog pritiska, zubobolje, respiratornih, stomačnih i kožnih problema, za higijenu usta i zuba, kod gojaznosti, a ublažava simptome dismenoreje i nemira (Hanildou i sar., 2004; Karousou i sar., 2006). Međutim, upotreba ove vrste je vrlo diskutabilna i rizična u trudnoći, s obzirom na abortivno delovanje (Hausner i Poppenga, 2013). Za *M. spicata* se navodi da deluje kao anestetik, analgetik, antiemetik, antiseptik, karminativ, diuretik, sedativ, spazmolitik, hepatoprotektiv i tonik, a može preventivno da deluje na nastanak kolere i kuge zbog antimikrobnog delovanja, a pozitivno utiče na metabolizam žuči i holesterola. Koristi se nakon trovanja i ujeda otrovnih životinja, kod unutrašnjih krvarenja, za lečenje artritisa, crvenog vetra, žutice, dijabetesa, prehlade, dijareje, dizenterije, crevnih parazita i upala, očnih problema, glavobolje, migrene, bolesti srca, visokog pritiska, za bolje varenje, higijenu usta i zuba, ublažavanje bola u uhu i zubima, za stimulaciju laktacije, mnoge respiratorne, kožne i stomačne probleme (Hanildou i sar., 2004; Karousou i sar., 2006; Vokou i sar., 2013). Vrsta *M. longifolia* je analgetik, antiemetik, afrodisijak, diuretik, sedativ, spazmolitik, tonik, hepatoprotektiv, ima antiinflamatorno dejstvo. Koristi se za čišćenje krvi, lečenje dijareje, dizenterije, groznice, glavobolje, migrene, hemoroida, visokog pritiska, crevnih parazita, kamena u bubregu, sunčanice, pozitivno deluje na metabolizam holesterola, žuči, simptome zatvora, varenje, zarastanje rana, primenjuje se nakon ujeda, za higijenu usta i zuba, kod stomačnih, respiratornih i kožnih problema. Takson hibridnog porekla *M. villosa-nervata* je antiemetik, afrodisijak, sedativ, spazmolitik, tonik, koji se koristi za čišćenje krvi, lečenje dijareje, dizenterije, glavobolje, migrene, visokog pritiska, kamena u bubregu, a pozitivno utiče na metabolizam holesterola, varenje, stomačne probleme. *M. suaveolens* je okarakterisana kao vrsta sa antikonvulzivnim i sedativnim dejstvom, koja pozitivno utiče na varenje i koristi se za lečenje prehlade, gripa, reumatizma, generalno respiratornih i kožnih problema (Hanildou i sar., 2004; Karousou i sar., 2006).

Na području Bugarske izdvaja se primena *M. pulegium* za lečenje bolesti jetre, želuca, gornjeg abdomena i žutice (Ivancheva i Stancheva, 2000) i *M. spicata* u vidu čaja za lečenje bola u stomaku, dijareje, prehlade, glavobolje, kašlja (Koleva i sar., 2015; Nedelcheva i sar. 2017). Severna Makedonija, Slovenija i Hrvatska nisu etnobotanički detaljno istražene, ali se beleži korišćenje nana kod kašlja, bronhitisa i za opuštanje nervnog sistema (Rexhepi, 2018), ublažavanje simptoma prehlade, bolje spavanje, kod tretmana stomačnih i digestivnih problema (Lumpert i Kreft, 2017), kao i za bolje varenje, kod prehlade, zubobolje, reumatskih problema i upale mišića (Pfeiffer i sar. 2020).

U Bosni i Hercegovini se izdvaja primena velikog broja taksona roda *Mentha* koji se, samostalno ili u vidu mešavine koriste za lečenje širokog spektra bolesti. Uzimaju se prilikom lečenja bolesti digestivnog trakta, grčeva, gastritisa, dijareje, nadimanja, gasova i upale bešike. Dodatno, navodi se njihov značaj za čišćenje urinarnog trakta i krvi, lečenje insomnije, anksioznosti, depresije, migrene, glavobolje, aritmije, gingivitisa, upale grla, astme, prehlade, regulaciju menstrualnog ciklusa, a eksterno se primenjuju kod bolova u leđima i reume. Vrsta *M. pulegium* se primenjuje za regulaciju varenja, ublažavanje predmenstrualnih simptoma, kod prehlade, upale bubrega i srčanih problema (Šarić-Kundalić i sar. 2010, 2011, 2016; Redžić, 2007). Takođe, osim pomenutih bolesti, *M. × piperita* je korisna za opšte jačanje organizma (Šarić-Kundalić i sar., 2016).

Na području Srbije i Kosova nane su veoma popularne kao aromatične i lekovite. Najčešće se navodi *M. × piperita*, koja kao antiastmatik, antiseptik, antispazmodik, karminativ, diaporetik, diuretik i sedativ, ima širok spektar tradicionalne upotrebe. Zbog navedenog se koristi za čišćenje

krvi, ispiranje usta, snižavanje temperature, povećano znojenje, za ublažavanje reume, bolova u vratu i leđima, za lečenje dijabetesa, gingivitisa, cistitisa, prehlade, grupa, upale grla, anksioznosti, glavobolje i migrene. Kod bolesti ženskog reproduktivnog, urinarnog i gastrointestinalnog sistema ima pozitivno dejstvo na varenje, bolove, grčeve, dijareju, zatvor, čireve, gastritis, kao i za generalno poboljšanje disanja i opšteg zdravlja (Jarić i sar., 2006, 2014a, 2014b, 2015; Savić i sar., 2019; Šavikin i sar., 2013; Mustafa i sar., 2020). Pored nje, izdvaja se primena *M. pulegium* koja se smatra antispazmodikom, antiseptikom, karminativom i sedativom. Primenjuje se za regulaciju varenja i pojačanog znojenja, kao i za lečenje stomačnih problema, čira, dijareje, prehlade, gripa, glavobolje, otežanog i bolnog mokrenja. Pogodna je za inhalaciju, deluje na kontrakcije srca i ima umirujuće dejstvo (Jarić i sar., 2006, 2014a, 2014b, 2015; Zlatković i sar., 2014). Vrsta *M. spicata* je korisna za lečenje respiratornih problema, laringitisa, bolesti ženskog reproduktivnog sistema (Jarić i sar., 2015), ublažavanje mučnine, povraćanja, bolova i problema digestivnog trakta (Pieroni i sar., 2011). Vrsta *M. longifolia* se u vidu čaja konzumira kao sedativ jer deluje opuštajuće na nervni sistem (Jarić i sar., 2006; Mustafa i sar., 2012), ali i za lečenje mioma, digestivnih poremećaja, spazma, dijareje, prehlade, temperature, bronhitisa, glavobolje i upale pluća (Jarić i sar., 2006; Savić i sar., 2019; Mustafa i sar., 2012, 2020), kao i prilikom mučnina, povraćanja, bolova i problema digestivnog trakta (Pieroni i sar., 2011).

### 3. CILJEVI

I pored mnogobrojnih višedecenijskih istraživanja, na području Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije ne postoji objedinjena studija taksona roda *Mentha*. Uz veoma dobro nasleđe i izdvajanje mnogih problema, ipak nisu donešeni jasni zaključci, na osnovu čega su definisani ciljevi doktorske disertacije:

- Analiza morfoloških karakteristika vegetativnih i reproduktivnih organa odabranih predstavnika roda *Mentha* (grupe taksona u okviru vrste *M. longifolia*, *M. spicata*, *M. microphylla*) i utvrđivanje njihove inter- i intraspecijske varijabilnosti.
- Komparativna analiza odabranih karaktera, procena njihovog udela u varijabilnosti, kao i razjašnjenje taksonomske problematike međusobno sličnih taksona roda na istraživanom području.
- Definisane morfoloških i/ili hemijskih karaktera koji bi doprineli boljem razlikovanju morfološki sličnih taksona, u cilju njihove jednostavnije identifikacije i razdvajanja na istraživanom području.
- Utvrđivanje pojave učestalosti muške sterilnosti u cvetovima populacija *M. pulegium*, *M. longifolia*, *M. spicata* i *M. microphylla* radi upoznavanja biologije datih vrsta na istraživanom području.
- Primarna hemijska karakterizacija roda *Mentha* – kvantitativna analiza ukupnog sadržaja fenola i flavonoida, radi ukazivanja na potencijalne prirodne izvore na istraživanom području.
- Sekundarna hemijska karakterizacija roda *Mentha* visokoeфикаsnom tečnom hromatografijom (HPLC) uz odabrana fenolna jedinjenja u cilju utvrđivanja inter- i intraspecijskih razlika.
- Tercijarna hemijska karakterizacija *headspace* gasno-masenom spektrofotometrijom (GC-MS), odnosno analiza isparljivih komponenti predstavnika roda *Mentha*, radi utvrđivanja sastava na istraživanom području, poređenja sa dosadašnjim rezultatima i utvrđivanja interspecijskih razlika radi eventualne primene u hemotaksonomiji.

## 4. MATERIJAL I METODE

Biljni materijal korišćen u analizama morfološke i/ili hemijske karakterizacije roda *Mentha*, prikupljen je u toku terenskih istraživanja od 2013. do 2017. godine na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije (Vojvodina). Biljke su sakupljane na teritoriji Bosne i Hercegovine (BiH), Bugarske (B), Crne Gore (CG), Grčke, (G) Severne Makedonije (SM) i Srbije (S), a postoji i po jedan uzorak iz Albanije (A) i Slovenije (Sl). Osim biljnog materijala poreklom iz prirodnih populacija, studija obuhvata i nekoliko uzorka gajenih oblika roda *Mentha*, sa privatnih parcela u Panonskom delu istraživanog područja (Srbija, Vojvodina, atar sela Padej) sakupljenih 2013. i 2014. godine, kao i uzorke porekom iz kolekcija sa oglednih parcela Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Odeljenja za alternativne kulture i organsku proizvodnju u Bačkom Petrovcu, prikupljenih 2019. godine. Uzorci biljnog materijala iz prirodnih populacija su pretežno sa vlažnih staništa, kakva pripadnici roda *Mentha* i preferiraju i obuhvataju obale jezera, reka i bara, kanale, vodopade, livade, obode šuma i šumske čistine, kanjone i klisure. Pored toga, u uzorak je uključen i biljni materijal sakupljen sa netipičnih, suvljih (pašnjaci, stepe i slatine) ili čak kamenitih, kao i veštačkih (deponija, nasip) i ruderalnih staništa. Lokaliteta sa kojih je uzorkovan biljni materijal kreću se u rasponu od 3 (CG, Valdanos) do 1.939 (B, hiža Vihren) metara nadmorske visine, a nalaze se u okviru svih većih planinskih sistema na Balkanskom poluostrvu: Dinarski, Balkanski, Rodopski, Skardski (Šarski) i Pindski, na dve ostrvske planine u južnom delu Panonske nizije, kao i u nizijskim delovima Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije, pre svega u dolinama većih ili manjih vodenih površina, ali i u obalskom području Jadranskog i Jonskog mora.

### 4.1 Morfološke analize

Morfološke analize su obuhvatile morfometriju i ocenjivanje vegetativnih i generativnih karaktera odabranih taksona roda *Mentha*, u cilju analize varijabilnosti i primene u eventualnom razgraničenju međusobno sličnih taksona. Pored toga, izvršeno je istraživanje pojave ginodecizma u rodu *Mentha*, koje je uključilo procenu učestalosti pojave jednopolnih jednika sa funkcionalno ženskim cvetovima, u odnosu na dvopolne jedinke sa normalnim hermafroditnim cvetovima u populacijama, kao i merenje karaktera datih cvetova, u cilju definisanja kvantitativnih i kvalitativnih razlika. Informacije o tipu analize, lokalitetima, geografskim koordinatama, staništu, datumu i legatorima, za sve uzorke obuhvaćene morfološkim analizama i/ili preliminarnom analizom ginodecizma, date su u Prilogu (Tab. 2).

#### 4.1.1 Biljni materijal

Biljni materijal za morfološke analize vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* je sakupljan samo iz prirodnih populacija, u periodu cvetanja, od jula do septembra, uglavnom na vlažnim staništima Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije (Vojvodine), metodom slučajnog uzorka. Ukoliko se posmatra po državama, materijal je uzorkovan na području Bosne i Hercegovine (BiH), Bugarske (B), Crne Gore (CG), Grčke (G), Severne Makedonije (SM) i Srbije (S) (Sl. 19; Prilog, Tab. 2). Područje Slovenije, Hrvatske i Albanije nije obuhvaćeno dovoljnim brojem sakupljenih uzoraka, te odsustvuje iz analiza. Biljni

materijal potiče sa ukupno 85 lokaliteta, a sakupljena je 2.101 jedinka. U okviru istraživanih vrsta, najveći broj uzoraka pripada vrsti *M. longifolia* (br. populacija: 71, br. jedinki: 1.537), dok su vrste *M. microphylla* i *M. spicata* predstavljene manjim udelima (br. populacija: 10, 14, br. jedinki: 247, 317). Uglavnom su prikupljane cele biljke sa rizomom, od 10 do 30 jedinki po populaciji, sa obaveznim razmakom od 1 m između uzoraka, s obzirom da je veoma izraženo vegetativno razmnožavanje putem rizoma i stolona, a kako ne bi jedna jedinka bila uzorkovana više puta.

Za preliminarnu analizu ginodiecizma biljni materijal je prikupljen samo iz prirodnih populacija, u periodu cvetanja od jula do septembra, uglavnom na vlažnim staništima Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije (Vojvodine), metodom slučajnog uzorka. U okviru ove analize uzete su u obzir populacije vrsta *M. pulegium* (12), *M. longifolia* (16), *M. microphylla* (3) i *M. spicata* (5) koje broje isključivo po 30 jedinki. Ukupno je pregledano 36 populacija sa isto toliko lokaliteta, tj. 1.080 jedinki.

Nakon sakupljanja, biljni materijal je herbarizovan klasičnom metodom (Nikolić, 1996), a uzorkovani primerci su obeleženi standardnim oznakama operativnih taksonomskih jedinica (OTU).

Determinacija biljnog materijala izvršena je pomoću relevantnih ključeva za istraživano područje i/ili rod (Jávorka i Csapody, 1975; Harley, 1972; Janković, 1974; Harley i Кузманов, 1989; Tucker i Naczi, 2007), a po jedan eksikat iz svakog zasebnog uzorka je deponovan u kolekciju vaučera Herbarijuma Univerziteta u Novom Sadu (BUNS) (Thiers, 1997).

#### 4.1.2 Morfološki karakteri i merenje

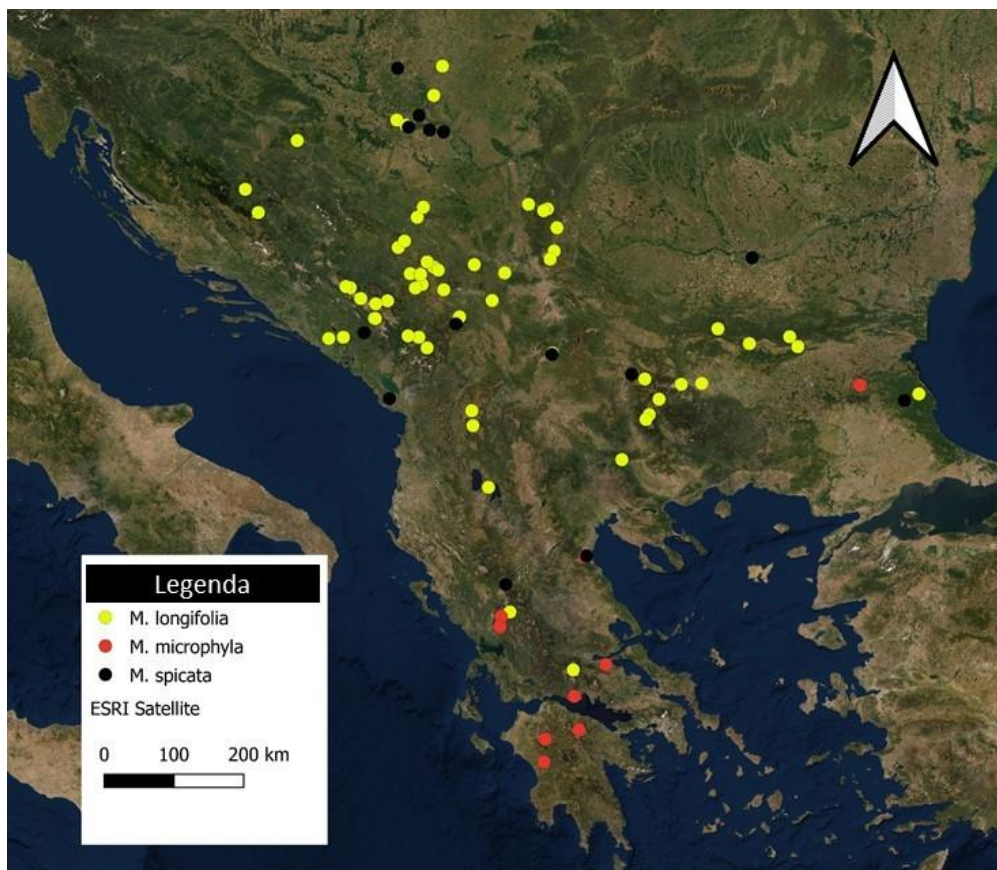
Kvantitativni i kvalitativni morfološki karakteri vegetativnog i generativnog regiona su mereni pomičnim merilom (preciznost 0,01 mm). Ipak, karakteri malih dimenzija su najpre fotografisani uz primenu binokularne lupe Leica M205c sa kamerom Leica DFC 290 HD, a potom mereni putem dobijenih fotografija u softveru Digimiser ver. 5.3.5 (MedCale Software, 2019).

Kako je sav biljni materijal bio u presovanom stanju, pre fotografisanja, ocenjivanja i merenja, listovi i cvetovi su bili podvrgnuti procesu rehidracije, koji je podrazumevao potapanje biljnog materijala u alkoholno-glicerinski vodeni rastvor u odnosu 4:4:2 odgovarajući vremenski period, po potrebi i uz zagrevanje do ključanja. Nakon rehidracije, cvetovi su disekovani radi pravljenja adekvatnih fotografija za merenje. Disekcija je obuhvatala pravljenje uzdužnog reza na čašici i krunici i postavljanje svih delova cveta i brakteje u odgovarajući položaj koji su potom fotografisani. Fotografije (preparati) korišteni tokom merenja prikazani su na slici 20, A-G.

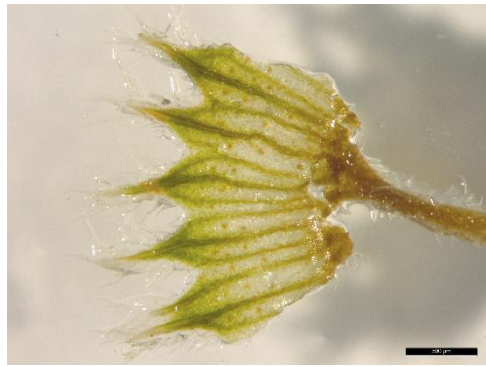
Odabir karaktera, metodologije disekovanja i merenja izvršeni su na osnovu prethodnih istraživanja (Jančić, 1984a; Tucker i Naczi, 2007, Šarić-Kundalić i sar., 2006; Cohen, 2019), florističkih dela relevantnih za područje (Janković, 1974; Harley, 1972; Harley i Кузманов, 1989) i rod (Briquet, 1894, 1896, 1896). Iako bi prema ključevima za determinaciju, vrste *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* trebalo dobro da se razlikuju na osnovu dijametra bazalne ćelije dlaka, to nikako nije bio slučaj sa ispitivanim uzorkom. Naprotiv, prilikom determinacije, kada je pokušano da se i taj karakter uvrsti kao diferencijalni, uočeno je da dijametar bazalne ćelije dlake varira u okviru jedne jedinke, kao i između jedinki u populaciji, te nije dalje razmatran. Dodatno, dimenzija antere je još jedan karakter koji se izdvaja kao diskriminatoran za ove tri vrste. Međutim, tokom

determinacije i merenja uočeno je da vrednosti nisu u saglasnosti sa literaturnim, ali je karakter korišten kako u identifikaciji, tako i u analizama. Na kraju, osobina „stepen dlakavosti“ koja je možda i značajna za razlikovanje analiziranih vrsta je nakon pregleda svih populacija isključena iz analize jer je karakteriše visoka subjektivnost prilikom ocenjivanja.

Ukupno je analizirano 58 karaktera, od kojih opisuju stablo (6), list (11), glavnu cvast (4), brakteje (3), čašicu (7), krunicu (13), prašnike (11), plodnik (1), stubić (1) i žig (1). Od ukupnog broja, 47 su bili kvantitativni, obuhvatajući 6 merističkih i 41 morfometrijski karakter (sa dve prosečne dužine i jednim odnosom) (Tab. 1), dok je 11 karaktera bilo kvalitativne prirode (Tab. 2). Listovi su uvek uzimani sa središnjih internodija stabla. Merenja su izvršena u Laboratoriji za sistematiku viših biljaka i fitogeografiju, Departmana za biologiju i ekologiju, Prirodno-matematičkog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu i Herbarijumu (BUNS).



Slika 19. Karta uzoraka vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* korištenih u analizi kvantitativnih i/ili kvalitativnih karaktera vegetativnog i generativnog regiona biljaka



**A**



**B**



**C**



**D**



**E**



**F**



**G**

Slika 20. Prikaz fotografija nakon sečenja korištenih za merenje: A – čaišica iznutra, B – čaišica spolja, C – krunica iznutra, D – krunica spolja, E – plodnik, F – stubić sa žigom, G – brakteja



Tabela 1. Analizirani kvantitativni i kvalitativni morfološki karakteri roda *Mentha*

Karakteristi vegetativnog dela biljke i cvasti			
Organ	Kvantitativni karakteri		Kvalitativni karakteri
	Morfometrijski karakteri	Meristički karakteri	
Stablo	1) visina do gl. cvasti 2) dužina c. inernodije	1) br. nodusa	1) položaj 2) grananje 3) tip dlaka
List	3) dužina 4) širina na sredini 5) širina pri bazi 6) dužina zubića na obodu 7) razmak između zubića na obodu	2) br. zubića	4) oblik 5) baza 6) vrh 7) obod 8) tip dlaka na naličju
Gl. cvast	8) dužina 9) širina		9) tip 10) međusobni odnos nodusa
Brakteja	10) dužina 11) širina u bazi		11) izgled
Karakteristi generativnog dela biljke (cvet)			
Čašica	12) širina zubića 13) dužina zubića 14) dužina cevi 15) ukupna dužina čašice (11+12)	3) br. nerava 4) br. zubića	
Krunica	16) širina pri bazi 17) širina na mestu nastanka f. 18) dužina ispod nastanka f. 19) dužina ispod odvajanja f. 20) max. dužina src. r. 01 21) max. širina src. r. 01 22) dužina bo. r. 02 23) max. širina bo. r. 02 24) dužina bo. r. 03 25) max. širina bo. r. 03 26) dužina n. r. 04 27) max. širina n. r. 04	5) br. režnjeva	
Prašnici	28) dužina f. 01 29) dužina f. 02 30) dužina f. 03 31) dužina f. 04 32) prosečna dužina f. 33) dužina a. 01 34) dužina a. 02 35) dužina a. 03 36) dužina a. 04 37) prosečna dužina a.	6) br. prašnika	
Plodnik	38) dužina		
Stubić	39) dužina		
Žig	40) dužina		

Odnos 1) dužine zubića i cevi čašice

Legenda: gl. – glavne/glavna, c. – centralne, max. – maksimalna, f. – filament, src. r. – srcasti režanj krunice, bo. r. – bočni režanj krunice, n. r. – „najduži” režanj krunice, a. – antera, br. – broj

Tabela 2. Stanja i objašnjenja analiziranih kvalitativnih karaktera stabla, lista, cvasti i brakteje roda *Mentha*

Kvalitativni karakteri	Stanja i objašnjenja karaktera
1) položaj stabla (PS)	0 – jednim delom poleglo (donjim ili do polovine), pa se uspravlja, 1 – izuvijano, ali uspravno, 2 – uspravno
2) grananje stabla (Gr)	0 – nije granato, 1 – vidljivi samo začeci, 2 – bogato granato, bočne cvasti uglavnom kratke, 3 – bogato granato, bočne cvasti uglavnom duže od glavne i dodatno granate, 4 – od baze/sa rizoma polazi više od jednog stabla
3) tip dlaka na stablu (TDs)	0 – proste, 1 – proste + razgranate
4) oblik lista (Obl)	0 – izduženo lancetast, 1 – jajast, 2 – jajasto-lancetast ili lancetasto-jajast, 3 – lancetast, 4 – lancetasto-okruglast, 5 – objajasto-lancetast, 6 – okruglast
5) baza lista (BL)	0 – nejednaka, sa jedne strane srcasta, sa druge klinasta, 1 – klinasta, 2 – ravna/ravno zaokružena/zaokružena, 3 – srcasto zaokružena/srcasta
6) vrh lista (BL)	0 – blago oštar, 1 – zaobljen/zatupast/zaokružen, 2 – oštar, kratak, 3 – oštar, veoma oštar, izdužen
7) obod lista (Ob)	0 – blago, valovito, jedva vidljivo, 1 – oštro, uglavnom nepravilno, jasno vidljivo, 2 – oštro-testerasto-valovito (talasasto)
8) tip dlaka na naličju lista (TDL)	0 – proste, 1 – proste + razgranate
9) tip glavne cvasti (TC)	0 – izdužen, pravi klas, 1 – skraćen, zdepast klas, 2 – okruglasta ili okrugla cvast
10) međusobni odnos nodusa u glavnoj cvasti (OdNC)	0 – svi nodusi spojeni, 1 – generalno spojeni nodusi + 1 ili nekoliko odvojenih pri bazi, 2 – svi nodusi vidljivo odvojeni, posebno donji, 3 – postoji samo jedan nodus
11) izgled brakteje (IB)	0 – donja nalik na list, okruglasto/lancetasto/jajasto perasta, a gornje linearno ušiljene, 1 – donja okruglasto/poluokruglasto ušiljena, nalik na mač, a gornje linearno ušiljene, 2 – donja lancetasto/jajasto ušiljena, a gornje linearno ušiljene, 3 – sve brakteje linearno ušiljene, štrče iz cvasti, 4 – sve brakteje linearno ušiljene, ne štrče, kraće i deblje, 5 – sve brakteje široko lancetasto/jajasto ušiljene, 6 – donja brakteja štapićasta, gornje linearno ušiljene

Napomena: u zagradama su date šifre karaktera koje su korištene u korespondentnim analizama

#### 4.1.3 Statistička obrada dobijenih podataka

Rezultati obrade kvantitativnih i kvalitativnih karaktera objedinjeni su u zasebne Excel baze podataka koje su korišćene za pojedinačne analize. Veličine datih baza su se razlikovale, pa je tako baza sa kvantitativnim karakterima vegetativnog regiona i cvasti bila sačinjena od 11 karaktera  $\times$  2.007 jedinki, dok je ona sa kvantitativnim podacima o generativnom regionu (cvet) i brakteji brojala 34 karaktera  $\times$  989 jedinki, a baza sa kvalitativnim karakterima vegetativnog regiona, brakteje i cvasti je objedinila 11 karaktera  $\times$  2.023 jedinice. Za podatke dobijene merenjem najpre je urađena osnovna statistika koja je obuhvatila sledeće parametre: srednju vrednost, opseg variranja (minimalnu i maksimalnu vrednost), varijansu, standardnu devijaciju i koeficijent varijacije, kao meru varijabilnosti pojedinih morfoloških karaktera. Koeficijent varijacije (CV) je korišćen zbog izražene fenotipske plastičnosti kod biljaka, tj. kao jedna od mogućnosti izražavanja njene veličine. Iako su u prvom analizom bili obuhvaćeni i meristički karakteri, oni su zbog neujednačenog rasporeda i veoma visoke varijabilnosti isključeni iz daljih analiza. Izračunati su i koeficijenti korelacije ( $r$ ) unutar i između tri *a priori* definisane vrste. Na osnovu korelacionih koeficijenata je moguće ukazati na postojanje eventualne povezanosti u stepenu variranja kvantitativnih karaktera, tj. moguće je izdvajanje korelacionih parova i/ili nizova kvantitativnih karaktera. Imajući u vidu da nije analiziran jednak broj jedinki i populacija ove tri vrste ni u jednoj analizi, nivo korelacije na relacijama među vrstama neće dati stvarnu sliku međuzavisnosti (Quicke, 1997), te se jedino može

sagledati sličnost u variranju karaktera na nivou grupa vrsta i to na sledećim relacijama: različiti organi, različiti delovi organa i različiti tipovi karaktera (Niketić, 2008).

Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) sa vrstom/populacijom kao faktorom primenjena je radi pokazivanja nivoa statističke značajnosti razlika u varijabilnosti analiziranih grupa po svakom kvantitativnom karakteru, kao i za sagledavanje variranja među i unutar grupa za svaki analizirani karakter.

U cilju utvrđivanja onih osobina koje najviše doprinose ukupnoj morfološkoj varijabilnosti kako u veličini, tako i u obliku uzorka u celini i grupa pojedinačno sprovedena je analiza glavnih komponenti (engl. *Principal Component Analysis* – PCA). PCA analiza je multivarijantna statistička metoda koja redukuje broj originalnih varijabli na manji broj novih, nazvanih glavne komponente, koje predstavljaju originalnu kombinaciju osnovnih varijabli. PCA analiza rađena je na jedinkama grupisanim prema populacijama, odnosno vrstama. S obzirom na velike razlike u vrednostima pojedinih osobina najpre je izvršena standardizacija originalnih merenja, čime je dobijena kovarijansna matrica koja predstavlja korelacionu matricu. U daljem postupku sledilo je izračunavanje vrednosti karakterističnih vektora (*eigenvectors*), koji daju koeficijente (opterećenja) kvantitativnih karaktera po glavnim komponentama. Karakteristični korenovi (*eigenvalues*) glavnih komponenti ukazuju na veličinu segmenta ukupne varijanse koji je opisan glavnim komponentama (Manly, 1986). Rezultati PCA analize su prikazani tabelarno (vrednosti karakterističnih korenova, kao i opterećenja kvantitativnih karaktera u odnosu na prve dve glavne ose) i grafički u vidu centroida u prostoru prve dve glavne ose.

Diskriminantna kanonijska analiza (engl. *Discriminant Canonical Analysis* – DCA) je multivarijantna statistička metoda koja služi za diskriminaciju grupa na osnovu velikog broja osobina, kao i za definisanje osobina koje najviše doprinose razdvajanju (Manly, 1986). Navedenom analizom utvrđene su morfološke razlike na multivarijantnom nivou između grupa (populacija ili vrsta), u cilju definisanja kombinacija kvantitativnih karaktera koje mogu poslužiti u diskriminaciji uzorka po grupama. Izvršeno je testiranje *a priori* definisanih grupa, a rezultati su prikazani tabelarno. Centroidi vrsta su predstavljeni u prostoru prve dve diskriminantne ose, tj grafički. Na osnovu vrednosti Mahalanobijusovih distanci izračunate su Euklidove distance koje su omogućile dalju UPGA klustersku analizu i formiranje fenograma koji pokazuje fenotipsku sličnost među uzorcima. Multifaktorska analiza varijanse (MANOVA) sa vrstom/populacijom kao faktorom korišćena je u cilju utvrđivanja razlika između uzoraka u odnosu na ukupnu morfološku varijabilnost uzorka.

Posmatranje kvalitativnih karaktera vršeno je na četiri biljna organa vegetativnog i generativnog regiona. Pre same analize izvršeno je kodiranje stanja karaktera i formirana je osnovna matrica, a sva zabeležena stanja i karateri prikazani su u tabeli 2. Kanonijska korespondentna analiza (engl. *Canonical Corespondent Analysis* – CCA) je sprovedena u cilju predstavljanja opšteg trenda uticaja različitih stanja kvalitativnih osobina na definisanje razlika između grupa (populacija/vrsta). Ovom analizom omogućeno je definisanje karaktera, stanja ili kombinacije stanja i karaktera koji najbolje definišu analizirane grupe. Izračunate su vrednosti opterećenja osobina po prve dve korespondentne ose prema vrstama i grafički su predstavljena u prostorima korespondentnih osa.

Za statističku obradu podataka korišćen je softverski paket Statistica, ver. 13.0 (Statsoft Inc., Tulsa, OK, USA).

## 4.2 Hemijske analize

Hemijske analize obuhvatile su 1) primarnu (određivanje ukupnog sadržaja fenola i flavonoida), 2) sekundarnu (analiza prisustva i distribucija odabranih fenolnih jedinjenja) i 3) tercijarnu (ispitivanje kvalitativnog i kvantitativnog sadržaja isparljivih jedinjenja prisutnih u biljnom materijalu) karakterizaciju predstavnika roda *Mentha* na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije (Vojvodini). Sve analize izvršene su u Laboratoriji za farmakognoziju i fitoterapiju, Zavoda za farmaciju i u Sektoru za kontrolu kvaliteta i analitiku Centra za medicinsko-farmaceutska istraživanja i kontrolu kvaliteta (CEMFIK) Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu.

### 4.2.1 Biljni materijal

Biljni materijal je za potrebe primarne, sekundarne i tercijarne karakterizacije sakupljan pre i u toku fenofaze cvetanja, na različitim staništima u okviru Balkanskog poluostrva i u južnom delu Panonske nizije. Generalno, najveći broj uzoraka potiče iz prirodnih populacija, nekoliko je sakupljeno sa privatne njive u ataru sela Padej (Srbija), a samo za potrebe tercijarne karakterizacije tri uzorka su gajena u Bašti Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Departmana za alternativne kulture i organsku proizvodnju u Bačkom Petrovcu. U okviru primarne i sekundarne hemijske karakterizacije analizirani su uzorci 11 taksona roda *Mentha* ali se broj uzoraka razlikovao. Za primarnu hemijsku karakterizaciju korišćeno je ukupno 157 uzoraka, dok je sekundarnom obuhvaćeno 138 uzoraka. Pojedinačan broj uzoraka u primarnoj i sekundarnoj hemijskoj karakterizaciji dat je u zagradama nakon naziva taksona: *M. aquatica* (sedam/osam), *M. arvensis* (jedan), *M. longifolia* (96/79), *M. microphylla* (sedam), *M. pulegium* (24/23), *M. spicata* (14/12), *M. × dumetorum* (tri), *M. × gentillis* (jedan), *M. × piperita* (jedan), *M. × piperita* 'Ruska crna' (dva) i *M. × verticillata* (jedan). Tercijarna hemijska karakterizacija sprovedena je na po jednom uzorku 11 taksona roda *Mentha* (osim u slučaju *M. spicata* gde su uključena dva): *M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. longifolia*, *M. microphylla*, *M. pulegium*, *M. spicata*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × piperita* 'Alba', *M. × piperita* 'Crispa' i *M. × verticillata*.

Sakupljan je nadzemni deo biljke (stablo sa listovima i cvastima), uvek sa više od deset jedinki sa jednog lokaliteta, koji je potom sušen na sobnoj temperaturi, a zatim pakovan u papirne vreće i čuvan na tamnom i suvom mestu do analize. Po jedna jedinka iz svakog zasebnog uzorka je ispresovana standardnom metodom (Nikolić, 1996), dodeljen joj je broj jemstva i čuva se u kolekciji Herbarijuma Univerziteta u Novom Sadu (BUNS) (Thiers, 1997) i čuva se na Departmanu za biologiju i ekologiju. Informacije o analiziranim taksonima, lokalitetima, staništima, datumu sakupljanja i tipu analize koja je rađena, dati su u Prilogu (Tab. 3), a raspored datih uzoraka prikazan je na kartama (Sl. 21, 22 i 23).

### 4.2.2 Priprema vodeno-alkoholnih ekstrakata

Za potrebe primarne i sekundarne karakterizacije bilo je neophodno napraviti vodeno-alkoholne ekstrakte od osušenog biljnog materijala. Radi ekstrakcije aktivnih principa iz prikupljenih uzoraka, najpre je biljni materijal samleven do stepena 0,75 (Ph Jug IV, 1984). Nakon usitnjavanja i mlevenja biljnog materijala, od svakog uzorka odmereno je po 2 g, koji je preliven 80% metanolom i maceriran na sobnoj temperaturi u trajanju od 24 h. Nakon toga su ekstrakti filtrirani, a potom uparavani na peščanom kupatilu radi istiskivanja rastvarača, odnosno dobijanja suvog ekstrakta (s.e.), čiji sadržaj je određivan. Za primarnu karakterizaciju

dobijenih vodeno-alkoholnih ekstrakata pripremljeni su 10% vodeni rastvori (m/m), dok su za sekundarnu hemijsku karakterizaciju putem visokoeфикаsne tečne hromatografije, vodeno-alkoholni ekstrakti rastvoreni u koncentrovanom metanolu.

#### 4.2.3 Primarna karakterizacija vodeno-alkoholnih ekstrakata

Primarna karakterizacija vodeno-alkoholnih ekstrakata podrazumevala je kvantitativnu analizu ukupnih fenola i flavonoida 163 uzorka 11 taksona roda *Mentha*. Sadržaj ukupnih fenola određivan je spektrofotometrijski na 760 nm, prema metodi Fukumoto i Mazza (2000), a zahvaljujući tome što fenoli sa Folin Ciocaltau (FC) reagensom grade plavo obojen kompleks. Rezultati su izraženi na 1 mg galne kiseline (G) po 1 g suvog ekstrakta. Ukupan sadržaj flavonoida u ispitivanim ekstraktima je određen spektrofotometrijski prema Jia, Tang i Wu (1999), koristeći metod zasnovan na stvaranju žuto obojenog kompleksa između flavonoida i jona aluminijuma ( $Al^{3+}$ ) sa maksimumom apsorpcije na 430 nm. Sadržaj flavonoida je izražen kao 1 mg ekvivalenta kvercetina (Q) na 1 g suvog ekstrakta (s.e.). Sva merenja su urađena u tri ponavljanja.

#### 4.2.4 Sekundarna hemijska karakterizacija visokoeфикаsnom tečnom hromatografijom (HPLC)

Za detaljnu hemijsku karakterizaciju vodeno-alkoholnih ekstrakata prikupljenih 138 uzoraka 11 taksona roda *Mentha* primenjena je metoda visokoeфикаsne tečne hromatografije na uređaju Agilent HP (Series 1100), kuplovanim sa DAD (Diode Array) detektorom i autosemplerom (Agilent, Waldbronn, Nemačka). Odvajanje jedinjenja od interesa izvršeno je na Zorbax CB-C18 koloni ( $4,6 \times 150$  mm, i. d.,  $5\mu m$  veličina čestica) na  $25^{\circ}C$ . Metoda je razvijena na osnovu Ziaková i Brandšteterová (2011) i korišćena za određivanje sadržaja 12 jedinjenja: ferulne (FA), hlorogenske (CHA), kafene (CA), *p*-kumarinske (KA), rozmarinske (RA), sinapinske (SA) i vanilinske (VA) kiseline, kao i apigenina (A), naringenina (N), epikatehina (E), kvercetina (Q) i rutina (R). Primenjena je metoda gradijentne elucije (3,25 min. – 0 % B; 8 min. – 12 % B, 15 min. – 25 % B, 15,8 min.- 30 % B, 25 min. – 90 % B, 25,4 min. – 100 % B) sa brzinom protoka mobilne faze od 1 ml/min, pri čemu je rastvarač A bio 0,1 % vodeni rastvor sirćetne kiseline u acetonitrilu. Za određivanje sadržaja navedenih jedinjenja korišćene su kalibracione krive izrađene na osnovu komercijalno dostupnih standarda (Prilog, Tab. 4). Nakon injektovanja 10  $\mu l$  ekstrakta, eluirane komponente su tokom 30 min. bile detektovane na 280 nm. Svaki uzorak je bio injektovan u tri ponavljanja, a sadržaj analiziranih jedinjenja je izražen u mg po 1 g suvog materijala (s.m.). Reprezentativni primeri hromatograma različitih taksona roda *Mentha* su dati u Prilogu (Sl. 1).

#### 4.2.5 Statistička obrada dobijenih vrednosti primarnom i sekundarnom karakterizacijom

Dobijeni rezultati su obrađeni zahvaljujući organizovanoj bazi podataka kreiranoj u softverskom paketu Microsoft Excel, koja je brojala onoliko unosa koliko je bilo uzoraka (Microsoft, 2016). Rezultati su izraženi kao aritmetička sredina  $\bar{X}$ , dok je mera varijacije među podacima izražena standardnom devijacijom (SD). Za potrebe predstavljanja distribucije kontinuiranih varijabli korišćeni su *Box-Plot* grafici (jednostavni i klaster) na kojima su označeni aritmetička sredina, medijana, interkvartilno rastojanje i *outliar*-i (ekstremne vrednosti). Multivarijantna analiza je obuhvatila analizu glavnih komponenti i klasifikaciju (*eng. Principal Components and Classification Analysis – PCCA*), a sprovedena je radi

sagledavanja varijabilnosti i klasifikacije analiziranih uzoraka roda *Mentha* na osnovu kvantitativnog sastava 12 fenolnih jedinjenja. Korespondentna analiza (*eng. Correspondence Analysis – CA*) je primenjena kao neparametrijska multivarijantna analiza, pri čemu je dominantno prisustvo odgovarajućih sekundarnih metabolita u analizi označeno sa „1”, a odsustvo sa „0”. Obe sprovedene analize vršene su pomoću statističkog paketa Statistica for Windows ver. 13.5 (TIBSCO Software Inc., 2020).

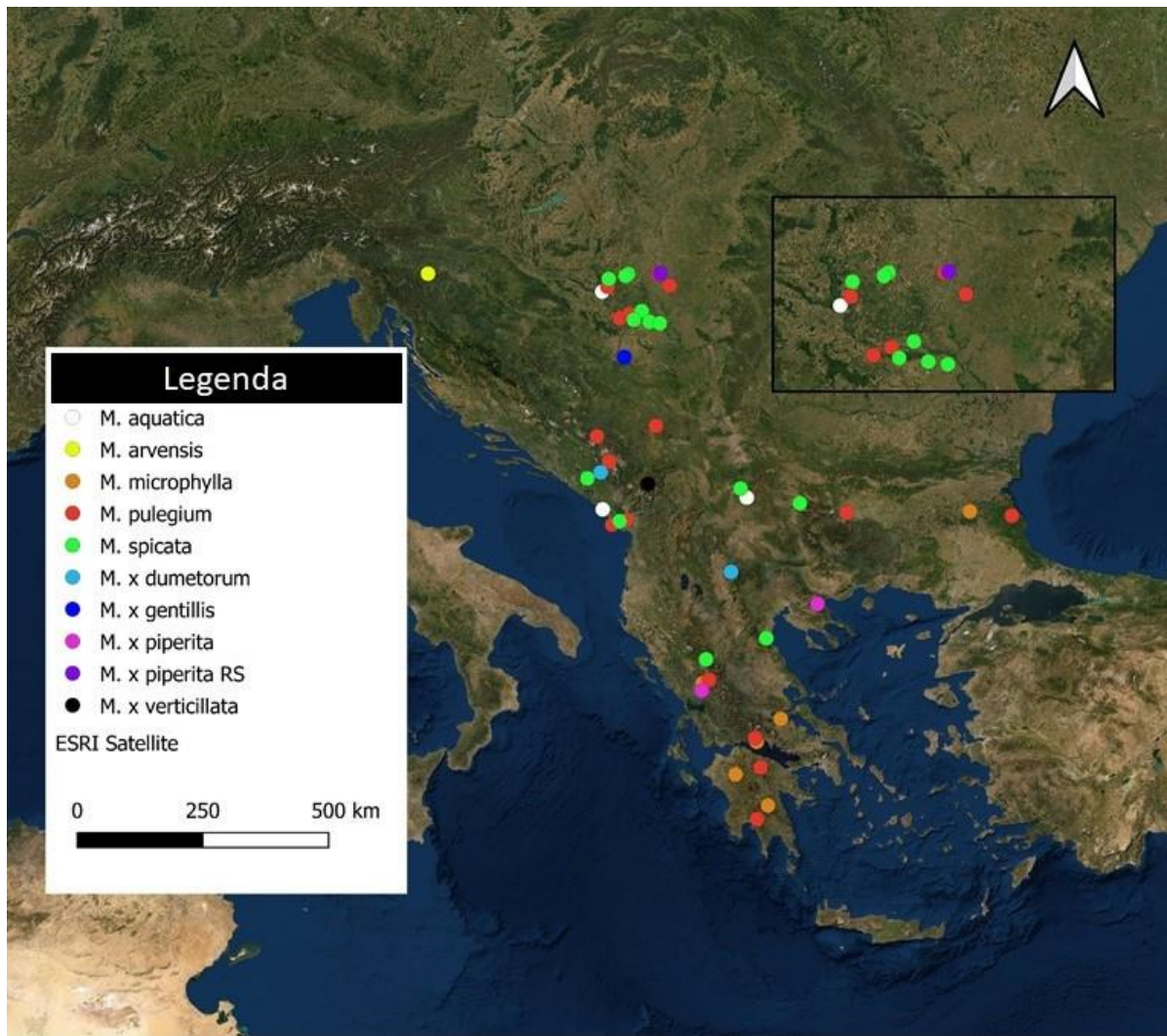
#### **4.2.6 Tercijarna hemijska karakterizacija isparljivih komponenti primenom *headspace* gasne hromatografije sa masenom spektrometrijom (HS/GC – MS)**

Osušeni uzorci nadzemnih delova sakupljenog biljnog materijala su smrvljeni i ubačeni u *headspace* vialu (20 ml) neposredno pre same analize. Viala su inkubirane na 100°C u trajanju od 10 minuta u *headspace* sampler-u (HSS, 7697A *Headspace Sampler*, Agilent Technologies), čiji je sadržaj injektovan u gasni hromatograf (7890B GC System, Agilent Technologies) u *splitless* režimu. Uzorci su injektirani u trajanju od 1 minuta, dok je temperatura transfer linije *headspace* semplera bila 115°C, a inleta 280°C. Jedinjenja su razdvojena na HP-5MS kapilarnoj koloni (30m × 0.250mm × 0.25µm, Agilent Technologies). Početna temperatura je podešena na 40°C i povećavana do 120°C sa stopom od 2°C (ramp 1). Nakon toga, temperatura je povećavana do 210°C sa stopom od 4°C (ramp 2) i na kraju sa stopom od 20°C do 240°C (ramp 3; pauza: 10 min.). Kao noseći gas korišten je helijum pri konstantom protoku od 1 ml/min. Podaci su detektovani u *scan* režimu (m/z: 50–550) na masenom spektrometru (5997A MSD, Agilent Technologies).

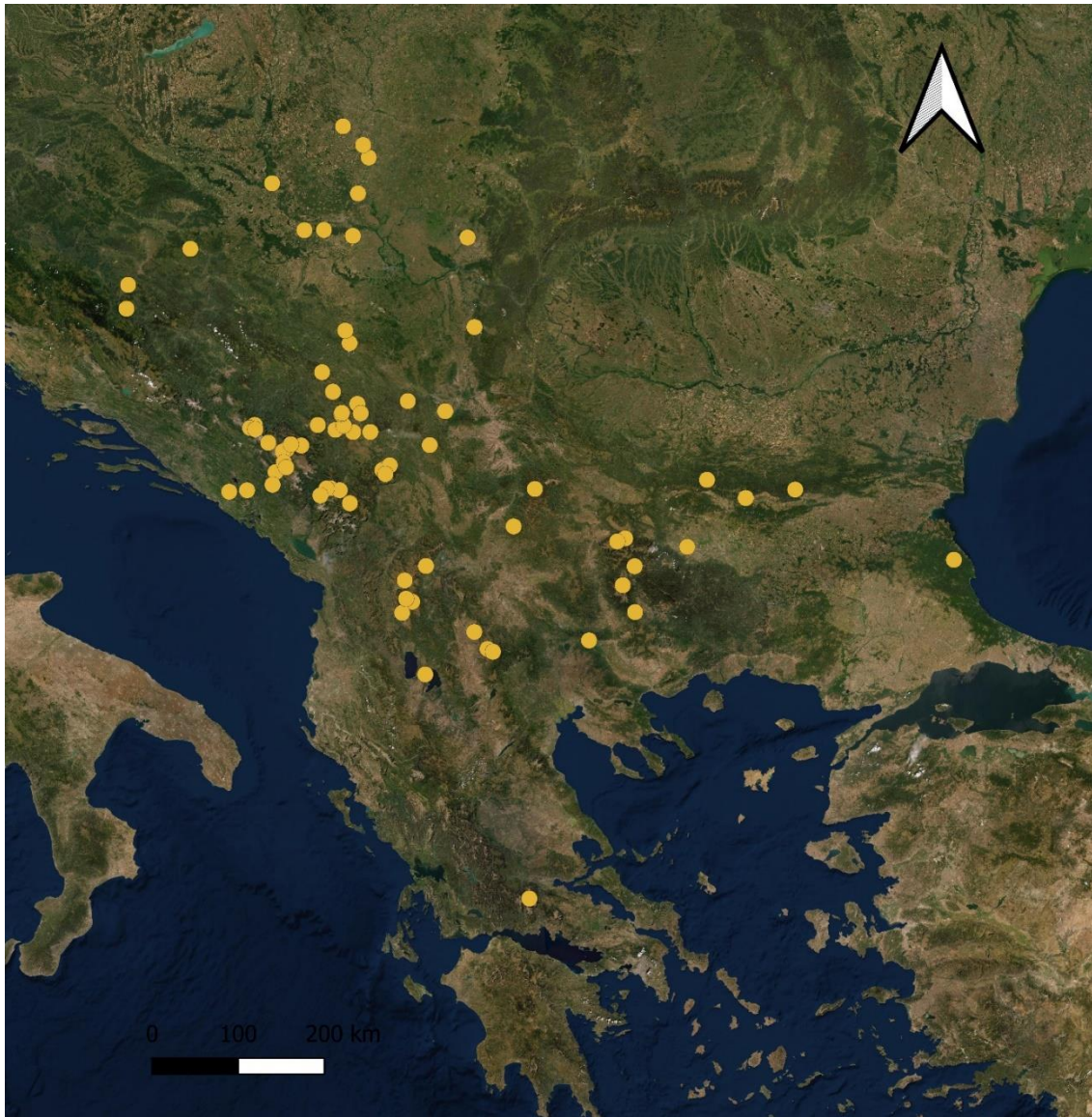
Dobijeni podaci su obrađeni pomoću NIST Search programskog paketa ver. 14 (Nacionalni institut za standardne i tehnologiju NIST, SAD) i referentne literature (Adams, 2007). Hemijski sastav ispitivanih uzoraka određen je upoređivanjem linearnih retencionih indeksa pojedinih komponenti sa Adams (2007), izračunatih u odnosu na C7-C32 n-alkane, kao i poređenjem masenih spektara sa spektrima jedinjenja iz biblioteka NIST i Adams (2007).

#### **4.2.7 Statistička analiza dobijenih vrednosti tercijarnom hemijskom karakterizacijom**

Radi sagledavanja međusobne sličnosti, odnosno različitosti, analiziranih uzoraka roda *Mentha*, primenjena je klaster analiza u statističkom softveru Statistica for Windows ver. 13.5 (TIBSCO Software Inc., 2020). Međusobni odnosi uzoraka roda *Mentha*, dobijeni su na osnovu kvantitativne i kvalitativne zastupljenosti svih zabeleženih isparljivih komponenti i predstavljeni u vidu klastera, koji je dobijen primenom UPGMA metode sa Pearsonov-om korelacijom.

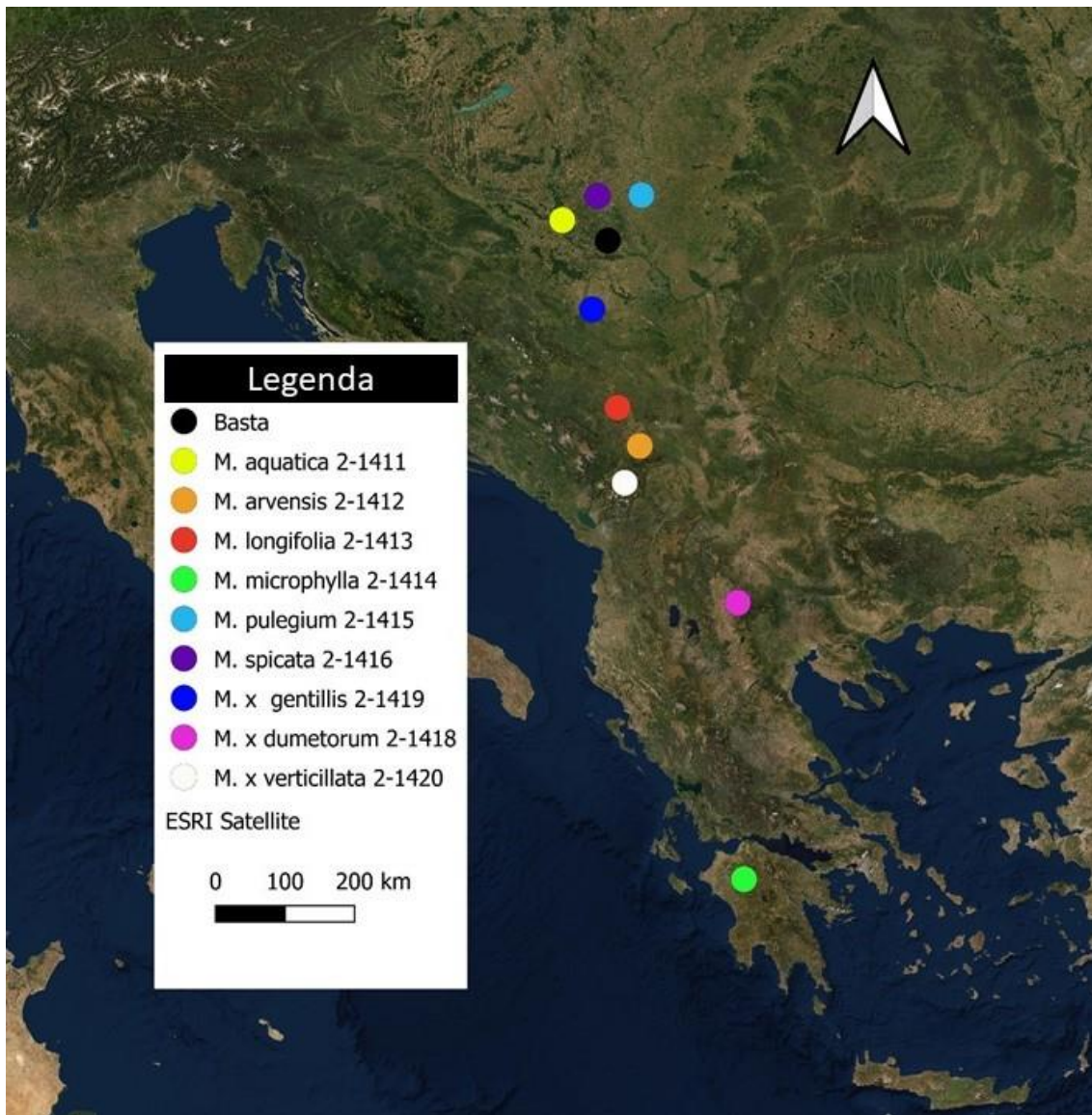


Slika 21. Karta uzoraka 10 taksona roda *Mentha* korištenih u primarnoj i/ili sekundarnoj hemijskoj karakterizaciji



Slika 22. Karta uzoraka vrste *M. longifolia* korištenih u primarnoj i/ili sekundarnoj hemijskoj karakterizaciji





Slika 23. Karta uzoraka 11 taksona roda *Mentha* korištenih u tercijarnoj hemijskoj karakterizaciji

## 5. REZULTATI I DISKUSIJA

Istraživanje roda *Mentha*, odnosno predstavnika sekcija *Pulegium* i *Mentha* na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije, sprovedena su u tri pravca: 1) preliminarno istraživanje strukture populacija u cilju detekcije ginodiecekih populacija i određivanja frekvencije različitih jedinki u datim populacijama, 2) morfološka istraživanja vegetativnih i generativnih karaktera u cilju taksonomske analize i 3) hemijska karakterizacija urozaka u cilju određivanja ukupnih fenola i flavonoida, kao i kvalitativnog i kvantitativnog sastava odabranih fenolnih i isparljivih jedinjenja, a rezultati su prikazani u skladu sa navedenim pravcima.

Ovo je studija, koja se od dosadašnjih sličnih izdvaja na osnovu nekoliko karakteristika, a prvenstveno prema veličini geografskog prostora koji obuhvata, obimu uzorka i različitim analizama koje su sprovedene. Najpre, predstavlja istraživanje koje je urađeno na velikom geografskom području, koje ranije nije bilo predmet objedinjenih morfoloških i hemijskih analiza ovog roda. Zatim, uključuje značajan broj taksona roda *Mentha*, koji su rasprostranjeni na datom području, a ubraja veliki broj uzoraka vrsta i hibridnih taksona, kako iz prirodnih populacija, tako i iz kulture. Osim toga, istraživanje se bavi varijabilnošću vegetativnih i generativnih organa kritične grupe taksona (*M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*), čiji međusobni taksonomski odnosi i granice areala, posebno na Balkanskom poluostrvu, nisu jasne. Takođe, istraživanje je važno jer uključuje uzorke koji su determinisani kao takson „*M. microphylla*” čije je postojanje u prirodi upitno, a upotreba imena sporna i nepreporučljiva jer je tipski mateijal izgubljen, te je ime uvršteno kao sinonim za podvrstu *M. spicata* subsp. *condensata* (Greuter i Raus, 1985). Na osnovu poslednje važeće podele vrsta *M. spicata* je raščlanjena na dve podvrste, od kojih prva gore pomenuta obuhvata dlakave oblike, a druga predstavlja tipičan oblik koji je skoro ili potpuno bez dlaka (Tucker i Naczi, 2007). Najveći problem predstavlja takson *M. spicata* subsp. *condensata* jer ubraja kranje varijabilne oblike, od gusto do slabo dlakavih, kao i od visokih i granatih biljaka, čiji su listovi velikih dimenzija, sa istaknutim zupcima na obodu, do biljaka koje su niske, često granate na više stabala već od rizoma, sa listovima koji su manjih dimenzija i čiji je obod pre talasast, nego nazubljen. Na žalost, studija ne uključuje populacije vrste *M. suaveolens*, koja nije pronađena tokom terenskih istraživanja, a koja je neizostavni predstavnik ove grupe.

Veliki problem kod roda *Mentha*, a posebno taksona koji bi se mogli okupiti u grupu *Spicata* (=vrste sa klasolikim cvastima) je proces identifikacije, koji je otežan postojanjem visokog stepena varijabilnosti u prirodi. Ova varijabilnost se prvenstveno uočava na listovima, koji su jedni od najvažnijih organa za određivanje taksona u postojećim ključevima. Pre- i/ili post-reproduktivni mehanizmi, koji bi sprečili ili ograničili ukrštanje među vrstama roda su verovatno veoma nestabilni i omogućavaju njeno konstantno dešavanje, kako među vrstama, tako i povratno između novonastalih hibrida i njihovih roditelja. Takođe, jedinke koje bi se mogle klasifikovati kao hibridne najčešće uopšte nisu sterilne, nego se ukrštaju sa roditeljskim, a često obrazuju i orašice. Sve ovo dovodi do postojanja jedinki problematičnih serija, koje prema svojim karakteristikama nemaju definisano mesto, kome se ujedno sa sigurnošću ne može dodeliti jasan taksonomski položaj. Postojeći klasični ključevi (uključujući i ikonografije) za determinaciju u kojima se nalazi rod *Mentha* (Guşuleac, 1960; Soó, 1968; Jávorka i Csapody, 1975; Harley, 1974; Janković, 1974; Harley i Kuzmanov, 1989) su mahom opterećeni varijabilnošću, pre svega listova i

gustinom dlaka. Ovi karakteri su pod najjačim uticajem faktora spoljašnje sredine. Sa tim u vezi, vrlo često su u ovim ključevima samo na osnovu jednog karaktera izdvajani novi oblici, čime se samo glorifikovalo postojanje varijabilnosti, što je dovelo do plurifikacije infraspecijskih taksona u okviru vrsta ili do izdvajanja novih hibridnih taksona. Pri tome, neki infraspecijski taksoni jedne vrste veoma liče na karaktere sasvim druge vrste što prevazilazi osobine varijabilnih serija. Takav slučaj je sa nekoliko ranije opisanih podvrsta *M. longifolia* i vrste *M. spicata*. Što se tiče specijalizovanih ključeva za rod, gotovo svi se svode na jedan isti pristup, koji je već dugo u upotrebi, a čija najveća mana jeste izuzetno teško razdvajanje upravo *M. longifolia*, *M. spicata*, *M. microphylla* i *M. suaveolens* jer se u realnosti karakteri često preklapaju. Ono što je neophodno istaći jeste da je u prirodi potvrđeno postojanje populacija koje bi se okarakterisale kao *M. longifolia* na osnovu oblika, dimenzija listova i izgleda cvasti, koje pored prostih imaju i razgranate dlake, ali u manjem procentu u odnosu na *M. spicata* i *M. microphylla* kod kojih se ove razgranate odmah uočavaju.

### **5.1. Preliminarna istraživanja ginodiecizma u populacijama vrsta *M. pulegium*, *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata***

Cvetovi roda *Mentha* su dvopolni (hermafroditni) i imaju četiri prašnika, koji mogu biti unutar ili iznad krunice. Međutim, cvetovi mogu biti i funkcionalno ženski, ukoliko su izmenjeni u regionu prašnika, na taj način što su antere morfološki redukovane ili da potpuno nedostaju, te ne produkuju polen, čime je izgubljena muška funkcija u cvetu. Ipak, postoje i cvetovi sa prašnicima, koji su unutar krunice, a čije dimenzije antera su smanjene. U tim anterama se može uočiti polen, ali njega je najčešće količinski mnogo manje nego kod „normalnih“ cvetova i on verovatno može biti fertilan ili sterilan. Te redukcije u regionu prašnika sprečavaju samooplodnju i omogućavaju funkcionalno ženskim cvetovima da produkuju više orašica ili kvalitetnije orašice usled ukrštanja sa hermafroditnim jedinkama, i da se zahvaljujući tome šire u datim populacijama.

Analizirane su populacije četiri vrste roda *Mentha* na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije, u cilju ispitivanja tipova cvetova i jedinki, kao i njihovog odnosa u populacijama, radi utvrđivanja postojanja ginodiecickih populacija i pronalaženja onih koje su adekvatne za buduća istraživanja ginodiecizma, gde bi se pratilo variranje učestalosti različitih tipova jedinki u zavisnosti od promene određenih faktora sredine. Dobijeni rezultati prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3. Struktura populacija *M. pulegium*, *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na broj i udeo različitih jedinki prema tipu cvetova

<i>M. pulegium</i>											
R. br.	ŠP	N	H	I	FZ	?	%H	%I	%FZ	%?	S
1	MP02	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
2	MP04	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
3	MP05	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
4	MP06	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
5	MP08	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
6	MP10	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
7	MP12	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
8	MP15	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
9	MP18	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
10	MP20	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
11	MP21	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
12	MP23	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
<i>M. longifolia</i>											
R. br.	ŠP	N	H	I	FZ	?	%H	%I	%FZ	%?	S
1	ML01	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
2	ML25*	30	29	0	0	1	96,67	0	0	3,33	5
3	ML27*	30	25	0	1	4	83,33	0	3,33	13,33	5
4	ML35**	30	20	0	10	0	66,67	0	3,33	0	1
5	ML38**	30	3	0	27	0	10,00	0	90,00	0	2
6	ML39*	30	18	0	0	12	60,00	0	0	40,00	5
7	ML46*	30	23	0	0	7	76,67	0	0	23,33	5
8	ML48	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
9	ML49**	30	15	0	15	0	50,00	0	50,00	0	3
10	ML52	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
11	ML56	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
12	ML57*	30	28	0	0	2	93,33	0	0	6,67	5
13	ML62**	30	22	1	7	0	73,33	3,33	23,33	0,00	4
14	ML67	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
15	ML77**	30	14	0	16	0	46,67	0	53,33	0	2
16	ML79	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
<i>M. microphylla</i>											
R. br.	ŠP	N	H	I	FZ	?	%H	%I	%FZ	%?	S
1	MM01B**	30	24	0	6	0	80,00	0	20,00	0	1
2	MM02**	30	8	0	22	0	26,67	0	73,33	0	2
3	MM03	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
<i>M. spicata</i>											
R. br.	ŠP	N	H	I	FZ	?	%H	%I	%FZ	%?	S
1	MS01**	30	2	0	28	0	6,67	0	93,33	0	2
2	MS03	30	30	0	0	0	100	0	0	0	0
3	MS05**	30	11	0	19	0	36,67	0	63,33	0	2
4	MS06**	30	15	0	15	0	50,00	0	50,00	0	3
5	MS10**	30	25	1	4	0	83,33	3,33	13,33	0	4

Legenda: ŠP – šifra populacije, N – ukupan broj pregledanih jedinki u populaciji, H – ukupan broj hermafroditnih jedinki, I – ukupan broj intermedijernih jedinki, FZ – ukupan broj funkcionalno ženskih jedinki, ? – ukupan broj jedinki čiji status nije jasan; S – status populacije u odnosu na odnos polova: 0 – čisto hermafroditna, 1 – ginodiecka (H+FZ, pri čemu je više H jedinki), 2 – ginodiecka (H+FZ, pri čemu je više FZ jedinki), 3 – ginodiecka (H+FZ, pri čemu je jednak odnos), 4 – ginodiecka (H+FZ+I, pri čemu je najviše H), 5 – nejasan zbog postojanja ? cvetova; \*populacije čiji status nije jasan, \*\*populacije koje su ginodiecke, populacije bez oznake su isključivo građene od dvopolnih jedinki, tj. hermafroditne.

### 1) *Mentha pulegium*

Pregledano je ukupno 12 populacija koje su uzorkovane u južnom delu Panonske nizije i u centralnom južnom i istočnom delu Balkanskog poluostrva, pri čemu su populacije uključivale po 30 jedinki (Sl. 24; Prilog, Tab. 2).

Detaljnijom analizom cvetova sa ukupno 360 jedinki na pomenutom istraživanom području i zabeleženi su isključivo dvopolni (=normalni) cvetovi sa prašnicima, koji su visoko postavljeni izvan krunice, i anterama čije su dimenzije oko 0,40 mm, a koje su bogato ispunjene polenom (Sl. 25). Shodno tome, zabeležene su isključivo hermafroditne jedinke (Tab. 3). Nije

zabeležen ni jedan cvet sa smanjenim ili potpuno redukovanim anterama prašnika koji bi mogao da ukaže na postojanje funkcionalno ženskih cvetova, odnosno istoimenih jedinki u populacijama.

Iako se veoma često navodi da su populacije celog roda ginodieceke, postoji vrlo mali broj radova koji to i potvrđuje, kao na primer istraživanja urađena od strane Voronkova i sar. (2013, 20114) i Yaghini i sar. (2020). U slučaju *M. pulegium*, na osnovu pregledanih cvetova 360 jedinki iz 12 populacija prikupljenih sa delova Balkanskog poluostrva i Panonske nizije, nije moguće potvrditi postojanje ginodiecekih populacija. Dodatno, značajno je napomenuti da ni u drugim populacijama ove vrste koje su pregledane (ali nisu uključene u analizu jer broje manje 30 jedinki) nisu zabeleženi funkcionalno ženski cvetovi. Ipak, kako su populacije nana generalno sastavljene od velikog broja individua, postoji mogućnost da je ovaj uzorak od 30 jedinki nedovoljan i da funkcionalno ženske biljke postoje negde u okviru populacija, koje sigurno obuhvataju mnogo veći broj individua.



Slika 24. Karta istraživanih hermafroditnih populacija vrste *M. pulegium* na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije

Takođe, kod nekih drugih vrsta biljaka pokazano je da frekvencija funkcionalno ženskih jedinki može da varira vremenski i prostorno, u zavisnosti od faktora koji dovode do pojave funkcionalno ženskih jedinki, pre svega od ekoloških uslova na staništu (Stakeliené i Ložiené, 2013; Kamath i sar., 2017). Sigurno je potrebna detaljnija studija nekoliko populacija sa različitih staništa koja bi obuhvatila pregled više jedinki od 30 (Jang i Hong, 2015), na primer 100 ili više (Zhang i sar., 2008a; Looy i sar., 2011; Stakeliené i Ložiené, 2013) ili celih populacija (Bailey i Delph, 2007; Zhang i Claßen-Bockhoff, 2019) tokom nekoliko godina, kao što je rađeno kod drugih vrsta, kako bi se mogao potvrditi način razmnožavanja ove vrste, odnosno utvrditi da li se funkcionalno ženske jedinke pojavljuju i na koji način je ta pojava i njeno održavanje u populacijama regulisano.



Slika 25. Dvopolan cvet vrste *M. pulegium*

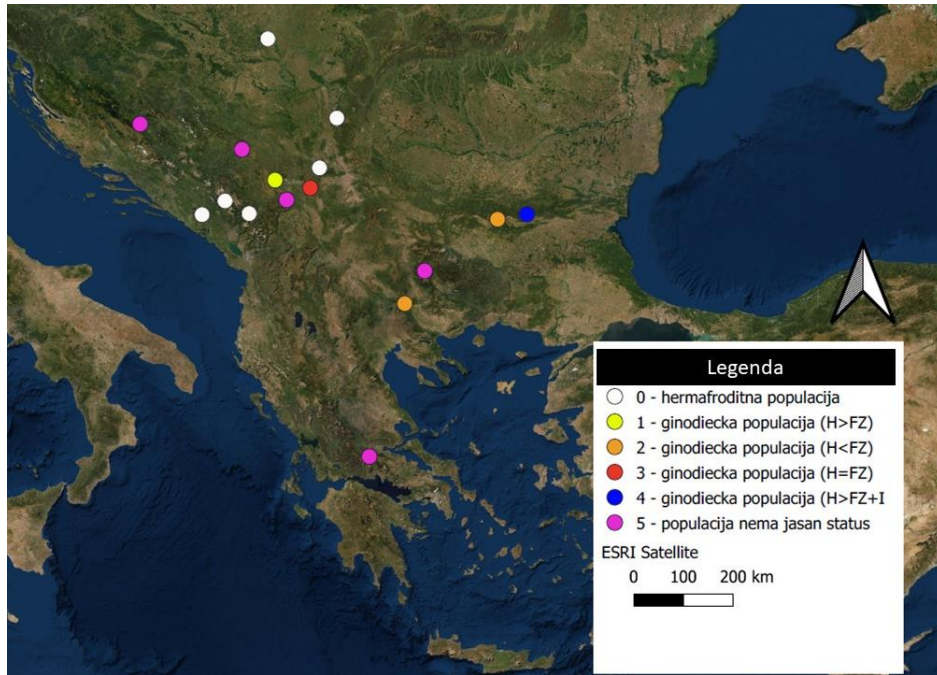
## 2) *Mentha longifolia*

Pregledano je ukupno 16 populacija koje su uzorkovane u južnom delu Panonske nizije i u centralnom istočnom i zapadnom delu Balkanskog poluostrva (Sl. 26; Prilog, Tab. 2), pri čemu su populacije obuhvatale po 30 jedinki. Detaljno su analizirani cvetovi na ukupno 480 jedinki sa pomenutog područja i zabeleženo je nekoliko tipova cvetova, odnosno jedinki, kao i populacija.

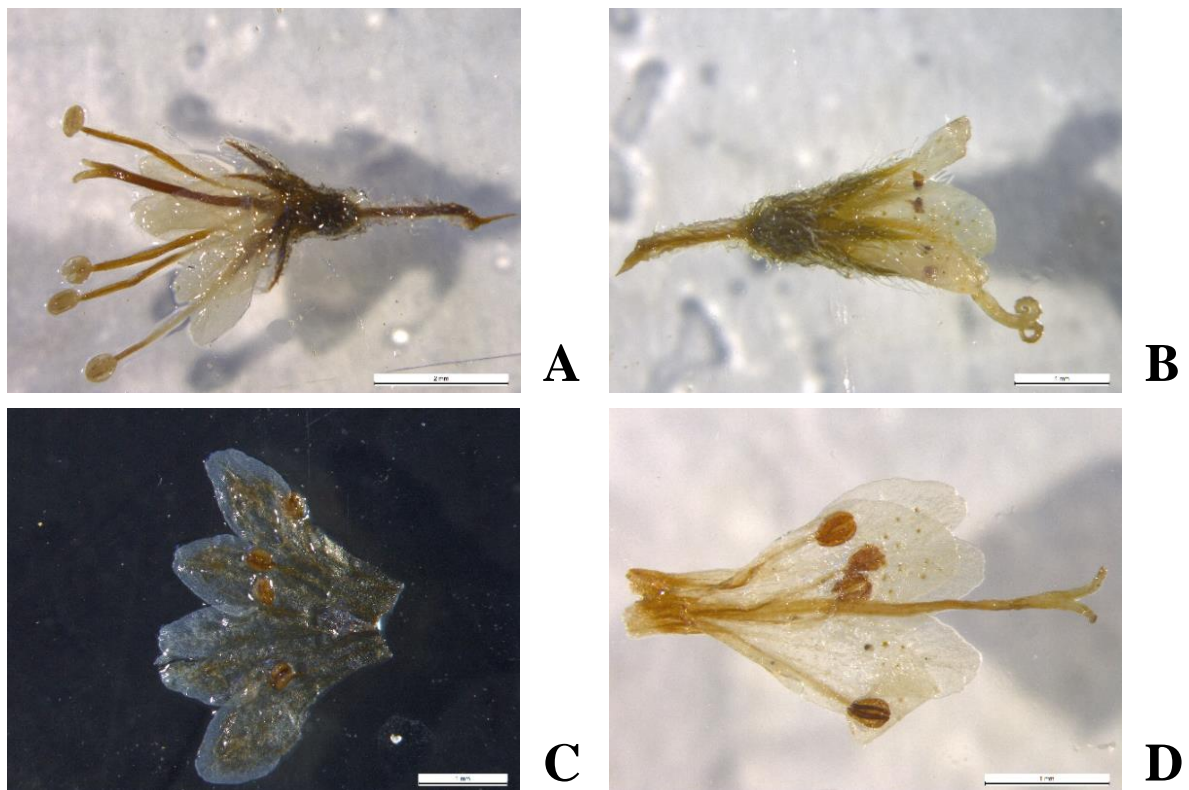
U pogledu cvetova detektovani su dvopolni cvetovi, funkcionalno ženski cvetovi i cvetovi čiji je status bez dodatnih analiza fertlnosti polena nejasan. Svi cvetovi koji imaju prašnike izvan krunice i čije antere su pravilne, krupne (veće od 0,28 mm, u proseku oko 0,39 mm) i produkuju veliku količinu polena okarakterisani su kao normalni/dvopolni (Sl. 27, A). Cvetovi čiji prašnici imaju antere koje su potpuno ili delimično redukovane (uvek manje od 0,21 mm, u proseku oko 0,10 mm) i bez vidljivog polena okarakterisani su kao funkcionalno ženski (Sl. 27, B). Cvetovi čiji su prašnici unutar krunice, a antere smanjene (manje od 0,28 mm) i deluju suvo i gotovo prazno, ali ipak sa malom količinom polena, nemaju jasan status (Sl. 27, C, D) i zahtevaju dodatne analize, u smislu određivanja da li je polen fertilan ili sterilan.

U skladu sa navedenim tipovima cvetova, zabeležena su četiri tipa jedinki u populacijama i to: 1) hermafroditne jedinke (=one koje imaju isključivo dvopolne cvetove), 2) funkcionalno ženske jedinke (=one koje imaju isključivo funkcionalno ženske cvetove), 3) jedinke sa cvetovima čiji status nije jasan jer nije izvršena analiza fertlnosti polena i 4) jedna intermedijerna jedinka (=ona koja ima oba tipa cvetova, dvopolne i funkcionalno ženske cvetove) (Tab. 3)

Nakon određivanja statusa cvetova i jedinki, utvrđeno je i nekoliko tipova populacija u zavisnosti od učestalosti opisanih jedinki. Zabeležene su populacije koje uključuju isključivo hermafroditne jedinke (ML01, ML48, ML52, ML56, ML67, ML79), zbog čega se prema definiciji ne mogu smatrati pravim ginodieckim grupama. Zatim, zabeležene su prave ginodiecke populacije u kojima se mešaju hermafroditne sa funkcionalno ženskim jedinkama, gde njihov broj može biti jednak (ML49), veći u korist hermafroditnih (ML35), odnosno funkcionalno ženskih (ML38, ML77). Pored navedenih, primećeno je i postojanje populacije u kojoj osim hermafroditnih i funkcionalno ženskih jedinki postoji i intermedijerna jedinka (ML62), te bi ova populacija mogla biti okarakterisana takođe kao ginodiecka. Na kraju, zabeleženo je pet populacija (ML25, ML27, ML39, ML46 i ML57) čiji status nije jasan zbog postojanja cvetova za koje nije utvrđeno da li poseduju fertilan ili sterilan polen (Tab. 3).



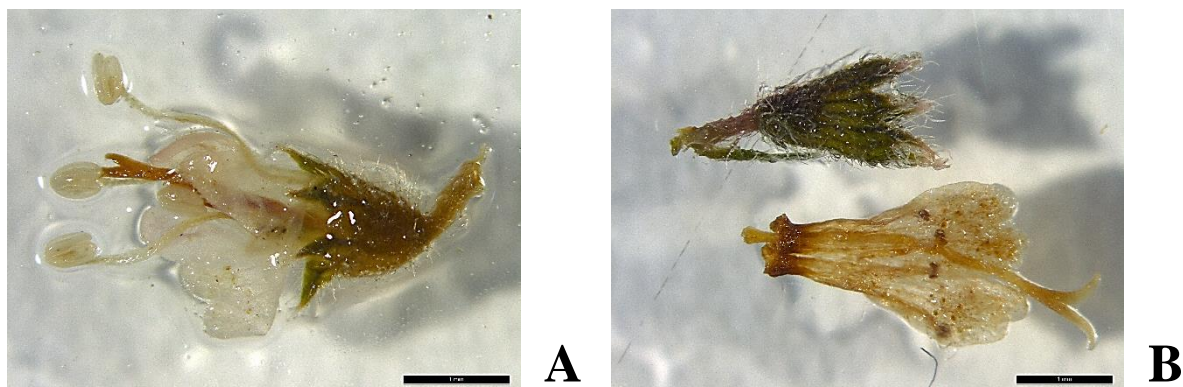
Slika 26. Karta istraživanih populacija vrste *M. longifolia* na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije



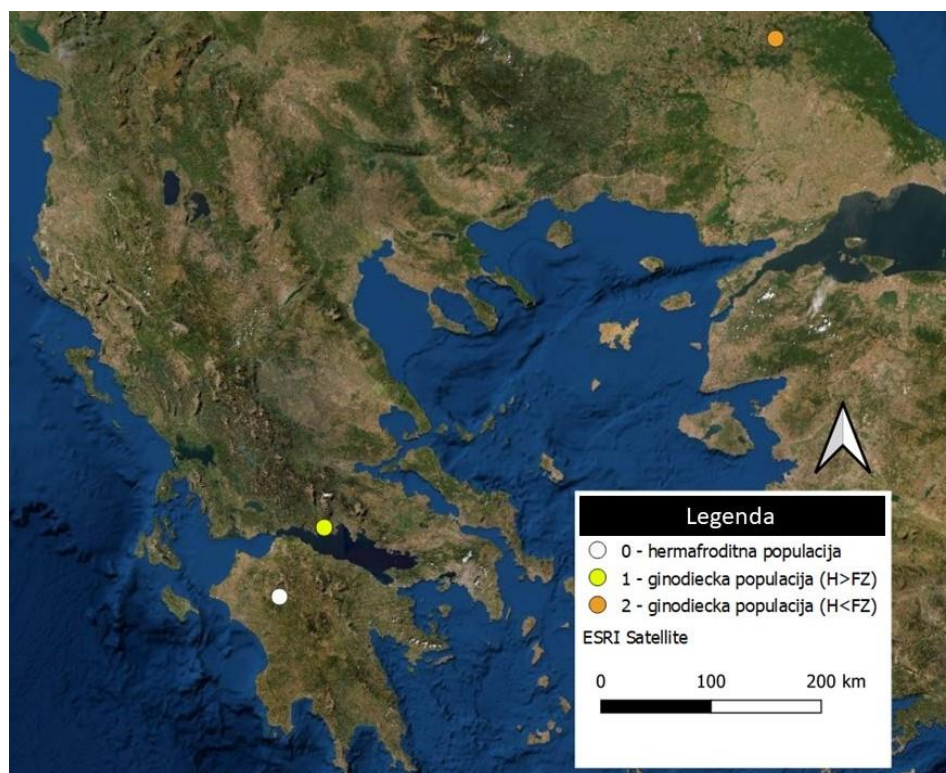
Slika 27. Izgled dvopolnog cveta (A), funkcionalno ženskog cveta (B) i cvetova nejasnog statusa (C, D) vrste *M. longifolia*

### 3) *Mentha microphylla*

Pregledano je po 30 jedinki u tri populacije ove vrste (Prilog, Tab. 2), pri čemu su zabeležena po dva tipa cvetova, jedinki i populacija. Kao i kod *M. longifolia*, postoje dvopolni (Sl. 28, A) i funkcionalno ženski cvetovi (Sl. 28, B). U skladu sa postojanjem navedenih cvetova, zabeležena je populacija (MM03) koja ima samo hermafroditne jedinke, zbog čega se ne može smatrati ginodiecekom, kao i dve populacije koje obuhvataju oba tipa cvetova, odnosno jedinki (MM01B i MM02), zbog čega se mogu nazvati ginodiecekim. Udeo hermafroditnih jedinki je veći u populaciji MM01B, a manji u populaciji MM02. Intermedijerne jedinke, kao ni jedinke čiji je status nejasan nisu zabeležene (Tab. 3, Sl. 25).



Slika 28. Izgled dvopolnog (A) i funkcionalno ženskog cveta (B) vrste *M. microphylla*



Slika 29. Karta istraživanih populacija vrste *M. microphylla* na Balkanskom poluostrvu

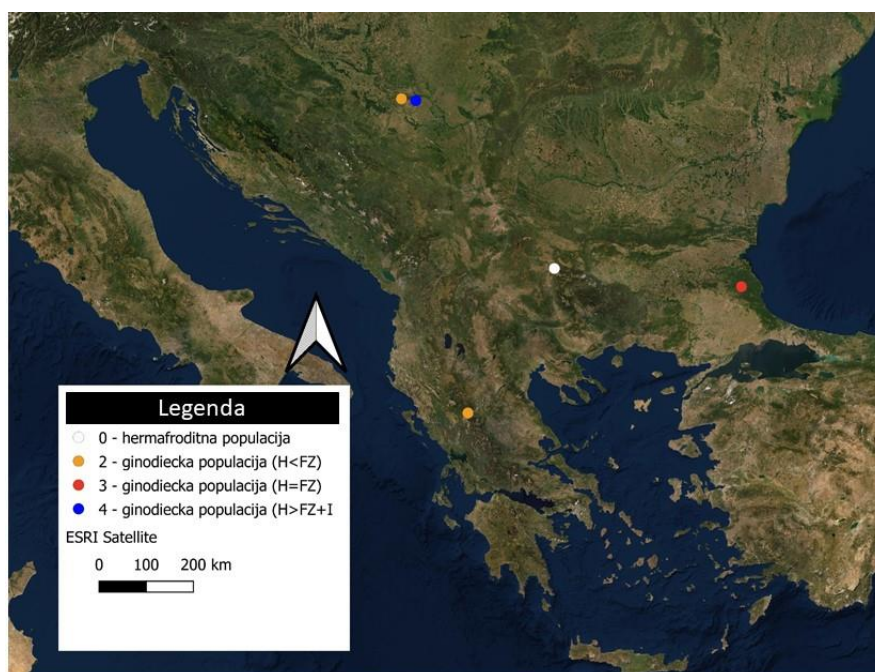


#### 4) *Mentha spicata*

Analizirano je po 30 jedinki u pet populacija vrste *M. spicata* (Prilog, Tab. 2), u kojima su zabeležene dve vrste cvetova, tri vrste jedinki i tri tipa populacija. Kao i kod *M. longifolia*, i kod ove vrste zabeleženi su dvopolni (Sl. 30, A) i funkcionalno ženski cvetovi (Sl. 30, B), hermafroditne, funkcionalno ženske, kao i intermedijerna jedinka. U skladu sa postojanjem datih jedinki, zabeležena je populacija (MS03) koja ima samo hermafroditne jedinke zbog čega se ne može smatrati ginodiecekom. Pored toga, izdvojene su i tri ginodieceke populacije, od čega je u dve veći broj funkcionalno ženskih jedinki (MS01, MS05), dok je u MS06 jednak broj hermafroditnih i funkcionalno ženskih jedinki. Kao i u slučaju *M. longifolia*, i kod ove vrste je zabeležena jedna populacija (MS10) u kojoj je osim hermafroditnih i funkcionalno ženskih jedinki, utvrđeno i prisustvo intermedijerne jedinke, te se uzorak može definisati kao ginodieceka populacija. Jedinke čiji status nije jasan nisu zabeležene (Tab. 3; Sl. 31).



Slika 30. Izgled dvopolnog cveta (A) i funkcionalno ženskog cveta (B) vrste *M. spicata*



Slika 31. Karta istraživanih populacija vrste *M. spicata* na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije

Pregledom dosadašnje literature nisu zabeležene studije koje se bave datom problematikom u okviru vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla*, *M. pulegium* i *M. spicata*, osim Yaghini i sar. (2020) koji navode postojanje drugačijih jedinki kod vrste *M. spicata*. Za razliku od toga, drugi rodovi porodice Lamiaceae su često analizirani u pogledu strukture populacija, frekvencije jedinki, dimenzija delova cveta, brojnosti i kvaliteta orašica, na primer *Glechoma* (Zhang i sar., 2008a, 2008b, Jang i Hong, 2015), *Lycopus* (Hong i Moon, 2003), *Origanum* (Looy i sar., 2011), *Salvia* (Zhang i sar., 2019) i *Thymus* (Manicacci i sar., 1998; Stakelienė i Ložienė, 2013).

Rod *Mentha* se vrlo često u literaturi navodi kao ginodiecki, a zapravo postoji veoma mali broj studija koji se bavi izgledom i tipom cvetova, fertilnošću i sterilnošću polena u smanjenim anterama i odnosom polova u populacijama. Neke od njih su uradili Voronkova i sar. (2013, 2014) na vrstama *M. arvensis* i *M. canadensis* u kojima je istraživana produktivnost semena dvopolnih i funkcionalno ženskih cvetova, kao i struktura samih populacija. Ipak, u skorašnjem radu autori su istražujući genetički diverzitet i reproduktivni sistem vrsta *M. longifolia*, *M. spicata* i *M. aquatica*, čiji su uzorci gajeni u kontrolisanim uslovima zabeležili postojanje funkcionalno ženskih jedinki kod vrste *M. spicata* i potvrdili postojanje protandričnih cvetova u rodu (Yaghini i sar., 2020).

Kako su u okviru ovog istraživanja u populacijama (N=30) vrste *M. pulegium* zabeleženi isključivo dvopolni cvetovi, postavlja se pitanje da li su populacije ove vrste uopšte ginodiecke, tj. postojanje funkcionalno ženskih jedinki je nesigurno, barem kada je u pitanju teritorija na kojoj je vršeno istraživanje. Usled navoda prema kojima se ginodiecke biljke češće javljaju i uspešno šire na vlažnim, nestabilnim ili narušenim staništima (Looy i sar., 2011; Stakelienė i Ložienė, 2013) na kakvim su populacija ove vrste i beležene, očekivano je bilo da jedinke sa funkcionalno ženskim cvetovima budu pronađene, što nije bio slučaj. Dodatno, smatra se da će ženske jedinke biti favorizovane na stresnijim staništima (Dudash, 1990; Uberta-Jiménez i Hidalgo-Fernández, 1992; Vaughton i Ramsey, 2002; Beumont i sar., 2006; Dykstra i sar., 2009; Van Etten i Chang, 2009; Stakelienė i Ložienė, 2014), kakva bi upravo mogla biti ruderalna, suva ili zaslanjena na kojima ova vrsta obrazuje velike populacije, sa kojih je i uzorkovana. S druge strane, postoji verovatnoća da sakupljeni uzorak nije dovoljno veliki i da su u okviru ostalog dela populacija na staništima date vrste, prisutne funkcionalno ženske jedinke. S obzirom da se frekvencija ovih funkcionalno ženskih jedinki menja u prostoru i vremenu, sezonski (Zhang i sar., 2008a), a u tesnoj vezi je i sa ekološkim faktorima, herbivorama i polinatorima (Ashman, 2002; Ashman i sar., 2005; Ashman i Penet, 2007; Bailey i Delph, 2007) moguće je da je materijal uzorkovan u periodu dominacije dvopolnih jedinki. Ipak, kako su ginodecizam i hibridizacija dva verovatno veoma usko povezana i zavisna mehanizma, najverovatnije je da funkcionalno ženske jedinke ove vrste ne postoje ili se veoma retko javljaju spontatno, jer nema podataka da se *M. pulegium* ukršta sa jedinom srodnom vrstom iz sekcije – *M. requienii* koja je rasprostranjena na ostrvima Tirenskog mora.

Međutim, u okviru ostale tri vrste situacija je potpuno drugačija. U nekim populacijama (N=30) vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* su pored dvopolnih, pronađene i funkcionalno ženske jedinke, koje su usled toga okarakterisane kao ginodiecke. S obzirom da broj ovih populacija po vrstama nije međusobno jednak, ne može se jasno istaći u okviru koje vrste je ginodecizam najčešći, ali je neophodno naglasiti da je većina analiziranih populacija vrsta *M. microphylla* (2/3) i *M. spicata* (4/5) ginodiecka, dok je kod vrste *M. longifolia* taj broj nešto manji (5/16). Iako nisu analizirane čitave populacije i uzorak za ovakav tip istraživanja bi se mogao smatrati malim, za preliminarnu analizu može biti adekvatan. Slično kao i kod drugih rodova porodice Lamiaceae, zabeležena je različita frekvencija funkcionalno ženskih jedinki u populacijama, a ona varira u opsegu 23,33–90,00% kod *M. longifolia*, 20,00–73,33%

kod *M. microphylla* i 13,33–93,33% u populacijama *M. spicata*. Na osnovu ovako visokog udela funkcionalno ženskih jedinki unutar populacija, koja prelazi 50% ukupnog broja jedinki/uzorka, kao i na osnovu toga da odnos hermafroditnih i funkcionalno ženskih jedinki značajno varira između populacija, može se pretpostaviti da oba faktora, jedarni i citoplazmatski imaju ulogu u nasleđivanju i održavanju ovakvih jedinki u populaciji na osnovu protokola koji daju Bailey i Delph (2007). Slična je situacija i kod vrsta roda *Thymus*. Na primer, 80% ženskih jedinki je nađeno kod vrsta *T. nervosus* Willk. i *T. pulegioides* L. (Chenuil, 1989), dok je kod vrsta *T. zygis* L. i *T. mastichina* L. u Španiji i kod *T. vulgaris* L. u Francuskoj frekvencija ženskih jedinki jako varijabilna i kreće se u rasponu 17–87%, 41–99% i 10–88% (Manicacci i sar., 1998; Belhassen i sar., 1991). Interesantno je da je jedina vrsta roda kod koje nisu zabeležene funkcionalno ženske jedinice (*T. capitatus* Hoffmanns. & Link) je kasnije uvrštena u rod *Coridothymus* Reichenb. f., a zatim u *Thymbra capitata* (L.) Cav.

Adaptivni značaj ginodiecekih biljaka istraživao je još Darwin (1877), koji je istakao da ženske jedinice ne proizvode polen i da su manjih dimenzija, na šta selekcija deluje negativno. Osim što funkcionalno ženski cvetovi ne proizvode polen, njihovi prašnici se nalaze niže unutar krunice u odnosu na normalne prašnike hermafroditnih biljaka (Rodríguez-Riaño i Dafni, 2007). Međutim, održavanje ovih jedinki u populacijama je favorizovano kombinacijom različitih mehanizama. Prvo, ženske jedinice mogu živeti duže ili im cvetovi traju duže (van Damme i van Delden, 1984; Elzinga i Varga, 2017), češće proizvode veći broj semena ili semena boljeg kvaliteta u poređenju sa hermafroditnim usled premeštanja resursa za održavanje ženske funkcije ili izbegavanja samooplodnje, imaju veće ženske delove cveta – stubić i žig, ili imaju drugačije proporcije i dimenzije cvetova koje su bolje prilagođene na oprašivače (Lewis 1941; Lloyd 1976; van Damme i van Delden 1984; Gouyon i Couvet 1985; Richards 1986; Shykoff 1988; Kikuzawa, 1989; Kohn 1989; Delph 1990a, 1990b; Delph i Lloyd, 1991; Eckhart 1992; Maki 1993; Ashman 1994, 2002; Wolfe i Shmida, 1997; Hong i Moon, 2003; Lafuma i Maurice, 2006; Van Etten i sar., 2008; Duffay i Billard, 2011; Li i sar., 2012; Benevides i sar., 2013; Elzinga i Varga, 2017; Zhang i Claßen-Bockhoff, 2019), a kod višegodišnjih biljaka kakve su nane, značajni su procenti preživljavanja jedinki, verovatnoća cvetanja, kao i vreme prvog cvetanja (Duffay i Billard, 2011). Dodatno, iako su hermafroditni cvetovi većih dimenzija, te tako potencijalno privlače i više polinatora, verovatno su češće i predmet interesovanja predatora, herbivora i parazita u odnosu na funkcionalno ženske cvetove (Shykoff i sar., 2003). Osim već pomenute kombinacije jedarno-citoplazmatskih i ekoloških faktora koji igraju ulogu u održanju ovih jedinki, verovatno tome doprinose i česti događaji „kolonizacija–nestanak” populacije, što dovodi do efekta osnivača tj. do visokog i veoma varijabilnog broja funkcionalno ženskih jedinki u populacijama (Harris 1968; Opler i Bawa 1978; Barrett i He-lenurm 1981; Belhassen i sar. 1989; Duffay i Billard, 2011). Na varijaciju u broju funkcionalno ženskih jedinki, osim specifičnog odgovora na uslove spoljašnje sredine, naglašene prednosti datih cvetova, genetičkog drifta i efekta osnivača, teorijski deluje i selekcija zavisna od učestalosti (Duffay i Billard, 2011), a može se pretpostaviti da populacije nana na svojim tipično vlažnim i nestabilnim staništima prolaze kroz cikluse kolonizacije i nestanka (usled poplava, suša i uzurpacije obale reke ili na staništu na kojem se najčešće nalaze), uz delovanje navedenih evolutivnih mehanizama.

Vegetativno razmnožavanje, karakteristika mnogih ginodiecekih biljaka, može uticati na ekspresiju pola i održanje ginodiecekih populacija (Stevens i Van Damme, 1988; Frank, 1989; Manicacci i sar., 1992). Gogina (1990) navodi da je ginodieceizam manje tipičan za vrste roda *Thymus* koje se razmnožavaju pre vegetativno, nego generativno. Ovo možda može biti značajno i kod vrsta roda *Mentha*, s obzirom da sve analizirane vrste imaju tu mogućnost, ali

trenutno nema podataka o istraživanjima koja se odnose na kvantifikaciju uspešnosti i učestalosti vegetativnog razmnožavanja prirodnih populacija roda *Mentha*.

Uprkos postojanju cvetnog dimorfizma ginodieciam nekada može biti težak za otkrivanje zbog postojanja intermedijernih jedinki koje imaju oba tipa cvetova (i ženske i dvopolne) (Rodríguez-Riaño i Dafni, 2007; Casimiro-Soriguer i sar., 2013), koje su zabeležene u jako malom procentu (3,33%), u po jednoj populaciji vrsta *M. longifolia* i *M. spicata*. Prisustvo intermedijernih fenotipova je potvrđeno u prirodnim i gajenim populacijama različitih ginodieckih vrsta (*Stellaria longipes* Goldie – Philipp, 1980; *Plantago lanceolata* L. – Van Damme i Van Delden, 1982; *Silene vulgaris* (Moench) Garcke – Dulberger i Horovitz, 1984; *Geranium maculatum* L. – Ågren i Willson, 1991; *Silene acaulis* (L.) Jacq. – Alatalo i Molau, 1995; *Plantago coronopus* L. – Koelewijn i Van Damme, 1996; *Silene italica* (L.) Pers. – Lafuma i Maurice, 2006; *Teucrium capitatum* L. i *Origanum syriacum* L. – Rodríguez-Riaño i Dafni, 2007; *Glechoma longituba* (Nakai) Kuprian. – Jang i Hong, 2011; *Agastache rugosa* (Fisch. & C.A. May) Kuntze – Jang i sar., 2015). Ovaj fenomen je označen kao prelazna promena od hermafroditnih do ženskih biljaka radi stabilizacije ginodieciam (Benevides i sar., 2013), ali kako je kod analiziranih vrsta veoma retko zabeležena, može se pretpostaviti da su nane na samom početku procesa prelaska na diecki model cvetova, odnosno razmnožavanja.

Populacije *M. longifolia* su najkomplicovanije za obradu i razmatranje, jer pored čisto hermafroditnih i ginodieckih, one jedne populacije gde postoji i intermedijerna jedinka, postoji i nekoliko za koje se ne može bez dodatnih analiza fertlnosti polena u anterama ustanoviti kog su statusa. Naime, analizirani cvetovi populacija nejasnog statusa imaju relativno velike antere (kreću se i do 0,30 mm) koje nisu jasno redukovane, ali su unutar krunice na smanjenim filamentima i sa uočljivo manjom količinom polena u poređenju sa dvopolnim i deluju sasušeno i prazno. Postavlja se pitanje da li su ovi cvetovi samo protandrični, tj. cvetovi u kojima je vremenski ograničena muška funkcija, a koja se prva javlja i vremenom biva zamenjena ženskom u vidu stubića koji su visoko iznad krunice, u cilju sprečavanja samooplodnje ili predstavljaju dvopolne cvetove u kojima je muška funkcija smanjena.

Što se tiče staništa i nadmorskih visina na kojima su zabeležene ginodiecke populacije, analiza je sprovedena samo za vrstu *M. longifolia* jer pokriva najveći uzorak. Na osnovu pregleda staništa, ni jedno ne može biti okarakterisano kao antropogeno uzurpirano ili ekstremno u pogledu fluktuacija ekoloških faktora, te na osnovu ovog istraživanja nije ustanovljeno da se ginodiecke populacije češće javljaju na takvim staništima, kao što navode Looy i sar. (2011) i Stakeliené i Ložiené (2013). Jedina pravilnost koja se uviđa je da se ove ginodiecke populacije češće beleže na vlažnim livadama ili travnatim staništima u odnosu na ostale tipove, a da u okviru vlažnih mesta na obali reke, ispod vodopada, na obodu šume, u kanjonu, na stepi ili krečnjačkom kamenjaru nema ovakvih populacija. Što se tiče nadmorske visine, generalno su tokom ovih istraživanja uzorci sakupljeni u rasponu od 77 m do 1.139 m za ova istraživanja, a ginodiecke populacije se javljaju u rasponu od 265 m do 1.139 m bez preferiranja određene nadmorske visine. Sigurno da je prostorna i vremenska dinamika održanja ovih populacija roda *Mentha* mnogo kompleksnija i da zavisi kako od genetičkih, tako i od abiotičkih i biotičkih faktora na samom staništu, što može biti novi pravac istraživanja. Značaj preliminarne analize leži u u potvrdi da su populacije tri vrste ginodiecke i da postoji različita i visoka frekvencija funkcionalno ženskih jedinki u datim populacijama.

## **5.2 Morfološka varijabilnost karaktera vegetativnog i generativnog regiona vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata***

U analizi morfološke varijabilnosti obuhvaćeni su setovi kvalitativnih i kvantitativnih karaktera kod vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*. Kvalitativni karakteri analizirani su samo na vegetativnom regionu (stablo, list i brakteja), dok je analiza kvantitativnih karaktera uključila merenje morfometrijskih karaktera na vegetativnom regionu (stablo i list) i cvastima, kao i na generativnom regionu (cvet) i brakteji. Od merističkih karaktera predstavljena su samo dva i to na stablu, tj. listu. Detaljni podaci o broju jedinki, populacija i tipova cvetova, koji su uključeni u analizu navedeni su u okviru svakog regiona, analize i vrste zasebno.

### **5.2.1 Morfološka varijabilnost karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata***

#### **5.2.1.1 Morfološka varijabilnost kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata***

Morfološka varijabilnost kvantitativnih karaktera je obuhvatila 2.007 jedinki iz 91 populacije sve tri analizirane vrste (*M. longifolia* – 71 populacija, 1.529 jedinki; *M. microphylla* – 9 populacija, 215 jedinki i *M. spicata* – 11 populacija, 263 jedinke). Merenja su sprovedena na ukupno devet kvantitativnih karaktera, od čega sedam na listu i dva na cvastima, kao i dva meristička karaktera (jedan na listu i jedan na stablu). Morfološka varijabilnost je analizirana parametrima deskriptivne statistike, koeficijentima korelacije, jednofaktorskom analizom varijanse (ANOVA), te multivarijantnim analizama glavnih komponenti (PCA) na ukupnom i pojedinačnim uzorcima vrsta, kao i na njihovim varijabilnim parovima i kanoničnom diskriminantnom analizom (CDA).

##### **5.2.1.1.1 Osnovni statistički parametri kvantitativnih morfoloških karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata***

Koeficijent varijacije je dat na nivou sve tri vrste zajedno, međutim kako uzorak nije srazmeran prema vrstama ni u jednoj od sprovedenih analiza, ova mera ne predstavlja reprezentativnu sliku promenljivosti morfometrijskih karaktera, ali ipak može ukazivati na pravilnosti u variranju. Na osnovu tabele 4 u kojoj su prikazani parametri osnovne statističke analize uočava se da je većina karaktera u zoni povećane varijabilnosti (30–50%), dok se samo tri karaktera (širina lista pri bazi, broj nodusa na stablu i širina glavne cvasti) nalaze u zoni niske ili umerene varijabilnosti (10–30%). S obzirom da se radi o vegetativnim karakterima, sasvim je i očekivan ovakav obrazac jer se upravo ovaj deo biljke odlikuje većom fenotipskom plastičnošću, odnosno podložniji je delovanju ekoloških faktora. Karakteri koji se odlikuju najvećim koeficijentom varijacije su dužina glavne cvasti, dužina centralne internodije i visina stabla do glavne cvasti. Ipak, značajan podatak predstavlja širina glavne cvasti, koja je najmanje varijabilan karakter kod analiziranih vrsta (Tab. 4). Izmerene vrednosti na nivou ukupnog uzorka su generalno u skladu sa onim koje se navode za rod, odnosno za date vrste u literaturi (Tab. 5).

Tabela 4. Parametri osnovne statistike morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* (N=2.007)

Karakter	Mean	Min.	Max.	Var.	SD	CV%
visina stabla do glavne cvasti	551,9487	117,0000	1542,000	50180,14	224,0092	40,58516
dužina centralne internodije na stablu	31,0991	4,4100	112,930	184,16	13,5706	43,63654
broj nodusa na stablu	18,7997	6,0000	36,000	18,74	4,3294	23,02897
dužina lista	50,1313	10,7200	117,720	375,60	19,3804	38,65922
širina lista na sredini	16,3452	3,5300	42,260	30,31	5,5052	33,68101
širina lista pri bazi	12,6637	3,3700	26,450	14,21	3,7697	29,76823
dužina zubića na obodu lista	1,3701	0,3000	4,490	0,21	0,4627	33,77504
broj zubića na obodu lista	12,0837	2,0000	33,000	29,35	5,4176	44,83433
razmak između zubića na obodu lista	3,7333	0,9900	12,160	1,58	1,2573	33,67801
dužina glavne cvasti	40,5924	4,5800	146,360	370,09	19,2376	47,39221
širina glavne cvasti	9,1018	0,6300	28,500	3,40	1,8449	20,26989

Legenda: Mean – srednja vrednost, Min. – minimalna vrednost, Max. – maksimalna vrednost, Var. – vrednost varijanse, SD – standardna devijacija, CV – koeficijent varijacije, CV 10-30% narandžasta boja, CV 30-50% zelena boja

Tabela 5. Literaturne vrednosti morfometrijskih karaktera stabla, lista i cvasti tri analizirane vrste

Karakter	<i>M. longifolia</i>	<i>M. microphylla</i>	<i>M. spicata</i>	Referenca
visina stabla (cm)	30–100(180)		40–90	Borisova, A.G. (1968)
	30–150		30–100	Guşuleac, M. (1960)
	40–120	10–120	30–100	Harley, R.M. (1972)
	40–120		30–100	Harley, R.M. (1982)
	30–100(180)	50–80		Janković, M. (1974)
	25–117		43–84	Morales, R. (2010)
dužina listova (mm)	30–120	20–60	30–100	Pignatti, S. (1982)
	(30)50–150			Borisova, A.G. (1968)
	30–120		30–90	Guşuleac, M. (1960)
	(40-)50–90(-110)	10–45	(30-)50–90	Harley, R.M. (1972)
	(25-)30–90		(18-)30–75(-90)	Harley, R.M. (1982)
	30–150	20–50		Janković, M. (1974)
širina listova (mm)	15–115		18–78	Morales, R. (2010)
	50–90	10–45	50–90	Pignatti, S. (1982)
	15–35			Borisova, A.G. (1968)
	(10-)20–40	5–20(-25)	10–20	Guşuleac, M. (1960)
	10–32(-40)		(7-)15–30	Harley, R.M. (1972)
	15–45	7.5-15	8–25(-32)	Harley, R.M. (1982)
dužina cvasti (mm)	6–42		9–33	Janković, M. (1974)
	20–40	5–20	15–30	Morales, R. (2010)
	40–100	60–120		Pignatti, S. (1982)
	(30-)40–100		(18-)40–110(-140)	Harley, R.M. (1972)
	20–100		30-130	Harley, R.M. (1982)
				Morales, R. (2010)
širina cvasti (mm)	(9-)10–15	5-10	5–15	Harley, R.M. (1972)
	(7-)9–15		(6-)8–12(-14)	Harley, R.M. (1982)
	10–18			Morales, R. (2010)

Ipak, poređenjem dobijenih vrednosti sa literaturnim po pojedinačnim vrstama može se uočiti da postoje pojedina odstupanja. Za takson *M. longifolia* dobijene vrednosti visine stabla i dužine lista su u skladu ili manje, dok su dužina cvasti i širina lista na sredini gotovo jednaki, a širina cvasti i nešto veća u odnosu na do sada publikovane rezultate od strane Borisova (1968), Guşuleac (1960), Harley (1972, 1982), Janković (1974), Morales (2010) i Pignatti (1982). Ono što je važno istaći je da se ovde radi o pretpostavci da je prikazana vrednost širine na sredini lista. Takođe, retko se beleži širina lista u bazi, iako upravo ta razlika između širine na sredini i u bazi može da ukaže na značajne razlike među taksonima. Što se tiče vrste *M. microphylla*, dužina glavne cvasti je nešto niža ili jednaka, a širina glavne cvasti sasvim jednaka sa opisom datim od strane Harley (1972). Visina stabla se generalno uklapa sa postojećim vrednostima koje su prilično različite (Harley, 1972; Janković, 1974; Pignatti, 1982). Dužina lista, koja ne prelazi 5 cm, kao i širina lista (nevažno da li pri bazi ili na sredini jer su vrednosti gotovo jednake), koja nije veća od 2 cm gotovo su potpuno identične sa dimenzijama datim od strane Harley (1972), Janković (1974) i Pignatti (1982). Visina stabla *M. spicata* ne prelazi 100 cm kao što je navedeno u literaturi (Borisova, 1968; Guşuleac, 1960; Harley, 1972, 1982; Morales, 2010; Pignatti, 1982), širina cvasti je kao kod Harley (1972, 1982), ali je dužina ipak nešto manja u poređenju sa Harley (1982) i Morales (2010) (Tab. 5 i 6). Ipak, najvažniji karakter, tj. dužina lista, u najvećoj meri odgovara onim datim za teritoriju Turske (Harley, 1982) i Španije (Morales, 2010), dok se širina najviše uklapa u dimenzije date za teritoriju Rumunije (Guşuleac, 1980), ali ne prelazi 30 cm, te ne odstupa značajno od ostalih koje navode drugi autori (Harley, 1972, 1982; Morales, 2010; Pignatti, 1982) (Tab. 5 i 6).

Tabela 6. Raspon vrednosti morfometrijskih karaktera stabla, listova i cvasti analiziranih vrsta

Karakter (min.-max.)	<i>M. longifolia</i>	<i>M. microphylla</i>	<i>M. spicata</i>
dužina glavne cvasti (mm)	(4,58-)26,75-48,45(-146,36)	(10,12-)30,25-63,01(-135,97)	(10,22-)30,89-52,29(-114,15)
širina glavne cvasti (mm)	(0,63-)7,72-10,40(-28,50)	(5,15-)7,32-9,97(-12,11)	(5,03-)7,90-10,45(-14,42)
dužina lista (mm)	(15,02-)41,55-66,60(-117,72)	(10,72-)20,40-30,91(-49,15)	(17,34-)31,68-51,03(-86,82)
širina lista na sredini (mm)	(6,31-)14,07-20,86(-42,26)	(3,53-)7,23-11,11(-20,80)	(6,68-)10,96-17,28(-27,18)
širina lista pri bazi (mm)	(4,74-)10,33-25,96(-25,96)	(3,37-)7,55-11,25(-20,20)	(5,86-)11,12-15,26(-26,45)
visina stabla (cm)	(13-)40-73(-154)	(12-)30-47(-97)	(14-)35-68(-94)

### 5.2.1.1.2 Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Vrednost koeficijenta korelacije na nivou sve tri analizirane vrste je u zoni slabe korelacije  $r=10-40\%$ , što ukazuje na nezavisno variranje većine analiziranih karaktera vegetativnog regiona. Karakteri koji su pokazali umereni ( $r=40-70\%$ ) ili veći ( $r>70\%$ ) stepen korelacije se nalaze na organima čije uvećane dimenzije dovode do povećanja dimenzije susednih ili zavisnih organa ili delova organa (visina stabla do cvasti-dužina centralne internodije, visina stabla do cvasti-dužina lista, visina stabla do cvasti-širina lista na sredini, visina stabla do cvasti-širina lista pri bazi, dužina centralne internodije-dužina lista, dužina centralne internodije-širina lista na sredini, dužina centralne internodije-širina lista pri bazi, dužina lista-širina lista na sredini, dužina lista-širina lista pri bazi, širina lista na sredini-širina lista pri bazi, širina lista pri bazi-dužina zubića na obodu lista). U pojedinačnim slučajevima ustanovljeni su i negativni koeficijenti korelacije, ali uglavnom nisu pokazali statističku značajnost (Tab. 7).

Tabela 7. Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=2.007, crvenom bojom su označene statistički značajne korelacije za  $p < 0,05$

Karakter	VSC	DCI	DL	ŠLS	ŠLB	DZ	RZ	DGC	ŠGC
VSC	1,000000								
DCI	0,661594	1,000000							
DL	0,682985	0,585609	1,000000						
ŠLS	0,556090	0,463765	0,759779	1,000000					
ŠLB	0,450611	0,420929	0,586640	0,695943	1,000000				
DZ	0,294484	0,320944	0,386861	0,393973	0,452559	1,000000			
RZ	0,136519	0,227747	0,207793	0,220621	0,238793	0,200838	1,000000		
DGC	-0,010681	-0,018348	-0,170961	-0,125804	-0,091583	-0,045854	0,059714	1,000000	
ŠGC	0,097397	0,130142	0,230703	0,177352	0,122873	0,056394	0,051528	0,153996	1,000000

Legenda: VSC – visina stabla do glavne cvasti, DCI – dužina centralne internodije, DL – dužina lista, ŠLS – širina lista na sredini, ŠLB – širina lista pri bazi, DZ – dužina zubića na obodu lista, RZ – razmak između zubića na obodu lista, DGC – dužina glavne cvasti, ŠGC – širina glavne cvasti; Nivoi povezanosti: laka povezanost (do 40%) označena sivom bojom, visoka povezanost (do 70%) označena zelenom bojom, veoma visoka povezanost (više od 70%) označeno narandžastom bojom

### 5.2.1.1.3 Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Posmatranjem dobijenih rezultata ANOVA-e uočeno je da je variranje svih merenih karaktera na vegetativnom regionu i cvasti na ukupnom uzorku sve tri vrste (2.007 jedinki) statistički značajno, odnosno da su svi karakteri u određenoj meri primenljivi za razlikovanje ovih vrsta (Tab. 8). Ipak, na osnovu dobijenih rezultata, najmanje varijabilni su karakteri: širina glavne cvasti, dužina glavne cvasti i razmak među zubićima na listu, dok su karakteri: dužina lista i širina lista na sredini karakteri sa najvećom F vrednošću, odnosno najvećom varijabilnošću. Kako su ovi najvarijabilniji karakteri lista i statistički značajni, predstavljaju istovremeno i najznačajnije karaktere za determinaciju tri analizirane vrste. Osim toga, prema nešto većoj varijabilnosti ističu se i karakteri širina lista pri bazi, dužina zubića na obodu lista, visina stabla do glavne cvasti i dužina centralne internodije, pa se u određenoj meri mogu koristiti za razdvajanje.

Tabela 8. Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,00$

Karakter	F	p
visina stabla do glavne cvasti	<b>68,8035</b>	<b>0,00000</b>
dužina centralne internodije	<b>60,8077</b>	<b>0,00000</b>
dužina lista	<b>299,8536</b>	<b>0,00000</b>
širina lista na sredini	<b>236,3862</b>	<b>0,00000</b>
širina lista pri bazi	<b>85,6422</b>	<b>0,00000</b>
dužina zubića na obodu lista	<b>83,8479</b>	<b>0,00000</b>
razmak između zubića na obodu lista	<b>23,7438</b>	<b>0,00000</b>
dužina glavne cvasti	<b>29,6080</b>	<b>0,00000</b>
širina glavne cvasti	<b>13,7180</b>	<b>0,00001</b>



#### 5.2.1.1.4 Analiza glavnih komponenti (PCA) kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Analiza glavnih komponenti morfometričkih karaktera vegetativnog regiona i cvasti obuhvatila je celokupan uzorak jedinki (2.007) iz populacija sve tri analizirane vrste (*M. longifolia* – 71 populacija, 1.529 jedinki; *M. microphylla* – 9 populacija, 215 jedinki i *M. spicata* – 11 populacija, 263 jedinke). Iako je u odnosu na ukupan uzorak moguće definisati devet faktora koji bi pokazali prirodu varijabilnosti analiziranih karaktera, samo su prve dve ose uzete u obzir čija kumulativna vrednost varijabilnosti uzorka iznosi više od 50% (Prilog, Tab. 5). Na osnovu analiza karaktera koji najviše doprinose varijabilnosti, pokazano je da prvu PCA osu najvećim procentom karakterišu osobine koje ukazuju na dimenzije lista (dužina i širina lista na sredini) i dužina glavne cvasti. Ukupnoj varijabilnosti druge PCA ose najviše doprinose karakteri: broj zubića na listu, razmak između zubića i dužina glavne cvasti (Tab. 9, Sl. 32).

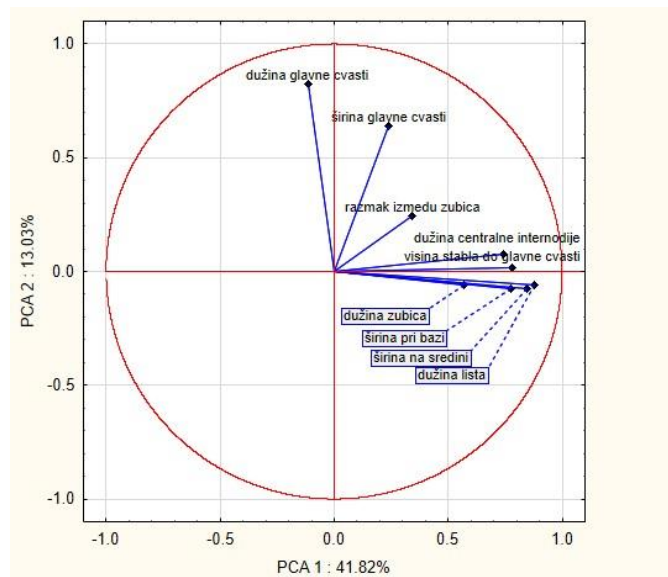
Ovaj rezultat sa jedne strane, s obzirom da dimenzije lista najviše doprinose ukupnoj varijabilnosti, pokazuje realnu sliku varijabilnosti ukupnog uzorka jer su to karakteri koji su najvarijabilniji i najznačajniji za diskriminaciju varijabilnosti na nivou analizirane tri vrste. S druge strane, ovaj rezultat, u pogledu ostalih karaktera koji doprinose ukupnoj varijabilnosti (dužina zubića i razmak među zubićima na obodu lista), može biti samo posledica korelacionih odnosa unutar uzorka koji se povećavaju sa povećanjem dimenzije lista ili pak ukazati na dodatne karaktere koji opisuju njegovu varijabilnost.

Posmatrajući pozicije svih analiziranih jedinki u prostoru prve dve ose bez *a priori* definisanih grupa tj. vrsta (Sl. 33), jasno se uočava da nema definisanog obrasca varijabilnosti karaktera koji su mereni i da su sve jedinke raspoređene u centralnom delu koordinatnog sistema PCA osa. Takođe, u analizi u kojoj su određene *a priori* definisane vrste (Sl. 34), uočava se preklapanje skorova jedinki sve tri analizirane vrste, u velikoj meri. Ipak, prema varijabilnosti karaktera vegetativnog regiona primetna je specifičnost varijabilnosti jedinki vrste *M. microphylla*, koje se nalaze se u negativnom prostoru prve PCA ose, u odnosu na druge dve vrste. Što se tiče jedinki vrsta *M. spicata* i *M. longifolia*, one se vrlo difuzno distribuiraju u čitavom prostoru PCA osa i uglavnom preklapaju u odnosu na varijabilnost karaktera vegetativnog regiona i cvasti. Raspored jedinki vrste *M. longifolia* je ujednačeniji, odnosno gušći u odnosu na *M. spicata*, verovatno kao posledica duplo većeg uzorka.

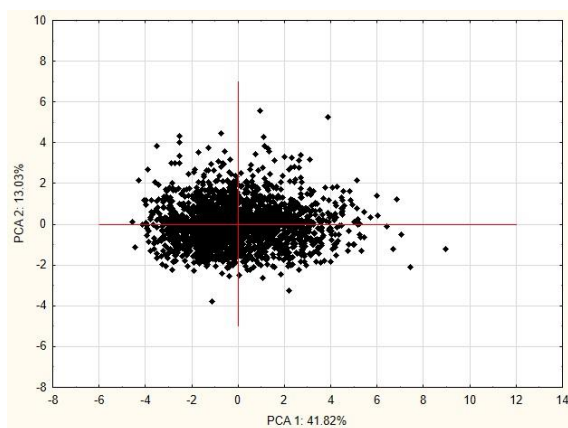
Tabela 9. Vrednosti opterećenja kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na prve dve ose analize glavnih komponenti; N=2.007 jedinki, 91 populacija

Karakter	PCA 1	PCA 2
visina stabla do glavne cvasti	0,788804	0,074609
dužina centralne internodije	0,712894	0,223819
dužina lista	<b>0,917496</b>	-0,061933
širina lista na sredini	<b>0,854518</b>	-0,006866
širina lista pri bazi	0,757056	0,046756
broj zubića na obodu lista	0,741803	<b>-0,438080</b>
razmak između zubića na obodu lista	0,239349	<b>0,670457</b>
dužina glavne cvasti	<b>-0,158435</b>	<b>0,685014</b>
širina glavne cvasti	0,249059	0,328871

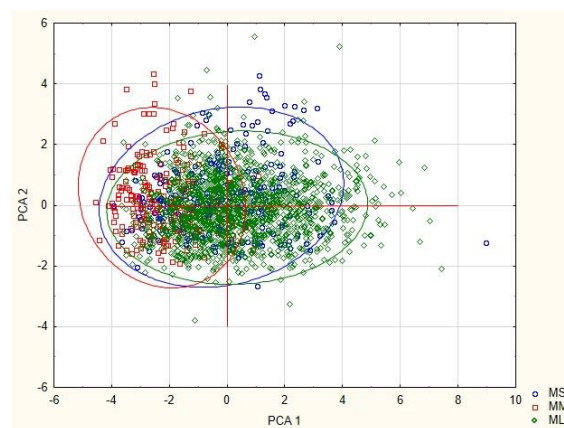
Napomena: podebljane vrednosti najviše doprinose ukupnoj varijabilnosti uzorka



Slika 32. Nivoi opterećenja kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar ukupnog uzorka vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*



Slika 33. Pozicije svih analiziranih jedinki bez definisanja pripadnosti vrsti u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti



Slika 34. Pozicije svih analiziranih jedinki vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti

### 5.2.1.1.5 Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti

Kanonijska diskriminantna analiza morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti tri vrste *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* je urađena na 2.007 jedinki, pri čemu su kao diskriminantne grupe korišćene tri determinisane vrste. Rezultati CDA analize potvrdili su da je na nivou analiziranih vrsta moguće definisati jedinstven obrazac varijabilnosti, na šta upućuju i rezultati prethodne PCA analize. Procenat diskriminacije koji sa sobom nosi prva CD osa je veoma izražen (81,73%), a i vrednost njegovog vektora pokazuje značajan nivo diskriminacije. Takođe, prema *a priori* klasifikaciji mali broj (397), odnosno procentualni udeo (19,78%) jedinki je drugačije klasifikovan, što ukazuje na dobru morfološku diferencijaciju analiziranih vrsta na nivou korištenih karaktera.

U odnosu na CDA 1 osu, karakteri koji se ponašaju diskriminantno su dužina lista, širina lista na sredini i širina lista pri bazi, što u potpunosti odgovara diferencijaciji samih vrsta. Ovakvo razdvajanje prati i CDA 2 osa, gde se vrste razdvajaju na osnovu tri karaktera: dužina lista, širina lista pri bazi i dužina zubića na obodu lista (Tab. 10).

Tabela 10. Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na prve dve diskriminantne ose; N=2007 jedinki, 3 grupe

Karakter	CDA 1	CDA 2
visina stabla do glavne cvasti	-0,283730	-0,070613
dužina centralne internodije	-0,018394	0,183343
dužina lista	<b>0,903790</b>	<b>-0,411558</b>
širina lista na sredini	<b>0,586728</b>	-0,212106
širina lista pri bazi	<b>-0,432859</b>	<b>0,630077</b>
dužina zubića na obodu lista	0,080495	<b>0,571828</b>
razmak između zubića na obodu lista	-0,177256	0,380693
dužina glavne cvasti	-0,137161	-0,122819
širina glavne cvasti	-0,050519	0,302199
Karakteristična vrednost	0,397317	0,088822
Kumulativni procenat	0,817291	1,000000

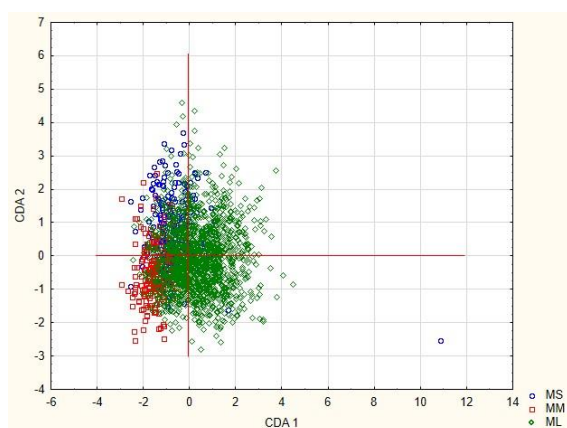
Napomena: podebljane vrednosti najviše dopinose ukupnoj varijabilnosti uzorka, odnosno diskriminaciji među vrstama

Za proveru statističke značajnosti razlika među analiziranim vrstama, uzimajući sve morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti istovremeno, urađena je multivarijantna analiza varijanse (MANOVA) (Tab. 11). Analiza je pokazala da je variranje svih morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti, osim dužine centralne internodije, statistički značajno, te ovaj karakter ne doprinosi razdvajanju vrsta. Ipak, u okviru ostalih karaktera čije je variranje statistički značajno, izdvajaju se svakako karakteri lista (dužina, širina na sredini i širina pri bazi) koji i jesu najznačajniji za razlikovanje vrsta u postojećim ključevima.

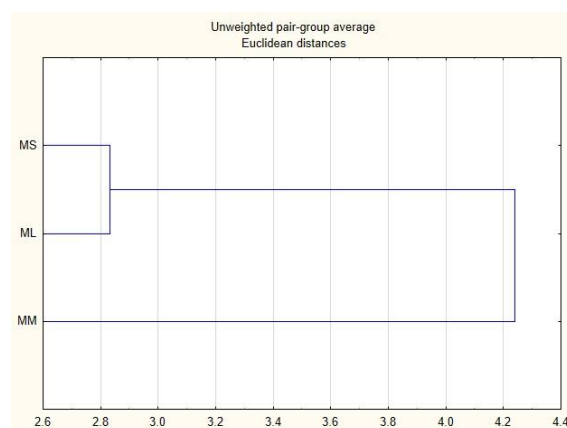
Tabela 11. Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=2.007, podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,05$

Karakter	Wilks' $\lambda$	F	p
visina stabla do glavne cvasti	<b>0,664014</b>	<b>10,22935</b>	<b>0,000038</b>
dužina centralne internodije	0,658282	1,52568	0,217726
dužina lista	<b>0,717525</b>	<b>91,47968</b>	<b>0,000000</b>
širina lista na sredini	<b>0,684085</b>	<b>40,70565</b>	<b>0,000000</b>
širina lista pri bazi	<b>0,685850</b>	<b>43,38535</b>	<b>0,000000</b>
dužina zubića na obodu lista	<b>0,672679</b>	<b>23,38610</b>	<b>0,000000</b>
razmak između zubića na obodu lista	<b>0,669852</b>	<b>19,09340</b>	<b>0,000000</b>
dužina glavne cvasti	<b>0,661259</b>	<b>6,04658</b>	<b>0,002410</b>
širina glavne cvasti	<b>0,662140</b>	<b>7,38381</b>	<b>0,000638</b>

Pozicije jedinki u prostoru prve dve diskriminantne ose (Sl. 35) ukazuju na tendenciju međusobnog odvajanja vrsta. Pre svega, ovo se odnosi na vrstu *M. microphylla* čije jedinke formiraju manje-više homogenu grupu u negativnom prostoru prve, odnosno druge diskriminantne ose, čemu najviše doprinose manje dimenzije listova u odnosu na druge dve vrste. Skorovi jedinki vrsta *M. spicata* i *M. longifolia* se u manjoj meri preklapaju, ali je uočljivo i naglašeno odvajanje skorova jedinki vrste *M. spicata* (Sl. 35). Najjasniju sliku odvajanja vrsta na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti daje fenogram diskriminantne analize (Sl. 36). Interesantno je da se najpre odvajaju vrsta *M. microphylla*, koja se prema morfometrijskim karakteristikama vegetativnog regiona i cvasti razlikuje od druge dve vrste. Ovo odvajanje, kao i dužina distance ove grane, može da ukaže zaseban status ovog taksona u okviru grupe *Spicata* koji je svakako sporan prema dosadašnjoj literaturi. Prema ovoj analizi, vrste *M. longifolia* i *M. spicata* odvajaju se zajedno i, prema analiziranim morfometrijskim karakteristikama vegetativnog regiona i cvasti, veoma su slične, o čemu svedoči dužina njihovih grana na klasteru. Ono što je bitno istaći, morfometrijske analize bez pregleda tipa dlaka koji dominira na biljnom materijalu (naličje, čašica i stablo) ne mogu jasno ukazati o kojoj se vrsti radi, a često i to može biti karakter koji odstupa. Ni drugi tipovi istraživanja ne dobijaju zadovoljavajuća razdvajanja *M. longifolia* i *M. spicata*. Na primer, primenom ISSR markera uzorci ove dve vrste se grupišu zajedno i pokazuju sličnost kao dva varijeteta jedne vrste (Yaghini i sar., 2020).



Slika 35. Pozicije jedinki vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u prostoru prve dve diskriminantne ose



Slika 36. Fenogram vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti dobijen na osnovu klaster analize

### 5.2.1.2 Morfološka varijabilnost kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. longifolia*

#### 5.2.1.2.1 Osnovni statistički parametri kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. longifolia*

Morfološka varijabilnost kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. longifolia* urađena je na ukupnom uzorku od 1.529 jedinki iz 71 populacije. Koefficient varijacije je dat na nivou celokupnog uzorka jedinki i populacija vrste *M. longifolia*. Iz tabele 12 se uočava da se većina karaktera nalazi u zoni povećane varijabilnosti (CV 30–50%), pri čemu najviše varira dužina glavne cvasti, dužina centralne internodije, broj zubića, visina stabla do glavne

cvasti, dužina lista i razmak između zubića. S druge strane, karakteri koji se nalaze u zoni niske ili umerene varijabilnosti (CV do 30%) su širina lista na sredini i širina lista pri bazi.

Tabela 12. Parametri osnovne statistike morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. longifolia* (N=1.529)

Karakter	Mean	Min.	Max.	Var.	SD	CV (%)
visina stabla do glavne cvasti	580,1465	130,0000	1542,000	52064,93	228,1774	39,33100
dužina centralne internodije	32,4571	4,4100	91,030	179,12	13,3834	41,23416
dužina lista	54,8728	15,0200	117,720	341,27	18,4735	33,66607
širina lista na sredini	17,6873	6,3100	42,260	26,40	5,1379	29,04858
širina lista pri bazi	12,9701	4,7400	25,960	13,98	3,7384	28,82348
broj zubića na obodu lista	13,2178	3,0000	33,000	29,51	5,4320	41,09629
razmak između zubića na obodu lista	3,7108	0,9900	10,420	1,47	1,2121	32,66495
dužina glavne cvasti	38,8908	4,5800	146,360	311,61	17,6524	45,38959
širina glavne cvasti	9,1615	0,6300	28,500	3,55	1,8849	20,57433

Legenda: Mean – srednja vrednost, Min. – minimalna vrednost, Max. – maksimalna vrednost, Var. – vrednost varijanse, SD – standardna devijacija, CV – koeficijent varijacije, CV 10-30% narandžasta boja, CV 30-50% zelena boja

### 5.2.1.2.2 Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. longifolia*

Vrednost koeficijenta korelacije na nivou svih analiziranih populacija vrste *M. longifolia* je u zoni slabe korelacije ( $r=10-30\%$ ) (Tab. 13), što ukazuje na nezavisno variranje većine analiziranih karaktera vegetativnog regiona i cvasti.

Tabela 13. Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. longifolia*; N=1.529, crvenom bojom su označene statistički značajne korelacije za vrednost  $p<0,05$

Karakter	VSC	DCI	DL	ŠLS	ŠLB	DZ	RZ	DGC	ŠGC
VSC	1,000000								
DCI	0,652630	1,000000							
DL	0,670608	0,582465	1,000000						
ŠLS	0,573355	0,454433	0,779339	1,000000					
ŠLB	0,426145	0,369332	0,556074	0,763668	1,000000				
DZ	0,262454	0,275132	0,344146	0,373499	0,411396	1,000000			
RZ	0,116684	0,193512	0,206765	0,237053	0,187969	0,159575	1,000000		
DGC	-0,002131	0,009720	-0,133832	-0,091601	-0,044749	-0,006959	0,060788	1,000000	
ŠGC	0,098599	0,142339	0,228580	0,176035	0,109580	0,058024	0,047538	0,144725	1,000000

Legenda: VSC – visina stabla do glavne cvasti, DCI – dužina centralne internodije, DL – dužina lista, ŠLS – širina lista na sredini, ŠLB – širina lista pri bazi, DZ – dužina zubića na obodu lista, RZ – razmak između zubića na obodu lista, DGC – dužina glavne cvasti, ŠGC – širina glavne cvasti; Nivoi povezanosti: laka povezanost (do 40%) označena sivom bojom, visoka povezanost (do 70%) označena zelenom bojom, veoma visoka povezanost (više od 70%) označeno narandžastom bojom

Slično kao i kod ukupnog uzorka, karakteri koji su pokazali umereni ili veći stepen korelacije su vezani za organe čije uvećane dimenzije dovode do povećanja dimenzije susjednih ili zavisnih organa ili delova organa (visina stabla do cvasti-dužina centralne internodije, visina stabla do cvasti-dužina lista, visina stabla do cvasti-širina lista na sredini, visina stabla do cvasti-širina lista pri bazi, dužina centralne internodije-dužina lista, dužina centralne internodije-širina lista na sredini, dužina centralne internodije-širina lista pri bazi, dužina lista-širina lista na sredini, dužina lista-širina lista pri bazi, širina lista na sredini-širina lista pri bazi,

širina lista pri bazi-širina lista na sredini). U pojedinim slučajevima ustanovljeni su i negativni koeficijenti korelacije, ali uglavnom nisu statistički značajni (Tab. 13).

### 5.2.1.2.3 Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. longifolia*

Nivoi značajnosti p i F vrednosti u odnosu na merene karaktere na vegetativnom regionu i cvasti su posmatrani u okviru populacija vrste *M. longifolia*, jer nisu definisani infraspecijski taksoni. Posmatranjem dobijenih rezultata ANOVA-e (Tab. 14) uočeno je da je variranje svih merenih karaktera na vegetativnom regionu i cvasti na ukupnom uzorku (1.529 jedinki iz 71 populacije) statistički značajno, odnosno da su svi karakteri u određenoj meri primenljivi za razlikovanje populacija.

Tabela 14. Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. longifolia*; podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,05$

Karakter	F	p
visina stabla do glavne cvasti	<b>27,50151</b>	<b>0,00</b>
dužina centralne internodije	<b>18,64749</b>	<b>0,00</b>
dužina lista	<b>39,72309</b>	<b>0,00</b>
širina lista na sredini	<b>23,42779</b>	<b>0,00</b>
širina lista pri bazi	<b>12,67904</b>	<b>0,00</b>
dužina zubića na obodu lista	<b>12,23340</b>	<b>0,00</b>
razmak između zubića na obodu lista	<b>4,98413</b>	<b>0,00</b>
dužina glavne cvasti	<b>12,56863</b>	<b>0,00</b>
širina glavne cvasti	<b>13,28513</b>	<b>0,00</b>

Ipak, na osnovu dobijenih rezultata (Tab. 14), većina karaktera se odlikuje malom varijabilnošću, te nalazi malu primenu za razlikovanje populacija unutar *M. longifolia*. Najvećom varijabilnošću se odlikuju dužina lista, visina stabla i širina lista na sredini, a kako su istovremeno i statistički značajni mogu imati najveću primenu u infraspecijskoj diferencijaciji vrste. Najmanje varijabilni su karakteri razmak između zubića na obodu lista, širina lista pri bazi, dužina glavne cvasti, dužina zubića na obodu lista, širina glavne cvasti i dužina centralne internodije. Kako se za neke od postojećih podvrsta unutar vrste *M. longifolia* (subsp. *typhoides*, *longifolia*, *diabolina*, *erminea*, *grisella*, *mollis* i *minutiflora*) navode visina stabla, dužina centralne internodije, dimenzije lista, dužina, broj i razmak zubića na ivici lista, dimenzije cvasti, ali i dimenzije zubaca i cevi čašice kao diferencijalni karakteri (Briquet, 1889, 1894, 1896, 1897), bilo bi poželjno sprovesti detaljno taksonomsko istraživanje u kome će *a priori* biti determinisane podvrste sa odgovarajućim biljnim materijalom uzorkovanim sa tipskih lokaliteta.

### 5.2.1.2.4 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. longifolia*

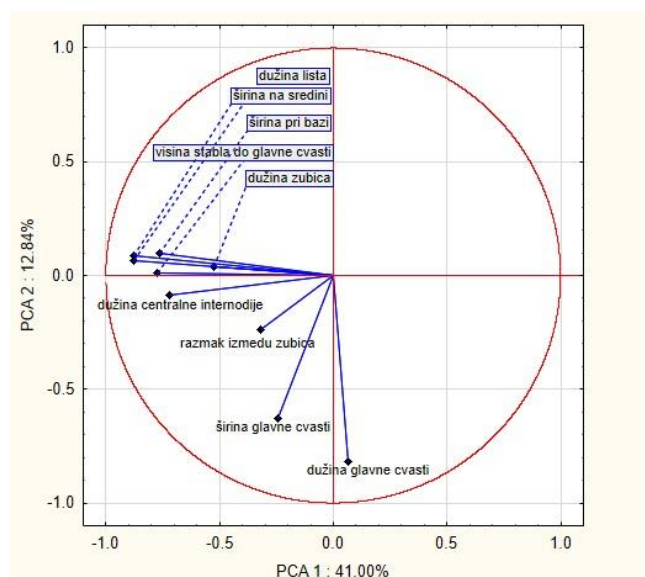
Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. longifolia* urađena je, kao i ANOVA, na ukupnom uzorku od 1.529 jedinki iz 71 populacije. U odnosu na ukupan uzorak moguće je definisati devet faktora koji najbolje opisuju varijabilnost analiziranih karaktera, ali su u obzir uzete samo prve dve ose čija kumulativna vrednost varijabilnosti iznosi više od 50% (Prilog, Tab. 6). Analizom glavnih komponenti, prvu

PCA osu najvećim procentom karakterišu osobine koje ukazuju na dimenzije lista (dužina i širina lista na sredini) i dužina glavne cvasti. Ukupnoj varijabilnosti druge PCA ose najviše doprinosi dužina glavne cvasti i širina lista pri bazi (Tab. 15, Sl. 37).

Tabela 15. Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. longifolia* u odnosu na prve dve ose analize glavnih komponenti; N= 1.529, 71 populacija

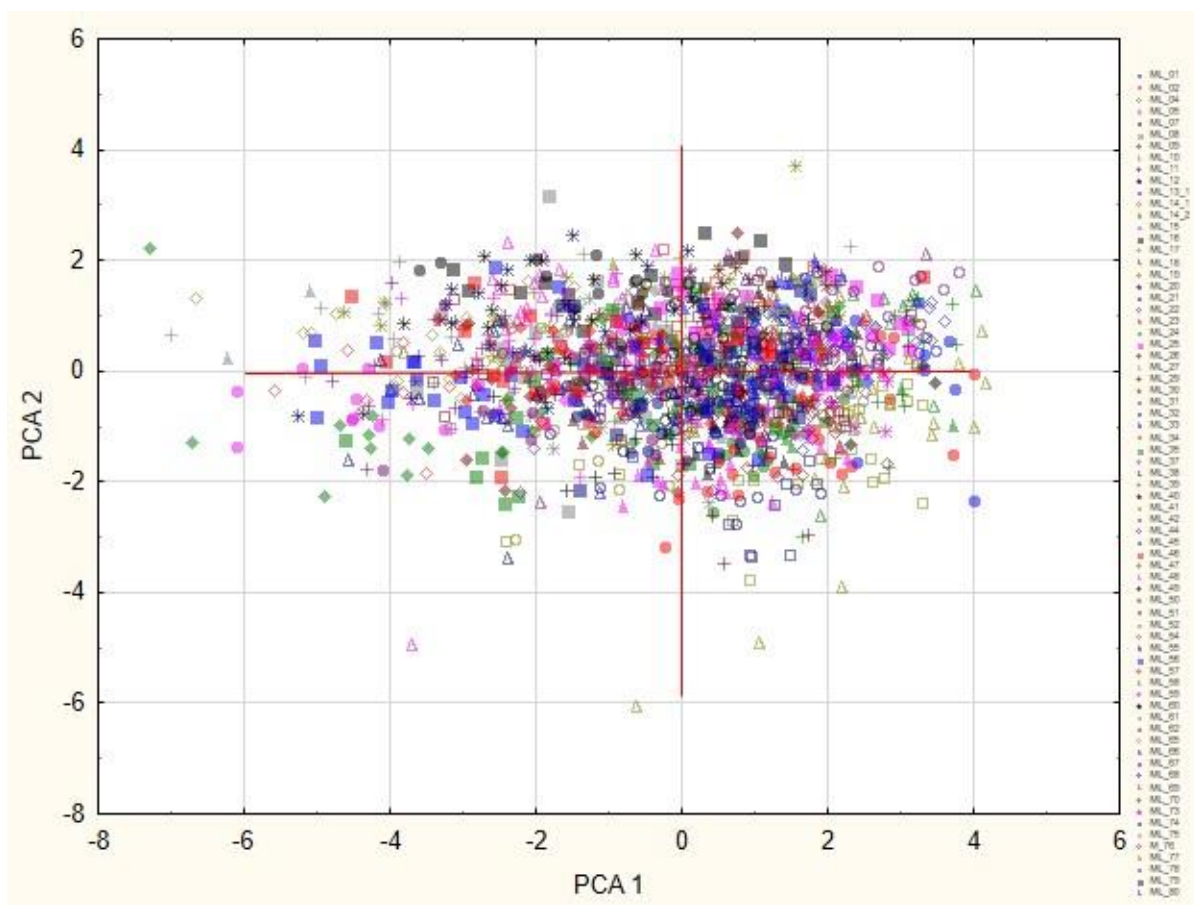
Karakter	PCA1	PCA2
visina stabla do glavne cvasti	-0,776113	0,010388
dužina centralne internodije	-0,720965	-0,084337
dužina lista	<b>-0,877734</b>	0,064336
širina lista na sredini	<b>-0,877946</b>	0,088105
širina lista pri bazi	-0,766044	<b>0,096475</b>
dužina zubića na obodu lista	-0,525026	0,037216
razmak između zubića na obodu lista	-0,317826	-0,235789
dužina glavne cvasti	<b>0,065401</b>	<b>-0,820487</b>
širina glavne cvasti	-0,243238	-0,630017

Napomena: podebljane vrednosti najviše doprinose ukupnoj varijabilnosti uzorka



Slika 37. Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar ukupnog uzorka vrste *M. longifolia*

Ovaj rezultat je veoma sličan rezultatu koji je dobijen u istoj analizi, ali rađenoj na ukupnom uzroku sve tri vrste. Sa jedne strane, moguće da je to posledica najvećeg uzorka ove vrste u ukupnom uzroku, te se zbog toga u ukupnoj slici vidi varijabilnost upravo *M. longifolia*. S druge strane, moguće da vrste pokazuju sličan obrazac varijabilnosti vegetativnih karaktera. Na osnovu pozicija jedinki analiziranih populacija *M. longifolia* uočava se njihovo grupisanje u centru osa, sa pojedinim jedinkama koje odstupaju, što ukazuje njihov sličan obrazac varijabilnosti (Sl. 38). Što se tiče diferencijacije *M. longifolia*, ona je prilično problematična, jer trenutno predloženo rešenje infraspecijske klasifikacije podrazumeva postojanje 22 podvrste koje su ranije opisane, ali bez predloženog ključa za njihovu determinaciju, od kojih sedam može biti zastupljeno na istraživanom području (Tucker i Naczi, 2007).



Slika 38. Pozicije jedinki populacija vrste *M. longifolia* u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti

### 5.2.1.2.5 Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrste *M. longifolia* na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti

Testiranje svih karakteristika pomoću CDA obuhvatilo je: nivo opterećenja pojedinih karaktera u odnosu na ose diskriminacije, procenat ukupne diskriminacije koju osa nosi, kao i testiranje *a priori* jedinki unutar 50 odabranih populacija vrste *M. longifolia*. Nijedan karakter nije isključen iz analize. Broj populacija je smanjen zbog ograničenosti korišćenog softvera za analizu. Rezultati CDA potvrdili su da na nivou vrste *M. longifolia* nije moguće definisati jedinstveni set karaktera za diskriminaciju, zbog njihove varijabilnosti, na šta upućuju i rezultati PCA analize. Procenat diskriminacije koji sa sobom nosi CDA 1 osa je nizak (39,91%), kao i vrednost njenog vektora (Tab. 16). Dodatno, visok nivo pogrešno definisanih jedinki (52,25%) u uzorku od 50 populacija vrste *M. longifolia* upućuje na veoma visoku varijabilnost karaktera, što ukazuje da analizirane populacije ne predstavljaju homogene grupe. U odnosu na CDA 1 osu diskriminantni karakteri su: dužina lista i dužina glavne cvasti. Razdvajanju po drugoj diskriminantnoj osi doprinose karakteri kao što su visina stabla do glavne cvasti i širina lista na sredini (Tab. 16). Prema rezultatima multifaktorske analize (MANOVA) svi karakteri pokazuju statistički značajne razlike među populacijama za vrednost  $p < 0,00$  (Tab. 17).



Tabela 16. Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. longifolia* u odnosu na prve dve diskriminantne ose; N=1.197 jedinki, 50 populacija

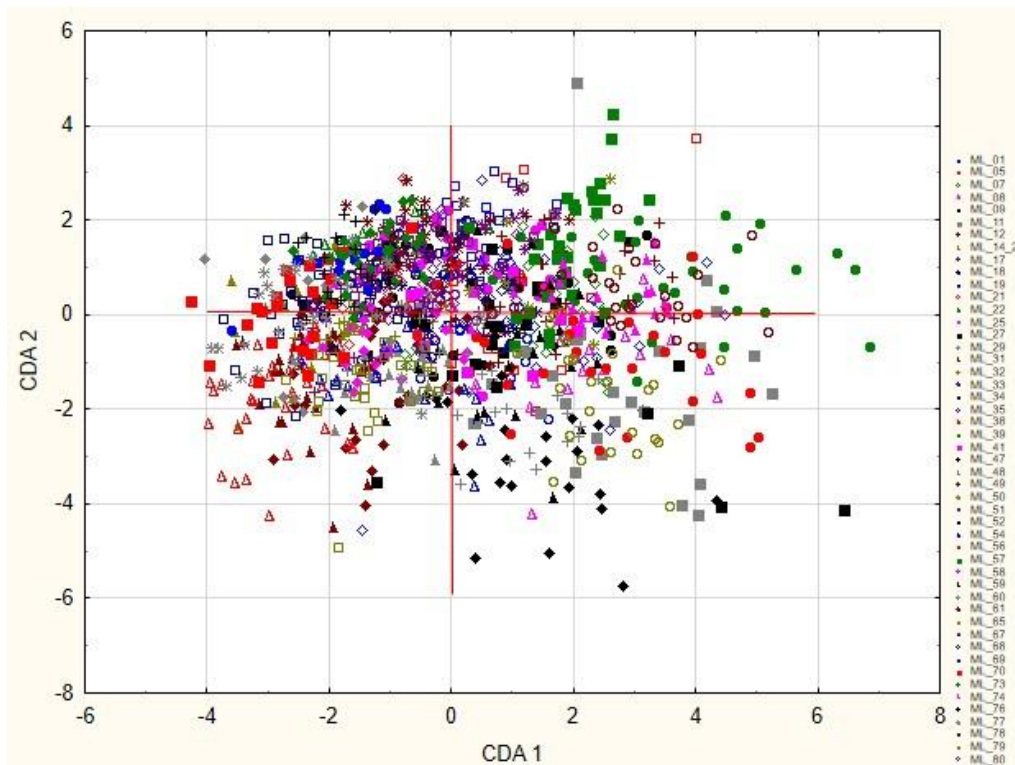
Karaktereri	CDA1	CDA2
visina stabla do glavne cvasti	0,101830	<b>-0,783209</b>
dužina centralne internodije	-0,060315	-0,259564
dužina lista	<b>1,031456</b>	0,076528
širina lista na sredini	0,061549	<b>0,930870</b>
širina lista pri bazi	-0,227612	-0,441484
dužina zubića na obodu lista	-0,254541	-0,463128
razmak između zubića na obodu lista	-0,135225	0,168159
dužina glavne cvasti	<b>-0,451068</b>	-0,098415
širina glavne cvasti	0,304291	0,289183
Karakteristična vrednost	2,870958	1,232573
Kumulativni procenat (%)	0,399126	0,570480

Napomena: podebljane vrednosti najviše doprinose ukupnoj varijabilnosti uzorka, odnosno diskriminaciji populacija

Tabela 17. Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. longifolia*; N=1.197 jedinki, 50 populacija; podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,00$

Karaktereri	Wilks' $\lambda$	F	p
visina stabla do glavne cvasti	<b>0,016822</b>	<b>17,17329</b>	<b>0,000000</b>
dužina centralne internodije	<b>0,014152</b>	<b>10,67645</b>	<b>0,000000</b>
dužina lista	<b>0,019726</b>	<b>24,23768</b>	<b>0,000000</b>
širina lista na sredini	<b>0,015863</b>	<b>14,84026</b>	<b>0,000000</b>
širina lista pri bazi	<b>0,013928</b>	<b>10,13278</b>	<b>0,000000</b>
dužina zubića na obodu lista	<b>0,015635</b>	<b>14,28456</b>	<b>0,000000</b>
razmak između zubića na obodu lista	<b>0,012085</b>	<b>5,64786</b>	<b>0,000000</b>
dužina glavne cvasti	<b>0,015401</b>	<b>13,71653</b>	<b>0,000000</b>
širina glavne cvasti	<b>0,015073</b>	<b>12,91664</b>	<b>0,000000</b>

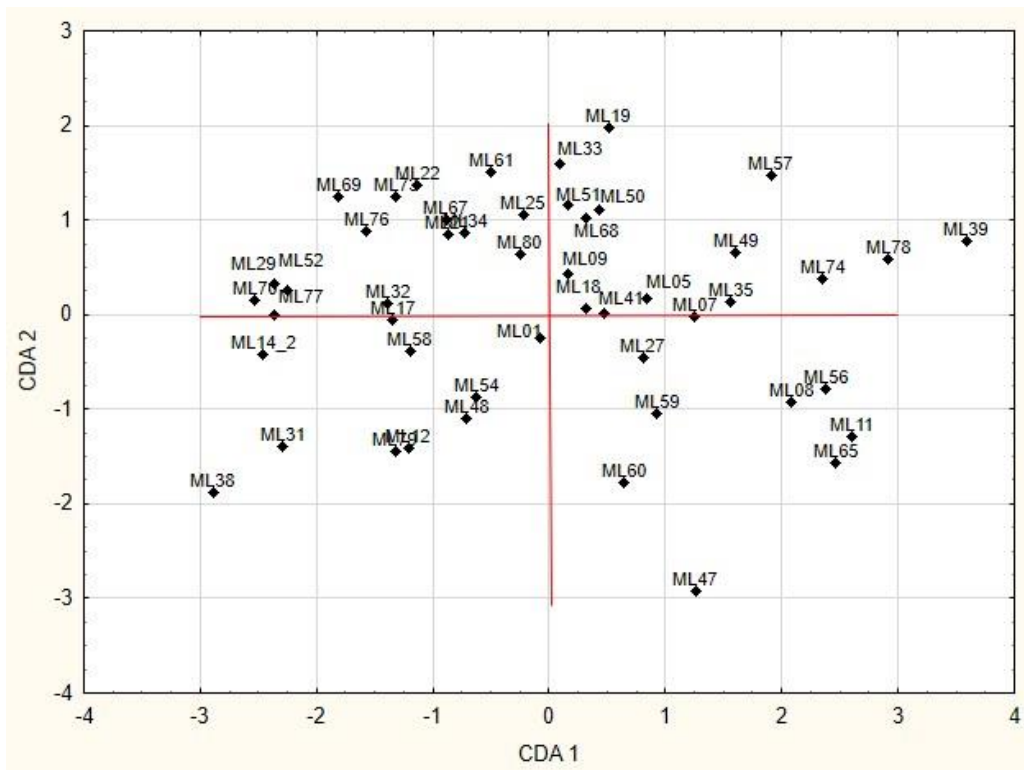
Pozicije jedinki u prostoru prve dve diskriminantne ose (Sl. 39) ukazuju na preklapanje velikog broja populacija koje grade homogenu grupu u centru koordinatnog sistema diskriminantnih osa, ali i na tendenciju izdvajanja pojedinih populacija unutar vrste *M. longifolia*. Populacije koje se odmah uočljivo izdvajaju od ostalih su ML39 (S, Mokra gora, Ribariće), ML38 (G, Belasica, Ano Poroia), ML47 (B, Vihren, hiža Vihren), ML78 (BiH, Zelengora, Donje bare), ML74 (S, Gradac, Čelije), ML19 (S, Zlatar) i ML31 (SM, Prespansko jezero, Stenja). Ipak, možda se za jasnije komentarisanje odnosa populacija unutar vrste *M. longifolia* mogu iskoristiti pozicije centroida (Sl. 40), posebno ostalih populacija koje se ne mogu jasno odvojiti na grafiku sa svim jedinkama u prostoru prve dve diskriminantne ose. Najpre, u pozitivnom delu CDA 1 ose izdvaja se jasno ML39, a zatim i ML78, ML74, ML57, ML19, ML33, ML49, ML47, ML60, ML59 i ML27. Preostale populacije grade parove ili homogene grupe, kao na primer ML51+ML50+ML68, ili ML56+ML08 i ML65+ML11. Sa negativne strane prve diskriminantne ose nalaze se populacije koje su izraženije grupisane. Jasno se odvajaju od ostalih ML38, ML31, ML61 i ML01, dok ostale grade parove ili homogene grupe, kao na primer ML25+ML80, ML67+ML34+ML21 ili ML29+ML52+ML77+70 (Skraćenice populacija date su u prilogu, Tab. 2).



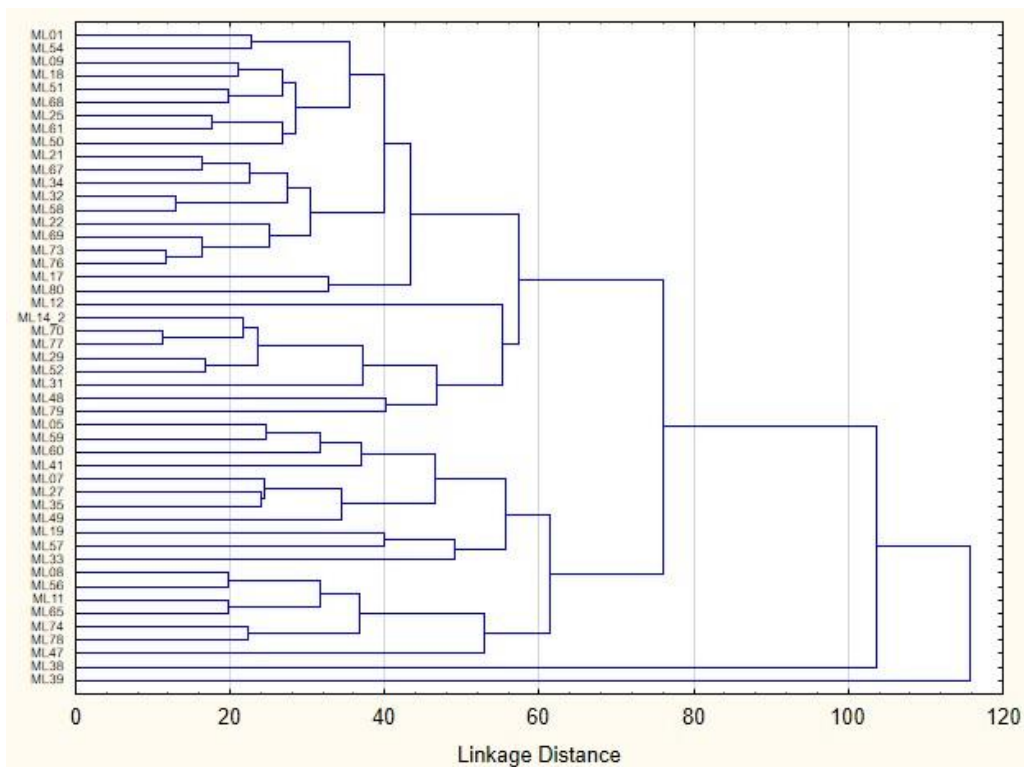
Slika 39. Pozicije jedinki 50 populacija vrste *M. longifolia* u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti (skraćenice populacija – Prilog, Tab. 2)

Najjasniju sliku diskriminacije populacija na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona daje fenogram diskriminantne analize (Sl. 41). Najpre se odvaja populacija ML39 (S, Mokra gora, Ribariće), a u okviru preostale velike grupe, najpre se zasebno odvaja populacija ML38 (G, Belasica, Ano Poroia), što može ukazati na postojanje potencijalno zasebnih taksona različitog statusa. Dalje, unutar preostale velike grupe izdvajaju se dve podgrupe, koje su dodatno podeljene u odnosu na izdvajanje zasebnih ili grupa populacija.

Prva podgrupa karakteriše se izdvojenošću populacije ML47 (B, Vihren, hiža Vihren) u odnosu na sve ostale, od kojih se zajedno grupišu i međusobno odvajaju ML74 (S, Gradac, Čelije) i ML78 (BiH, Zelengora, Donje bare), ML11 (CG, Đurđevića Tara) i ML 65 (B, Rila) i ML08 (S, Mučanj) i 56 (CG, Drcka reka). Dalje, u okviru iste podgrupe, primećuje se odvajanje populacija u dva pravca. U okviru prvog, primetno je izolovanje populacije ML33 (S, Stolovi) od uparenih populacija ML57 (BiH, Janj, Podobzir) i ML19 (S, Zlatar). U okviru druge grane najpre se odvaja ML49 (S, Kopaonik, Štava, Metelice) od ML35 (S, Brnjica) i ML27 (G, Stromi-Kalioskopi), kao i od zasebne grane ML07 (BiH, Dragoš Sedlo). Takođe, jednu grupu predstavljaju populacije gde je izolovana ML41 (S, Nova Varoš), kao i ML60 (B, Rila) u odnosu na ML59 (CG, Plavsko jezero) i ML05 (CG, Nikšić, Zeta) (Sl. 41).



Slika 40. Pozicije centroida 50 populacija vrste *M. longifolia* u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti (skraćenice populacija – Prilog, Tab. 2)



Slika 41. Fenogram 50 populacija vrste *M. longifolia* dobijen na osnovu CD analize morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti (skraćenice populacija – Prilog, Tab. 2)

U okviru druge podgrupe dolazi do izdvajanja parova populacija ili zasebnih populacija ML79 (CG, Orijen, Vilusi) i ML48 (S, Dašnica), ML31 (SM, Prespansko jezero, Stenja), ML52 (S, Bačko Gradište) i ML29 (S, Krušedol, Šelovrenački pašnjak), ML77 (B, Taža) i ML70 (BiH, Trebinje, Trebišnjica) i ML14\_2 (S, Padej, Zlatica) u odnosu na separatnu ML12 (S, Prijepolje-Nova Varoš). U preostalom delu fenograma primetno je odvajanje populacija ML80 (CG, Plužine, Pivsko jezero) i ML17 (S, Rujište) u odnosu na sve ostale. U okviru preostalih, odvajaju se par ML76 (B, Čiflik) i ML73 (BiH, Lug), kao i zasebne grane ML69 (S, Sviloš) i ML22 (S, Soko banja, Lepterija). Dalje, uočava se izdvajanje populacija ML58 (S, Vranje 2) i ML32 (SM, Lukovo polje), u odnosu na zasebnu ML34 (S, Zlatar, Aljinovići) i par ML67 (S, Gornjačka klisura, Mlava) i ML21 (S, Zlotska klisura). Na kraju, poslednja zasebna jedinica odvojena je na populaciju ML50 (S, Žagubica, Vrelo Mlave) i par ML61 (BiH, Mrkonjić grad, Savanovići) i ML25 (S, Beli Rzav, kanjon), a zatim na parove populacija koji se zajedno grupišu ML68 (S, Sopotnica) i ML51 (G, Teodorijana) i par koji je na vrhu odvojen zasebno ML54 (B, Pasardžik-Velingrad) i ML01 (CG, Durmitor, Cuklin, Gradac) (Sl. 41). Na osnovu ovog klastera, uočljivo je da ipak postoji jedna pravilnost u razdvajanju. Naime, prva podgrupa sačinjena je gotovo isključivo od planinskih populacija koje su sakupljene na velikim nadmorskim visinama i/ili sa vlažnih staništa u dolini jezera ili reka, dok druga podgrupa ubraja većinski populacije koje su sa nižih nadmorskih visina, a često i poreklom sa netipičnih, suvljih staništa.

### 5.2.1.3 Varijabilnost morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. microphylla*

#### 5.2.1.3.1 Osnovni statistički parametri morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. microphylla*

Morfološka varijabilnost karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. microphylla* sprovedena je na 215 jedinki iz devet populacija. Iz dobijenih rezultata (Tab. 18) se uočava da se karakteri prema stepenu varijacije mogu podeliti u tri grupe: 1) karakteri koji su u zoni veoma visoke varijabilnosti (CV 50–70%, dužina centralne internodije, dužina glavne cvasti), 2) karakteri koji su u zoni visoke varijabilnosti (CV 30–50%, visina stabla do glavne cvasti, razmak između zubića, širina lista na sredini, širina lista pri bazi) i 3) karakteri koji su u zoni niske ili umerene varijabilnosti (CV do 30%, dužina lista, dužina zubića i širina glavne cvasti).

Tabela 18. Tabela X. Parametri osnovne statistike morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. microphylla*; N=215

Karakter	Mean	Min.	Max.	Var.	SD	CV (%)
visina stabla do glavne cvasti	402,6837	117,0000	970,0000	21149,25	145,4278	36,11465
dužina centralne internodije	21,8774	5,3000	112,9300	142,63	11,9429	54,58985
dužina lista	26,3187	10,7200	49,1500	60,42	7,7728	29,53356
širina lista na sredini	9,4464	3,5300	20,8000	9,57	3,0933	32,74547
širina lista pri bazi	9,6337	3,3700	20,2000	9,23	3,0388	31,54380
dužina zubića na obodu lista	1,0103	0,3000	2,0900	0,08	0,2808	27,79593
razmak između zubića na obodu lista	3,3817	1,0300	7,6500	1,50	1,2251	36,22836
dužina glavne cvasti	48,6735	10,1200	135,9700	639,22	25,2827	51,94355
širina glavne cvasti	8,4896	5,1500	12,1100	2,49	1,5794	18,60434

Legenda: Mean – srednja vrednost, Min. – minimalna vrednost, Max. – maksimalna vrednost, Var. – vrednost varijanse, SD – standardna devijacija, CV – koeficijent varijacije, CV 10-30% narandžasta boja, CV 30-50% zelena boja, CV 50-70% siva boja

### 5.2.1.3.2 Koeficijenti korelacije kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. microphylla*

Vrednost koeficijenta korelacije na nivou svih analiziranih populacija je u zoni slabe korelacije ( $r=10-30\%$ ) (Tab. 19), što ukazuje na nezavisno variranje većine analiziranih karaktera vegetativnog regiona i cvasti.

Tabela 19. Koeficijenti korelacije kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. microphylla*; N=215, crvenom bojom su označene statistički značajne korelacije za  $p<0,05$

Karakter	VSC	DCI	BNS	DL	ŠLS	ŠLB	DZ	BZ	RZ	DGC	ŠGC
VSC	1,000000										
DCI	0,516859	1,000000									
BNS	0,427265	-0,228598	1,000000								
DL	0,483027	0,417443	-0,100244	1,000000							
ŠLS	0,333095	0,324708	-0,113905	0,763449	1,000000						
ŠLB	0,371799	0,460379	-0,090865	0,698291	0,851494	1,000000					
DZ	0,136571	0,130125	0,048787	0,312303	0,286029	0,272107	1,000000				
BZ	0,254169	0,179020	0,056717	0,546745	0,510914	0,446128	0,139199	1,000000			
RZ	0,180566	0,167296	-0,191757	0,341222	0,274525	0,305647	0,319338	-0,193671	1,000000		
DGC	0,122283	-0,009851	0,057717	-0,190125	-0,243946	-0,302101	-0,005760	-0,151469	-0,067619	1,000000	
ŠGC	-0,272594	0,011021	-0,287116	0,046503	0,024838	-0,038110	0,077018	0,142696	-0,064986	0,128860	1,000000

Legenda: VSC – visina stabla do glavne cvasti, DCI – dužina centralne internodije, BNS – broj nodusa na stablu, DL – dužina lista, ŠLS – širina lista na sredini, ŠLB – širina lista pri bazi, DZ – dužina zubića na obodu lista, BZ – broj zubaca na obodu lista, RZ – razmak između zubića na obodu lista, DGC – dužina glavne cvasti, ŠGC – širina glavne cvasti; Nivoi povezanosti: laka povezanost (do 40%) označena sivom bojom, visoka povezanost (do 70%) označena zelenom bojom, veoma visoka povezanost (više od 70%) označeno narandžastom bojom

Slično kao i kod ukupnog uzorka, a i uzorka populacija vrste *M. longifolia*, karakteri koji su pokazali umereni ( $r=40-70\%$ ) ili veći ( $r>70\%$ ) stepen korelacije se nalaze na organima čije uvećane dimenzije dovode do povećanja dimenzije susjednih ili zavisnih organa, odnosno delova organa, sa nekoliko izuzetaka i sa značajnom razlikom. Naime, veliki broj koeficijenata korelacije (18), i to pre svega karakteri kao što su broj nodusa na stablu, širina glavne cvasti i dužina glavne cvasti, u velikoj meri ne pokazuju statističku značajnost za vrednost  $p<0,05$ , te date vrednosti dalje nisu komentarisane. U pojedinim slučajevima ustanovljeni su i negativni koeficijenti korelacije, ali uglavnom nisu statistički značajni. Od ostalih koeficijenata korelacije, koji jesu statistički značajni, a pokazuju višu ili veoma visoku vrednost korelacije ( $r$  40–90%) izdvajaju se pre svega visina stabla do cvasti-dužina centralne internodije, visina stabla do cvasti-broj nodusa na stablu, visina stabla do cvasti-dužina lista, dužina centralne internodije-širina lista pri bazi, dužina lista-širina lista na sredini, dužina lista- širina lista pri bazi, dužina lista-broj zubaca na obodu lista, širina lista na sredini-širina lista pri bazi, širina lista na sredini-broj zubaca na obodu lista i širina lista pri bazi-broj zubaca na obodu lista (Tab. 19).

### 5.2.1.3.3 Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. microphylla*

Posmatranjem dobijenih rezultata ANOVA-e (Tab. 20) uočeno je da je variranje svih merenih karaktera na vegetativnom regionu i cvasti na ukupnom uzorku (215 jedinki iz devet populacija) statistički značajno za vrednost  $p<0,05$ , odnosno da su svi karakteri u određenoj meri primenljivi za razlikovanje populacija ove vrste. Ipak, na osnovu dobijenih rezultata uočava se da se većina karaktera odlikuje malom varijabilnošću, te zapravo ima malu primenu u razlikovanju populacija unutar vrste *M. microphylla*. Slično kao kod prethodne vrste,

najvećom varijabilnošću se odlikuju dužina lista, visina stabla, širina lista na sredini, ali i pri bazi. Kako su istovremeno ovo i statistički značajni karakteri, oni mogu imati najveću primenu u diferencijaciji vrste. Veoma niskom varijabilnošću koja je najmanje statistički značajna odlikuju se dužina zubića na obodu lista i razmak među njima, dok su malo varijabilni širina glavne cvasti, dužina centralne internodije i dužina glavne cvasti. Sve ovo upućuje da se populacije ove vrste veoma malo razlikuju u pogledu datih karaktera i da verovatno dimenzije stabla i listova zavise prvenstveno od uslova na staništu.

Tabela 20. Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. microphylla*; podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,05$

Karakter	F	p
visina stabla do glavne cvasti	<b>34,49741</b>	<b>0,000000</b>
dužina centralne internodije	<b>12,15708</b>	<b>0,000000</b>
dužina lista	<b>24,31165</b>	<b>0,000000</b>
širina lista na sredini	<b>18,96919</b>	<b>0,000000</b>
širina lista pri bazi	<b>19,10101</b>	<b>0,000000</b>
dužina zubića na obodu lista	<b>2,53334</b>	<b>0,011922</b>
razmak između zubića na obodu lista	<b>2,06039</b>	<b>0,041174</b>
dužina glavne cvasti	<b>16,05666</b>	<b>0,000000</b>
širina glavne cvasti	<b>9,37467</b>	<b>0,000000</b>

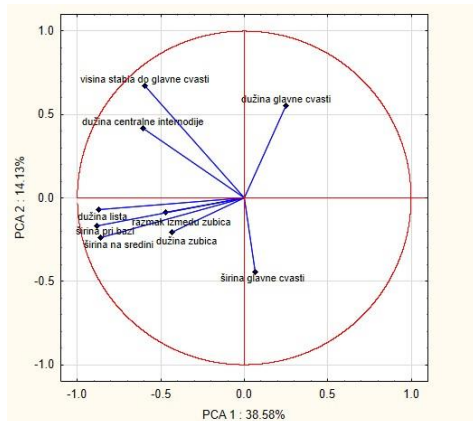
#### 5.2.1.3.4 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. microphylla*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. microphylla* urađena je na ukupnom uzorku od 215 jedinki iz devet populacija. Iako je moguće definisati devet faktora koji bi najbolje pokazali prirodu varijabilnosti analiziranih karaktera, u obzir su uzete samo prve dve ose čija kumulativna vrednost varijabilnosti uzorka prelazi 50% (Prilog, Tab. 7). Analizom glavnih komponenti pokazano je da prvu PCA osu najvećim procentom karakterišu osobine koje ukazuju na dimenzije lista (dužina i širina lista na sredini i bazi) i dužina glavne cvasti. Ukupnoj varijabilnosti druge PCA ose najviše doprinose dužina i širina glavne cvasti (Tab. 21, Sl. 42).

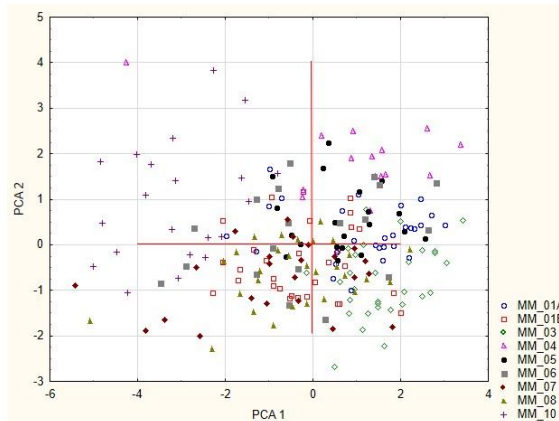
Tabela 21. Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. microphylla* u odnosu na prve dve ose analize glavnih komponenti; N=215, 9 populacija

Karakter	PCA1	PCA2
visina stabla do glavne cvasti	-0,597876	<b>0,674762</b>
dužina centralne internodije	-0,604431	0,414923
dužina lista	<b>-0,870861</b>	-0,071936
širina lista na sredini	<b>-0,858902</b>	-0,240097
širina lista pri bazi	<b>-0,881666</b>	-0,166170
dužina zubića na obodu lista	-0,430975	-0,203966
razmak između zubića na obodu lista	-0,473296	-0,086957
dužina glavne cvasti	<b>0,249563</b>	0,553758
širina glavne cvasti	0,063829	<b>-0,445177</b>

Napomena: podebljane vrednosti najviše doprinose ukupnoj varijabilnosti uzorka



Slika 42. Nivoi opterećenja morfometrijskih karakterata vegetativnog regiona i cvasti koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar ukupnog uzorka vrste *M. microphylla*



Slika 43. Pozicije jedinki populacija vrste *M. microphylla* u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti u odnosu na morfometrijske karakterate vegetativnog regiona i cvasti (skraćenice populacija – Prilog, Tab. 2)

Ovaj rezultat je veoma sličan rezultatu koji je dobijen u istoj analizi, ali rađenoj na ukupnom uzorku sve tri vrste, kao i pojedinačnom uzorku *M. longifolia*, sa nekoliko izuzetaka. Ovde se dodatno izdvajaju visina biljke, širina lista pri bazi i širina glavne cvasti koji dodatno opisuju varijabilnost uzorka. S druge strane, može se pretpostaviti da analizirani karakteri vrsta *M. longifolia* i *M. microphylla* imaju sličan obrazac varijabilnosti. U prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti svih karakterata javlja se velika disperzija jedinki većine analiziranih populacija u varijabilnom prostoru definisanim glavnim osama (Sl. 43), što je posledica velike heterogenosti jedinki u odnosu na analizirane karakterate. Međutim, ipak se može izdvojiti nekoliko homogenih grupa jedinki koje se grupišu zajedno i dobro odvajaju međusobno i od ostalih, a to su najpre populacije označene kao MM03, MM04 i MM10. Populacija MM10 (G, Melates) se od prethodne dve dobro razdvaja po prvoj osi, dok se MM03 (G, Peloponez, Lampeja) i MM04 (G, Kamena Vurla, Tsertos Apartmani) razdvajaju prema drugoj osi.

### 5.2.1.3.5 Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrste *M. microphylla* na osnovu morfometrijskih karakterata vegetativnog regiona i cvasti

Kanonijska diskriminantna analiza vrste *M. microphylla* urađena je na uzorku od 215 jedinki, grupisanih u devet populacija sa svim morfometrijskim karakterima vegetativnog regiona i cvasti. Pri analizi karakterata, 68 jedinki tj. 32% uzorka je prema vrednostima morfometrijskih karakterata u *a priori* klasifikaciji bilo drugačije određeno. Ovakav procenat odstupanja klasifikovanih jedinki u odnosu na predviđeni status ukazuje na postojanje umerene morfološke varijabilnosti analiziranih populacija i njenu statističku umerenu dominaciju u odnosu na interpopulacione razlike, tj. analizirane populacije su donekle morfološki homogene, sa izuzecima.

Karakterati koji najviše doprinose diskriminaciji uzorka po prvoj diskriminantnoj osi (CDA 1 44,64%) su visina stabla do glavne cvasti i dužina zubica na obodu lista, dok su po drugoj diskriminantnoj osi (CDA 2 75,98%) to dužina lista, visina stabla do glavne cvasti i dužina glavne cvasti (Tab. 22). Prema rezultatima multifaktorske analize varijanse (MANOVA) svi karakterati pokazuju statistički značajne razlike među analiziranim populacijama ove vrste (Tab. 23).

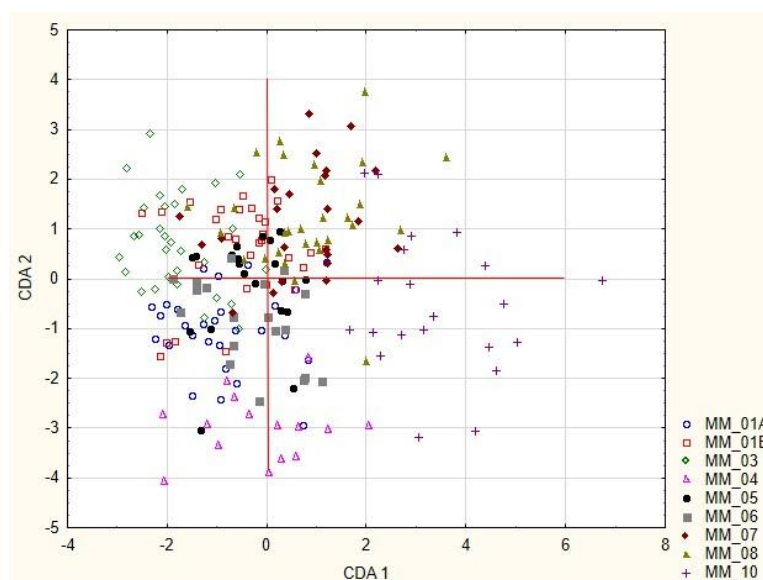
Tabela 22. Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. microphylla* u odnosu na prve dve diskriminantne ose; N=215 jedinki, 9 populacija

Karakter	CDA 1	CDA 2
visina stabla do glavne cvasti	<b>-0,665542</b>	<b>-0,638605</b>
dužina centralne internodije	0,183955	-0,158082
dužina lista	-0,356045	<b>0,850434</b>
širina lista na sredini	-0,175896	-0,154189
širina lista pri bazi	-0,341998	0,096893
dužina zubića na obodu lista	<b>0,418217</b>	-0,088326
razmak između zubića na obodu lista	0,024012	-0,356451
dužina glavne cvasti	0,229332	<b>-0,562705</b>
širina glavne cvasti	0,205286	0,266975
Karakteristična vrednost	1,962470	1,377692
Kumulativna vrednost (%)	0,446413	0,759804

Napomena: podebljane vrednosti najviše doprinose ukupnoj varijabilnosti uzorka, odnosno diskriminaciji među populacijama

Tabela 23. Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. microphylla*; N=215 jedinki, 9 populacija; podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,00$

Karakter	Wilks' $\lambda$	F	p
visina stabla do glavne cvasti	<b>0,095727</b>	<b>17,09318</b>	<b>0,000000</b>
dužina centralne internodije	<b>0,072810</b>	<b>7,07591</b>	<b>0,000000</b>
dužina lista	<b>0,080727</b>	<b>10,53654</b>	<b>0,000000</b>
širina lista na sredini	<b>0,062536</b>	<b>2,58522</b>	<b>0,010466</b>
širina lista pri bazi	<b>0,065555</b>	<b>3,90494</b>	<b>0,000265</b>
dužina zubića na obodu lista	<b>0,069526</b>	<b>5,64044</b>	<b>0,000002</b>
razmak između zubića na obodu lista	<b>0,062126</b>	<b>2,40575</b>	<b>0,016895</b>
dužina glavne cvasti	<b>0,080619</b>	<b>10,48950</b>	<b>0,000000</b>
širina glavne cvasti	<b>0,067819</b>	<b>4,89445</b>	<b>0,000016</b>

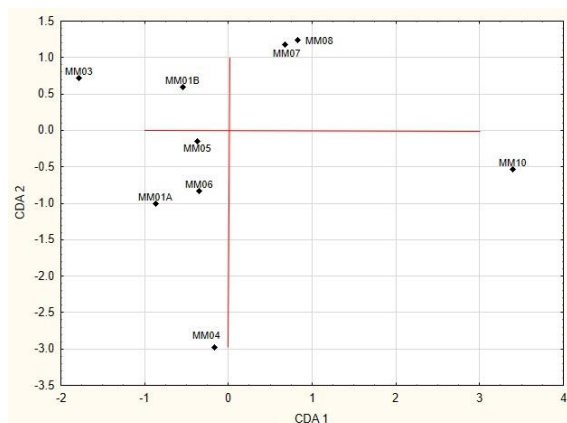


Slika 44. Pozicije jedinki populacija vrste *M. microphylla* u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti (skraćenice populacija – Prilog, Tab. 2)

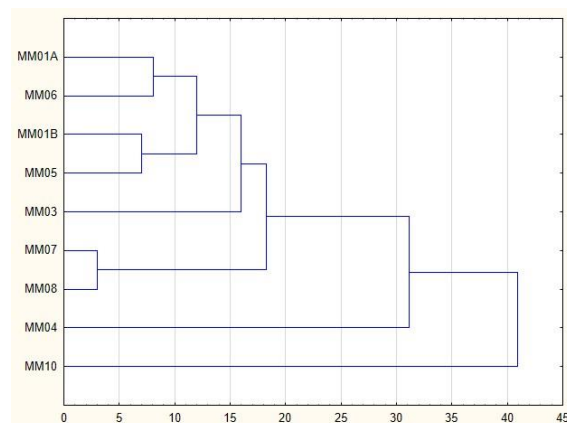
Analizom pozicija svih ispitivanih jedinki ove vrste (Sl. 44), kao i njihovih centroida u prostoru dve diskriminantne ose (Sl. 45), na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti jasno je odvajanje određenih populacija ili grupa populacija. Slično kao i kod



analize glavnih komponenti ove vrste, populacije MM07, MM08 i MM10 se razdvajaju u odnosu na MM01A, MM01B, MM03, MM04, MM05 i MM06, sa tim što su MM10 i MM04 veoma distancirane u odnosu na sve ostale. Ovaj raspored populacija još je uočljiviji na fenogramu dobijenom pomoću klaster analize (Sl. 46).



Slika 45. Pozicije centroida populacija vrste *M. microphylla* u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti (skraćenice populacija – Prilog, Tab. 2)



Slika 46. Fenogram populacija vrste *M. microphylla* dobijen na osnovu CD analize morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti (skraćenice populacija – Prilog, Tab. 2)

#### 5.2.1.4 Morfološka varijabilnost kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. spicata*

##### 5.2.1.4.1 Osnovni statistički parametri kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. spicata*

Osnovni statistički parametri kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. spicata* dati su u tabeli 24.

Tabela 24. Parametri osnovne statistike kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. spicata* (N=263)

Karakter	Mean (mm)	Min.	Max.	Var.	SD	CV (%)
visina stabla do glavne cvasti	510,0380	140,0000	940,0000	38596,56	196,4601	38,51871
dužina centralne internodije na stablu	30,7430	5,2300	64,5100	168,24	12,9706	42,19048
broj nodusa na stablu	18,6654	7,0000	29,0000	20,98	4,5803	24,53903
dužina lista	42,0321	17,3400	86,8200	173,73	13,1808	31,35902
širina lista na sredini	14,1824	6,6800	27,1800	16,02	4,0019	28,21752
širina lista pri bazi	13,3593	5,8600	26,4500	11,19	3,3449	25,03795
dužina zubića na obodu lista	1,4938	0,3200	3,5400	0,22	0,4708	31,51448
broj zubića na obodu lista	9,5095	2,0000	25,0000	12,77	3,5735	37,57826
razmak između zubića na obodu lista	4,1518	1,2000	12,1600	2,03	1,4243	34,30602
dužina glavne cvasti	43,8785	10,2200	114,1500	412,82	20,3179	46,30502
širina glavne cvasti	9,2553	5,0300	14,4200	2,95	1,7177	18,55909

Legenda: Mean – srednja vrednost, Min. – minimalna vrednost, Max. – maksimalna vrednost, Var. – vrednost varijanse, SD – standardna devijacija, CV – koeficijent varijacije, CV 10-30% narandžasta boja, CV 30-50% zelena boja, CV 50-70% siva boja

Morfološka varijabilnost kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. spicata* urađena je na 263 jedinke iz 11 populacija. Najveći broj karaktera nalazi se u zoni povećane

varijabilnosti (CV 30–50%), pri čemu su najvarijabilniji karakteri dužina glavne cvasti i dužina centralne internodije. S druge strane, karakteri koji se nalaze u zoni niske ili umerene varijabilnosti (CV do 30%) su širina lista pri bazi, broj nodusa na stablu i širina glavne cvasti (Tab. 24).

#### 5.2.1.4.2 Koeficijenti korelacije kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. spicata*

Vrednost koeficijenta korelacije na nivou većine karaktera je u zoni slabe korelacije ( $r=10\text{--}30\%$ ), što govori o nezavisnom variranju većine analiziranih karaktera vegetativnog regiona. Dodatno, kao i kod prethodne vrste, veliki broj koeficijenata korelacije (17) nije statistički značajan za vrednost  $p<0,05$ . U pojedinim slučajevima ustanovljeni su i negativni koeficijenti korelacije, ali uglavnom nisu statistički značajni. Od koeficijenata koji jesu statistički značajni i koji su pokazali umereni ili veći stepen korelacije su oni koji se nalaze na organima čije uvećane dimenzije dovode do povećanja dimenzije susednih ili zavisnih organa ili delova organa, što je slično kao kod ukupnog uzorka ili uzoraka prethodno analiziranih vrsta. Od dobijenih koeficijenata korelacije izdvajaju se visina stabla do cvasti-dužina centralne internodije, visina stabla do cvasti-broj nodusa na stablu, visina stabla do cvasti-dužina lista, visina stabla do cvasti-širina lista pri bazi, dužina centralne internodije na stablu-dužina lista, dužina centralne internodije na stablu-širina lista pri bazi, dužina lista-širina lista na sredini, dužina lista-širina lista pri bazi, dužina lista-broj zubića na obodu lista i širina lista pri bazi-dužina zubića na obodu lista (Tab. 25).

Tabela 25. Koeficijenti korelacije kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. spicata*; N=263, crvenom bojom su označene statistički značajne korelacije za  $p<0,05$

Karakter	VSC	DCI	BNS	DL	ŠLS	ŠLB	DZ	BZ	RZ	DGC	ŠGC
VSC	1,000000										
DCI	0,657034	1,000000									
BNS	0,493567	-0,069185	1,000000								
DL	0,669071	0,509128	0,181957	1,000000							
ŠLS	0,351163	0,330730	0,134757	0,424703	1,000000						
ŠLB	0,406214	0,422907	-0,006243	0,650457	0,385002	1,000000					
DZ	0,273407	0,379029	-0,047084	0,348901	0,268016	0,449288	1,000000				
BZ	0,520367	0,195983	0,387990	0,641257	0,321702	0,451638	0,304996	1,000000			
RZ	0,207806	0,384994	-0,087083	0,333761	0,197285	0,344777	0,202255	-0,149899	1,000000		
DGC	0,185007	0,106911	0,126568	0,107298	0,111434	0,090776	-0,051692	-0,036834	0,204268	1,000000	
ŠGC	0,099779	-0,054499	0,066297	0,172535	0,098355	0,078857	-0,200148	0,001700	0,061779	0,392716	1,000000

Legenda: VSC – visina stabla do glavne cvasti, DCI – dužina centralne internodije, BNS – broj nodusa na stablu, DL – dužina lista, ŠLS – širina lista na sredini, ŠLB – širina lista pri bazi, DZ – dužina zubića na obodu lista, BZ – broj zubića na obodu lista, RZ – razmak između zubića na obodu lista, DGC – dužina glavne cvasti, ŠGC – širina glavne cvasti; Nivoi povezanosti: laka povezanost (do 40%) označena sivom bojom, visoka povezanost (do 70%) označena zelenom bojom

#### 5.2.1.4.3 Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. spicata*

Nivoi značajnosti  $p$  i  $F$  vrednosti u odnosu na merene karaktere na vegetativnom regionu i cvasti su posmatrani u okviru populacija vrste *M. spicata* jer nisu definisani infraspecijski taksoni. Posmatranjem dobijenih rezultata ANOVA-e (Tab. 26) uočeno je da je variranje svih merenih karaktera na vegetativnom regionu i cvastima na ukupnom uzorku (263 jedinice iz 12 populacija) statistički značajno za vrednost  $p<0,05$ , odnosno da su svi karakteri u određenoj meri primenljivi za razlikovanje populacija. Najvećom varijabilnošću se odlikuju visina stabla do glavne cvasti, dužina lista i dužina centralne internodije. Kako su

istovremeno ovo i statistički značajni karakteri, oni mogu imati najveću primenu u diferencijaciji vrste. Za razliku od prethodnih vrsta, karakter širina lista na sredini se karakteriše veoma niskom varijabilnošću, koju prati razmak zubića na obodu lista, širina lista pri bazi, dužina zubića na obodu lista i dužina glavne cvasti, što upućuje da se populacije ove vrste veoma malo razlikuju u pogledu datih karaktera koji se odlikuju niskom F vrednošću, tj. varijabilnošću.

Tabela 26. Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. spicata*; N=263, podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,05$

Karakter	F	p
visina stabla do glavne cvasti	<b>61,16184</b>	<b>0,00000</b>
dužina lista	<b>46,32480</b>	<b>0,00000</b>
širina lista na sredini	<b>4,31902</b>	<b>0,00014</b>
širina lista pri bazi	<b>10,91236</b>	<b>0,00000</b>
dužina zubića na obodu lista	<b>12,98005</b>	<b>0,00000</b>
razmak između zubića na obodu lista	<b>9,30887</b>	<b>0,00000</b>
dužina glavne cvasti	<b>16,55086</b>	<b>0,00000</b>
širina glavne cvasti	<b>24,64179</b>	<b>0,00000</b>
dužina centralne internodije	<b>34,53443</b>	<b>0,00000</b>

#### 5.2.1.4.4 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. spicata*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. spicata* urađena je na ukupnom uzorku od 263 jedinki iz 11 populacija. U odnosu na ukupan uzorak moguće je definisati devet faktora koji najbolje opisuju varijabilnost analiziranih karaktera. Međutim, zbog kumulativnog efekta prve dve ose koji prelazi 50% samo su one uzete u obzir (Prilog, Tab. 8).

Analizom glavnih komponenti, utvrđeno je da prvu PCA osu najvećim procentom karakterišu osobine koje ukazuju na dimenzije lista (dužina i širina lista pri bazi). Ukupnoj varijabilnosti druge PCA ose najviše doprinose dužina i širina glavne cvasti i dužina zubića na obodu lista (Tab. 27, Sl. 47).

Tabela 27. Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. spicata* u odnosu na prve dve ose analize glavnih komponenti; N=263, 11 populacija

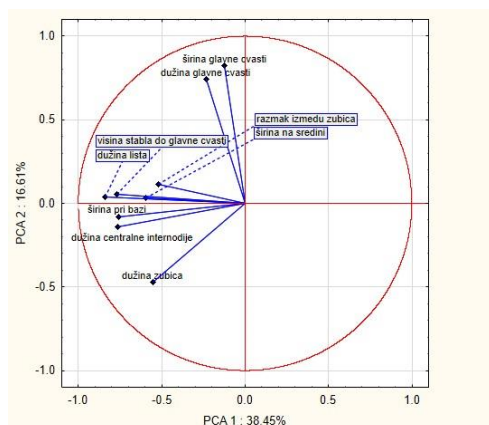
Karakter	PCA1	PCA2
visina stabla do glavne cvasti	-0,770637	0,052966
dužina centralne internodije	-0,763949	-0,140965
dužina lista	<b>-0,839229</b>	0,039597
širina lista na sredini	-0,594108	0,033812
širina lista pri bazi	<b>-0,760002</b>	-0,081482
dužina zubića na obodu lista	-0,553325	<b>-0,471416</b>
razmak između zubića na obodu lista	-0,520681	0,111739
dužina glavne cvasti	-0,234497	<b>0,740129</b>
širina glavne cvasti	-0,126765	<b>0,825058</b>

Napomena: podebljane vrednosti najviše doprinose ukupnoj varijabilnosti uzorka

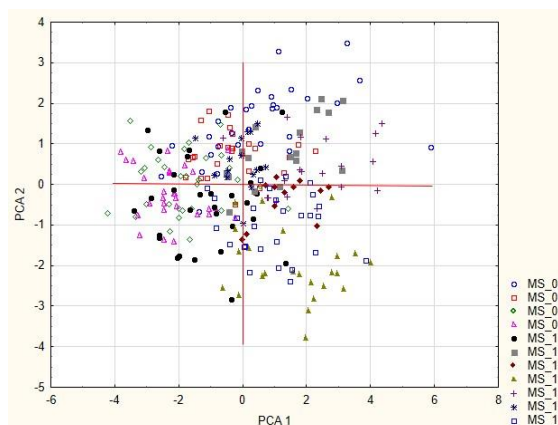
Ovaj rezultat je donekle sličan rezultatima koji su dobijeni u istoj analizi, ali rađenoj na ukupnom uzorku sve tri vrste, kao i pojedinačnom uzorku prethodne dve vrste. Ovde se izdvajaju i karakteri glavne cvasti i dužina zubića na obodu lista koji dodatno opisuju

varijabilnost uzorka. S druge strane, posmatrajući najznačajnije karaktere, može se pretpostaviti da karakteri sve tri analizirane vrste variraju na sličan način.

U prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti svih karaktera javlja se umerena disperzija jedinki analiziranih populacija u varijabilnom prostoru definisanim glavnim osama (Sl. 48), što je posledica umerene ili male heterogenosti jedinki u odnosu na analizirane karaktere. Pre svega, populacija čije su jedinke grupisane u centru sistema obe glavne ose je MS16 (B, Belene). Međutim, ipak se može izdvojiti nekoliko homogenih grupa jedinki koje se odvajaju međusobno i od ostalih. Prvu grupu populacija čine MS03 (B, Čustendil, Resilovo, Dupnica, okolina), MS04 (CG, Vladimir-Ulcinj) i MS14 (S, Novi Sad, kasarna Majejica, deponija), koje se odvajaju po drugoj osi od druge grupe populacija MS13 (S, Mokra gora, Draga) i MS17 (S, Novi Karlovci). Zatim, po prvoj osi primetno je izdvajanje jedinki populacija MS05 (G, Pind, Mecovo), MS06 (B, Malo Trnovo) i MS10 (S, Fruška gora, Krušedolski pašnjak, Šelovrenački potok) u njenom negativnom delu u odnosu na populacije MS11 (G, Olimp) i MS12 (CG, Nikšić) koje zauzimaju pozitivan deo prve glavne ose. Verovatnije je da na ovakvu podelu u većoj meri utiču ekološki faktori na staništu nego da je ona posledica geografske bliskosti ili udaljenosti.



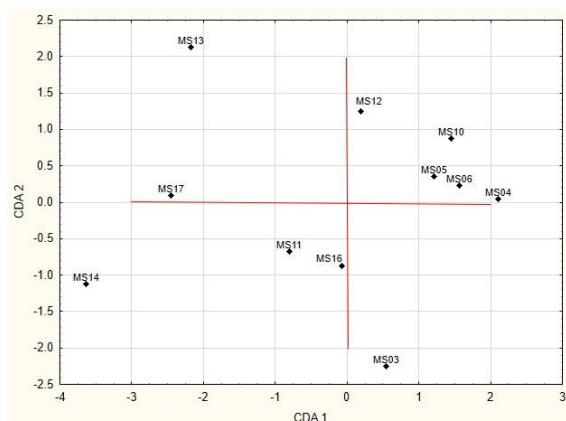
Slika 47. Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar ukupnog uzorka vrste *M. spicata*



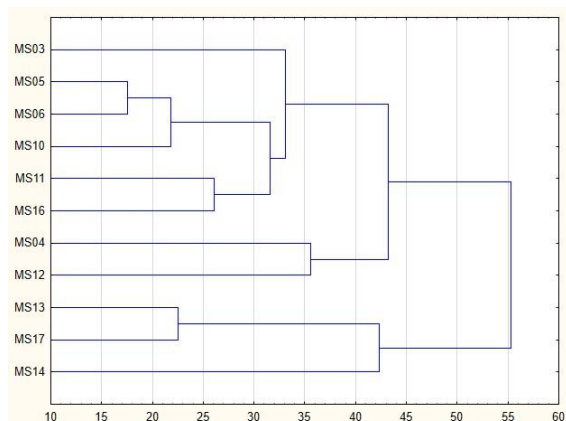
Slika 48. Pozicije jedinki populacija vrste *M. spicata* u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti (skraćenice populacija – Prilog, Tab. 2)

#### 5.2.1.4.5 Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrste *M. spicata* na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti

Diskriminantna analiza vrste *M. spicata* urađena je na nivou ukupnog uzorka (263 jedinke, 11 populacija) na svim morfometrijskim karakterima vegetativnog regiona i cvasti. U analizi ukupnog uzorka 52 jedinki, 20% je u *a priori* klasifikaciji bilo drugačije određeno. Ovako relativno mali broj pogrešno determinisanih jedinki ukazuje na malu morfološku varijabilnost unutar istraživanih populacija i dominaciju interpopulacionih razlika, tj. postojanje morfološki homogenih grupa, što se uočava na slikama 49 i 50.



Slika 49. Pozicije centroida populacija vrste *M. spicata* u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti (skraćenice populacija – Prilog, Tab. 2)



Slika 50. Fenogram populacija vrste *M. spicata* dobijen na osnovu CD analize morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti (skraćenice populacija – Prilog, Tab. 2)

Karakteristi koji najviše doprinose diskriminaciji uzorka su: po prvoj osi (CDA 1, 43,68%) dužina lista, visina stabla do glavne cvasti i dužina zubića na obodu lista, dok ih je po drugoj (CDA 2, 61,52%) više i čine ih: visina stabla do glavne cvasti, dužina zubića na obodu lista, širina glavne cvasti, dužina glavne cvasti i razmak između zubića na obodu lista (Tab. 28), pri čemu su svi navedeni karakteri statistički značajni (Tab. 29).

Tabela 28. Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. spicata* u odnosu na prve dve diskriminantne ose; N=263 jedinki, 11 populacija

Karakter	CDA1	CDA2
visina stabla do glavne cvasti	<b>-0,675999</b>	<b>-0,427221</b>
dužina centralne internodije	-0,011120	0,064682
dužina lista	<b>-0,720458</b>	0,051402
širina lista na sredini	-0,038205	-0,036377
širina lista pri bazi	0,279766	0,048803
dužina zubića na obodu lista	<b>0,455233</b>	<b>-0,365513</b>
razmak između zubića na obodu lista	0,090775	<b>0,400437</b>
dužina glavne cvasti	-0,036802	<b>0,434437</b>
širina glavne cvasti	-0,247586	<b>0,629030</b>
Karakteristična vrednost	3,409543	1,392310
Kumulativni procenat (%)	0,436847	0,615237

Napomena: podebljane vrednosti najviše doprinose ukupnoj varijabilnosti uzorka, odnosno diskriminaciji populacija

Tabela 29. Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfoloških karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrste *M. spicata*; N=263, 11 populacija, podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,00$

Karakter	Wilks' $\lambda$	F	p
visina stabla do glavne cvasti	<b>0,024184</b>	<b>30,88697</b>	<b>0,000000</b>
dužina centralne internodije	<b>0,018692</b>	<b>18,33051</b>	<b>0,000000</b>
dužina lista	<b>0,023623</b>	<b>29,60479</b>	<b>0,000000</b>
širina lista na sredini	0,011040	0,83914	0,591323
širina lista pri bazi	<b>0,013505</b>	<b>6,47395</b>	<b>0,000000</b>
dužina zubića na obodu lista	<b>0,016114</b>	<b>12,43870</b>	<b>0,000000</b>
razmak između zubića na obodu lista	<b>0,012847</b>	<b>4,96945</b>	<b>0,000001</b>
dužina glavne cvasti	<b>0,014511</b>	<b>8,77374</b>	<b>0,000000</b>
širina glavne cvasti	<b>0,016774</b>	<b>13,94548</b>	<b>0,000000</b>

### 5.2.1.5 Morfološka varijabilnost kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata*

Budući da su se uzorci *M. longifolia* i *M. spicata* izdvojili kao međusobno sličniji prema morfometriji vegetativnog regiona i cvasti, urađena je i analiza varijabilnosti na nivou ove dve vrste zajedno. Odabrano je ukupno 50 populacija sa ukupno 1.259 jedinki (*M. longifolia* – 996 jedinki, 39 populacija, *M. spicata* – 263 jedinke, 11 populacija), zbog ograničenja u korišćenom softveru. Analiza varijabilnosti obuhvatila je osnovne statističke parametre, koeficijente korelacije, jednofaktorsku analizu varijanse (ANOVA), analizu glavnih komponenti (PCA) i kanoničnu diskriminantnu analizu (CDA).

#### 5.2.1.5.1 Osnovni statistički parametri kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti vrsta *M. longifolia* i *M. spicata*

U morfološkoj analizi ovog varijabilnog para vrsta izdvajaju se dve grupe karaktera: 1) oni koji se nalaze u zoni smanjenog ili umerenog koeficijenta varijacije (CV 10–30%, broj nodusa na stablu, širina lista na sredini, širina lista pri bazi i širina glavne cvasti) i 2) oni koji su u zoni umerene ili povećane varijacije (CV 30–50%, visina stabla do gl. cvasti, dužina centralne internodije, dužina lista, dužina, broj i razmak zubića na ivici lista i dužina glavne cvasti) (Tab. 30).

Ova druga grupa bi svakako mogla naći veću primenu prilikom razdvajanja dve vrste na osnovu analiziranog uzorka. Nije iznenađujuće da su meristički karakteri oni koji imaju i najveći CV, a tu je svakako i dužina cvasti. Interesantno je da dužina centralne internodije, dužina, broj i razmak zubića na obodu lista ne predstavljaju standardne karaktere koji se koriste za razlikovanje ove dve vrste, a koji imaju visok koeficijent varijacije.

U odnosu na pojedinačno dobijene rezultate za obe vrste, primećuje se sličnost u pogledu karaktera koji su u zoni povećanog koeficijenta varijacije pre svega za dva zajednička, dužina glavne cvasti i dužina centralne internodije.

Tabela 30. Parametri osnovne statistike kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* (N=1.792, 50 populacija)

Karaktereri	Mean (mm)	Min.	Max.	Var.	SD	CV (%)
visina stabla do glavne cvasti	569,8571	130,0000	1542,0000	50681,46	225,1254	39,50559
dužina centralne internodije	32,2055	4,4100	91,030	177,79	13,3339	41,40246
broj nodusa na stablu	18,6747	6,0000	36,000	18,15	4,2603	22,81340
dužina lista	52,9883	15,0200	117,720	337,23	18,3639	34,65646
širina lista na sredini	17,1729	6,3100	42,260	26,40	5,1384	29,92184
širina lista pri bazi	13,0272	4,7400	26,450	13,58	3,6850	28,28699
dužina zubića	1,4132	0,3200	4,490	0,21	0,4615	32,65761
broj zubića	12,6735	2,0000	33,000	28,76	5,3633	42,31882
razmak između zubića	3,7755	0,9900	12,160	1,57	1,2548	33,23638
dužina glavne cvasti	39,6228	4,5800	146,360	329,36	18,1482	45,80227
širina glavne cvasti	9,1752	0,6300	28,500	3,46	1,8612	20,28450

Legenda: Mean – srednja vrednost, Min. – minimalna vrednost, Max. – maksimalna vrednost, Var. – vrednost varijanse, SD – standardna devijacija, CV – koeficijent varijacije, CV 10-30% narandžasta boja, CV 30-50% zelena boja

### 5.2.1.5.2 Koeficijenti korelacije kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata*

Vrednost koeficijenta korelacije na nivou većine karaktera je u zoni slabe korelacije ( $r=10-30\%$ ) (Tab. 31), što ukazuje na nezavisno variranje većine analiziranih karaktera vegetativnog regiona.

Tabela 31. Koeficijenti korelacije kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata*; N=1.259 jedinki, 50 populacija, crvenom bojom su označene statistički značajne korelacije za  $p<0,05$

Karaktereri	VSC	DCI	BNS	DL	ŠLS	ŠLB	DZ	BZ	RB	DGC	ŠGC
VSC	1,000000										
DCI	0,653047	1,000000									
BNS	0,550786	-0,005645	1,000000								
DL	0,671942	0,565022	0,184401	1,000000							
ŠLS	0,528155	0,422962	0,162028	0,709658	1,000000						
ŠLB	0,416788	0,373777	0,093073	0,536909	0,657090	1,000000					
DZ	0,253157	0,285856	-0,004024	0,312972	0,325610	0,417414	1,000000				
BZ	0,469570	0,298721	0,237681	0,697708	0,518727	0,435141	0,211284	1,000000			
RB	0,113863	0,216592	-0,061505	0,180405	0,196714	0,213769	0,173949	-0,210348	1,000000		
DGC	0,013926	0,020702	-0,043481	-0,123188	-0,061952	-0,020541	-0,007331	-0,204194	0,098801	1,000000	
ŠGC	0,096137	0,115474	-0,059607	0,210984	0,151515	0,106386	0,023553	0,142707	0,051365	0,182731	1,000000

Legenda: VSC – visina stabla do glavne cvasti, DCI – dužina centralne internodije, BNS – broj nodusa na stablu, DL – dužina lista, ŠLS – širina lista na sredini, ŠLB – širina lista pri bazi, DZ – dužina zubića na obodu lista, BZ – broj zubića na obodu lista, RB – razmak između zubića na obodu lista, DGC – dužina glavne cvasti, ŠGC – širina glavne cvasti; Nivoi povezanosti: laka povezanost (do 40%) označena sivom bojom, visoka povezanost (do 70%) označena zelenom bojom, veoma visoka povezanost (više od 70%) označeno narandžastom bojom

U pojedinim slučajevima ustanovljeni su i negativni koeficijenti korelacije, ali uglavnom nisu statistički značajni. Od koeficijenata koji jesu statistički značajni i koji su pokazali umereni ili veći stepen ( $r=40-70\%$ ) korelacije se nalaze na organima čije uvećane dimenzije dovode do povećanja dimenzije susednih ili zavisnih organa ili delova organa, što je slično kao kod ukupnog uzorka ili uzoraka prethodno analiziranih vrsta. Od datih koeficijenata korelacije izdvajaju se: visina stabla do cvasti-dužina centralne internodije, visina stabla do cvasti-broj nodusa na stablu,

visina stabla do cvasti-dužina lista, visina stabla do cvasti-širina lista pri bazi, visina stabla do glavne cvasti-širina lista na sredini, visina stabla do glavne cvasti-broj zubaca, dužina centralne internodije na stablu-dužina lista, dužina lista-širina lista na sredini, dužina lista-širina lista na sredini, dužina lista-širina lista pri bazi, dužina lista-broj zubića na obodu lista, širina lista na sredini-širina lista pri bazi, širina lista na sredini-broj zubaca na obodu lista, širina lista pri bazi-dužina zubaca i širina lista pri bazi-broj zubaca na obodu lista (Tab. 31). Dobijeni rezultati su generalno slični i pojedinačno dobijenim rezultatima za ove dve vrste.

### 5.2.1.5.3 Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata*

Nivoi značajnosti p i F vrednosti u odnosu na merene karaktere na vegetativnom regionu i cvasti su posmatrani na nivou dve vrste, *M. longifolia* i *M. spicata* u okviru kojih nisu definisani infraspecijski taksoni, a koje su pokazale veću sličnost u pogledu varijabilnosti i diskriminaciji u odnosu na karaktere vegetativnog regiona i cvasti.

Posmatranjem dobijenih rezultata ANOVA-e (Tab. 32) uočeno je da je variranje svih merenih karaktera na vegetativnom regionu i cvasti na ukupnom uzorku ove dve vrste (1.259 jedinki iz 50 populacija) statistički značajno za vrednost  $p < 0,05$ , odnosno da su svi karakteri u određenoj meri primenljivi za razlikovanje ove dve vrste. Najvećom varijabilnošću se odlikuju visina stabla do glavne cvasti, dužina lista i dužina centralne internodije. Kako su istovremeno ovo i statistički značajni karakteri, oni mogu imati najveću primenu za razlikovanje ove dve vrste. Slično kao i kod prethodnih ANOVA, razmak između zubića se odlikuje veoma niskom varijabilnošću. Ostali karakteri (širina lista na sredini, dužina i širina glavne cvasti, širina lista pri bazi i dužina zubića na obodu lista) imaju sniženu F vrednost, odnosno slabo su varijabilni na nivou ove dve vrste. U odnosu na linearne grupe, odnosno na niz populacija zasebno ispitivane vrste *M. longifolia* i *M. spicata* postoje razlike u izdvojenim karakteristikama.

Tabela 32. Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para *M. longifolia* i *M. spicata*; N=1.259 jedinki, 50 populacija, podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,05$

Karakter	F	p
visina stabla do glavne cvasti	<b>30,35129</b>	<b>0,00</b>
dužina centralne internodije	<b>20,13012</b>	<b>0,00</b>
dužina lista	<b>44,13999</b>	<b>0,00</b>
širina lista na sredini	<b>16,69705</b>	<b>0,00</b>
širina lista pri bazi	<b>12,40261</b>	<b>0,00</b>
dužina zubića na obodu lista	<b>12,33188</b>	<b>0,00</b>
razmak između zubića na obodu lista	<b>5,95520</b>	<b>0,00</b>
dužina glavne cvasti	<b>13,26745</b>	<b>0,00</b>
širina glavne cvasti	<b>14,23374</b>	<b>0,00</b>

### 5.2.1.5.4 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* posmatranih kao ukupan uzorak urađena je na 1.259 jedinki iz 50 populacija (*M. longifolia* – 996 jedinki, 39 populacija, *M. spicata* – 263 jedinke, 11 populacija). U odnosu na ukupan uzorak, moguće je definisati devet faktora koji bi najbolje definisali varijabilnost analiziranih karaktera. Ipak, u obzir su uzete samo prve dve ose

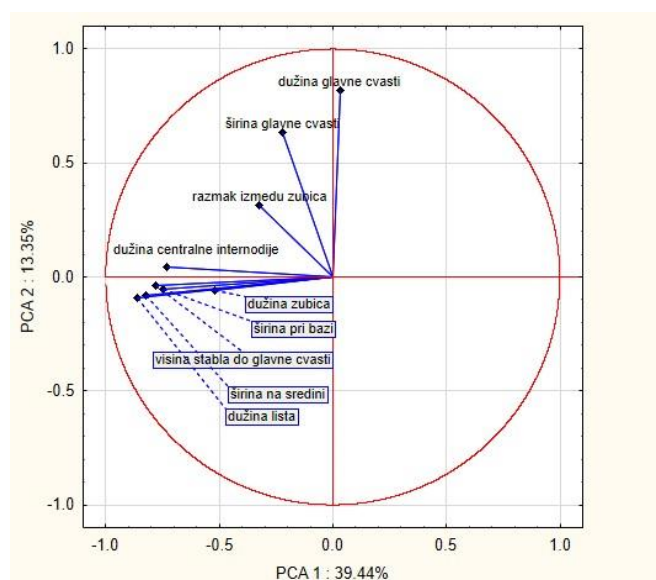


čija kumulativna vrednost varijabilnosti uzorka iznosi više od 50% (Prilog, Tab. 9). Prvu PCA osu najvećim procentom karakterišu osobine koje ukazuju na dimenzije stabla (dužina stabla do glavne cvasti i dužina centralne internodije na stablu) i lista (dužina, širina lista pri bazi i širina lista na sredini). Ukupnoj varijabilnosti druge PCA ose najviše doprinose dužina i širina glavne cvasti (Tab. 33, Sl. 51).

Tabela 33. Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* u odnosu na prve dve ose analize glavnih komponenti (N=1.259 jedinki, 50 populacija)

Karakter	PCA1	PCA2
visina stabla do glavne cvasti	<b>-0,781558</b>	-0,038088
dužina centralne internodije	<b>-0,732671</b>	0,042651
dužina lista	<b>-0,861314</b>	-0,092503
širina lista na sredini	<b>-0,821520</b>	-0,081923
širina lista pri bazi	<b>-0,749728</b>	-0,054946
dužina zubića na obodu lista	-0,517396	-0,061342
razmak između zubića na obodu lista	-0,322998	0,314395
dužina glavne cvasti	0,030380	<b>0,820831</b>
širina glavne cvasti	-0,223173	<b>0,635448</b>

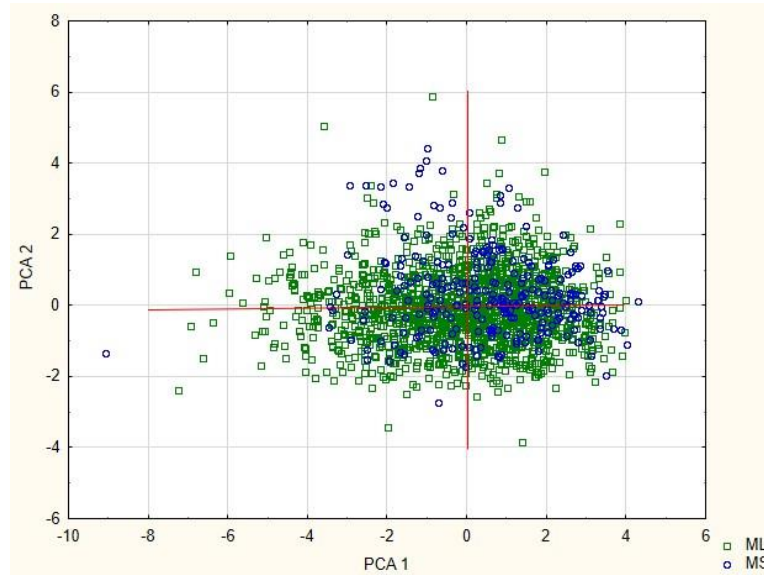
Napomena: podebljane vrednosti najviše doprinose ukupnoj varijabilnosti uzorka



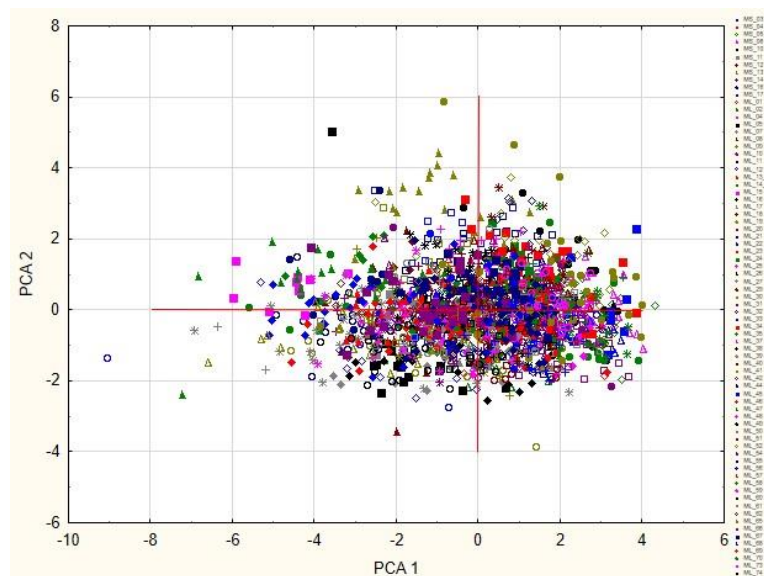
Slika 51. Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar ukupnog uzorka varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata*

Ovaj rezultat je donekle sličan rezultatima koji su dobijeni u istoj analizi, ali rađenoj na ukupnom uzorku sve tri vrste, kao i pojedinačnom uzorku ove dve vrste. Ipak, ovde se izdvajaju i karakteri dimenzija stabla, koji dodatno opisuju varijabilnost uzorka. U prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti svih karaktera javlja se velika disperzija jedinki analiziranih vrsta (bez obzira na pripadnost populaciji) u varijabilnom prostoru definisanim glavnim osama (Sl. 52), što je posledica velike heterogenosti jedinki u odnosu na analizirane karaktere. Interesantno je da se jedinke ove dve vrste u odnosu na merene karaktere u značajnoj meri preklapaju, što potvrđuje isti obrazac variranja datih karaktera i nemogućnost njihovog jasnog odvajanja prema morfometrijskim karakteristikama. Slična je situacija i ukoliko se pogleda grafik

na kome je definisana pripadnost jedinki populacijama ove dve vrste. U velikoj meri se skorovi ovih jedinki/populacija preklapaju i veoma su difuzno raspoređene u koordinatnom sistemu prve dve glavne ose, sa nekoliko izuzetaka u vidu populacija koje se grupišu van te centralne preklapljene grupe (Sl. 53).



Slika 52. Pozicije jedinki varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti bez određivanja pripadnosti populacijama, a u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti



Slika 53. Pozicije jedinki populacija varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti (skraćenice populacija – Prilog, Tab. 2)

#### 5.2.1.5.5 Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza 50 populacija varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti

Kanonijska diskriminantna analiza varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* urađena je na uzorku od ukupno 1.259 jedinki iz 50 populacija, od čega je bilo 996 jedinki iz 39 populacija vrste *M. longifolia* i 263 jedinki iz 11 populacija vrste *M. spicata*. Analiza je sprovedena sa svim morfometrijskim karakterima vegetativnog regiona i cvasti, a kao grupe za diskriminaciju korišćene su dve vrste, odnosno njihove populacije.

Pri analizi ovih karaktera, 625 jedinki, odnosno 50% uzorka je bilo pogrešno određeno prema vrednostima morfometrijskih karaktera *a priori* definisanih taksona. Ovako značajan procenat odstupanja klasifikovanih jedinki u odnosu na projektovani status ukazuje na postojanje velike morfološke varijabilnosti unutar istraživanih vrsta i da njihove populacije nisu morfološki homogene. Karakteri koji u najvećoj meri doprinose odvajanju grupa po CDA 1 (46,15%) osi su dužina lista, dužina glavne cvasti, dužina zubića na obodu lista i širina lista pri bazi. Razdvajanju po CDA 2 osi (59,94%) najviše doprinose visina stabla do glavne cvasti, dužina zubića na obodu lista, dužina lista i širina lista na sredini (Tab. 34). Na osnovu multifaktorske analize varijanse (MANOVA) svi karakteri pokazuju statistički značajne razlike među populacijama (Tab. 35).

Tabela 34. Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* u odnosu na prve dve diskriminantne ose; (N=1.259 jedinki, 50 populacija)

Karakter	CDA1	CDA2
visina stabla do glavne cvasti	-0,11292	<b>-0,597079</b>
dužina centralne internodije	0,09623	-0,448384
dužina lista	<b>-1,12068</b>	<b>0,344812</b>
širina lista na sredini	-0,09012	<b>0,308733</b>
širina lista pri bazi	<b>0,32332</b>	-0,201991
dužina zubića na obodu lista	<b>0,34533</b>	<b>-0,511331</b>
razmak između zubića na obodu lista	0,11877	0,213706
dužina glavne cvasti	<b>0,35829</b>	0,013396
širina glavne cvasti	-0,23481	0,258886
Karakteristična vrednost	3,41758	1,021081
Kumulativni procenat (%)	0,46155	0,599450

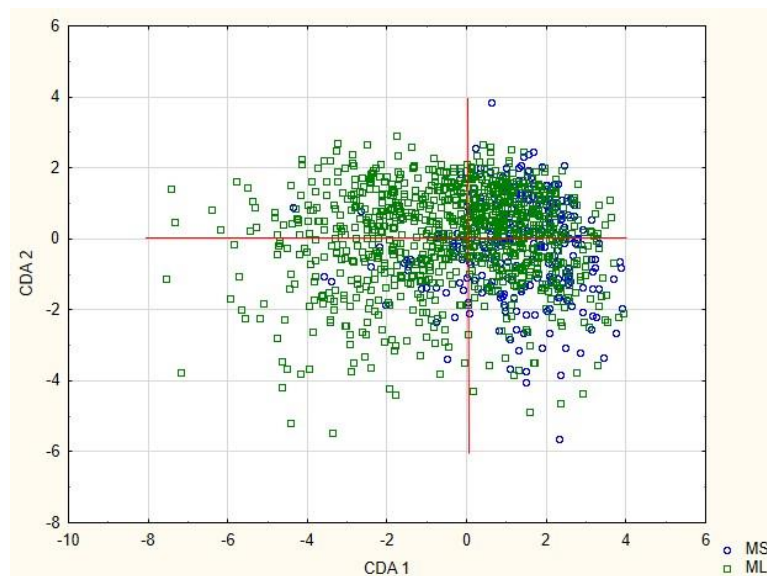
Napomena: podebljane vrednosti najviše doprinose ukupnoj varijabilnosti uzorka, odnosno diskriminaciji među populacijama

Tabela 35. Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata*; N=1.259, 50 populacija, podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,00$

Karakter	Wilks' $\lambda$	F	p
visina stabla do glavne cvasti	<b>0,016558</b>	<b>14,60680</b>	<b>0,000000</b>
dužina centralne internodije	<b>0,015673</b>	<b>12,51479</b>	<b>0,000000</b>
dužina lista	<b>0,023657</b>	<b>31,37732</b>	<b>0,000000</b>
širina lista na sredini	<b>0,012443</b>	<b>4,88538</b>	<b>0,000000</b>
širina lista pri bazi	<b>0,015451</b>	<b>11,99018</b>	<b>0,000000</b>
dužina zubića na obodu lista	<b>0,017365</b>	<b>16,51241</b>	<b>0,000000</b>
razmak između zubića na obodu lista	<b>0,013376</b>	<b>7,08911</b>	<b>0,000000</b>
dužina glavne cvasti	<b>0,015766</b>	<b>12,73534</b>	<b>0,000000</b>
širina glavne cvasti	<b>0,016569</b>	<b>14,63211</b>	<b>0,000000</b>

Analizom pozicija jedinki obe ove vrste u slučaju kada su samo definisane vrste (Sl. 54), ali i u slučaju kada su pored toga definisane i populacije kojima jedinke datih vrsta pripadaju (Sl. 55), uočava se da po prvoj diskriminantnoj osi većinski dolazi do izdvajanja jedinki i populacija vrste *M. longifolia* u odnosu na grupu jedinki i populacija *M. longifolia*

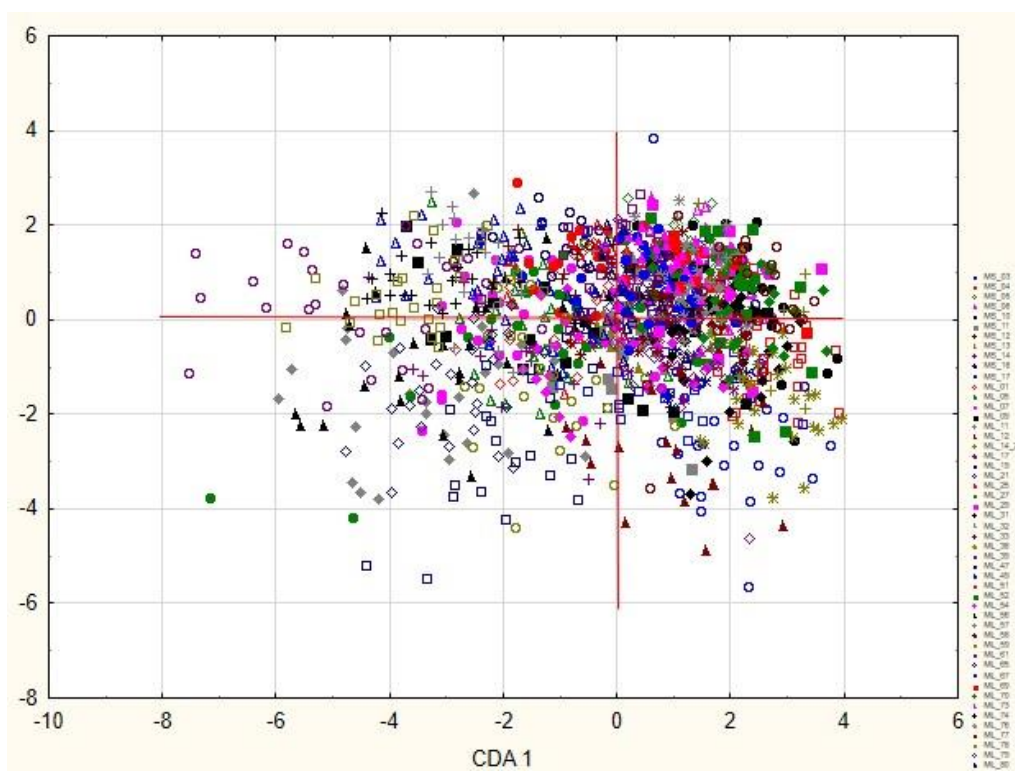
koje se mešaju sa gotovo svim jedinkama/populacijama *M. spicata*. Već nakon ovih grafika, jasno je da se ove dve vrste veoma teško mogu definitivno razdvojiti na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti. Upravo te jedinke koje predstavljaju izmešanu grupu jesu one koje je najteže bilo determinisati jer i jedne i druge često imaju razgranate dlake pre svega na listu, ali je tih dlaka manje i teško se nalaze kod jedinki koje su određene kao *M. longifolia*, dok su one kod jedinki *M. spicata* lako uočljive i brojnije. Takođe, prilikom identifikacije, u okviru ove mešovite grupe jedinki najviše je bilo onih koje su funkcionalno ženske.



Slika 54. Pozicije jedinki varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti, bez određivanja populacija

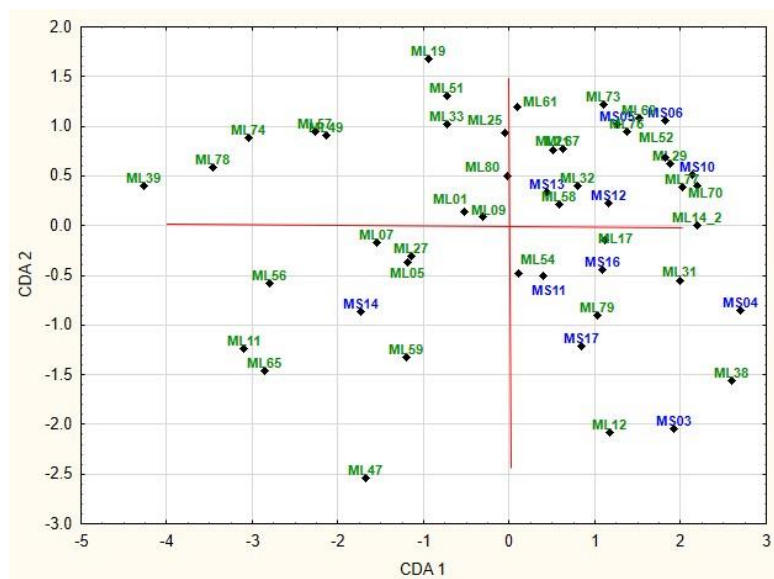
Ako se analizira postojanje prostornog rasporeda populacija ovih vrsta na grafiku (Sl. 55), dolazi se do zaključka da on ne postoji i da su populacije grupisane nezavisno od geografskih oblasti iz kojih potiču. Situacija je mnogo jasnija ukoliko se pogleda položaj centroida (Sl. 56) ili fenogram (Sl. 57) posmatranih populacija, koji su dobijeni na osnovu morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti i na kojima je njihov raspored veoma sličan. U negativnom delu CDA 1 ose, odnosno kao donja grupa na fenogramu izdvojene su populacije *M. longifolia* koje bi se mogle definisati kao tipični predstavnici ove vrste jer se odlikuju velikim, krupnim stablima, sa velikim, lancetastim, izduženim listovima na kojima razgranate dlake nisu zabeležene (ML39, ML47, ML78, ML74, ML56, ML65, ML11, ML57, ML49, ML33, ML19, ML59, ML05, ML27, ML07, ML51), sa dodatkom populacije vrste *M. spicata* (MS14) čiji položaj je u ovoj grupi nejasan. Ako se posmatraju staništa i nadmorske visine ovih populacija, uviđa se da su to uzorci gotovo isključivo sa vlažnih staništa i velikih nadmorskih visina. Dodatno, sve ove populacije su većinski sa dvopolnim cvetovima ili i sa cvetovima čiji je status nejasan, gde nije proveravano da li je polen fertilan, a antere deluju suvo i sa malom količinom polena. Međutim, postoji mogućnost da su ovakvi cvetovi oni koji imaju mušku funkciju, koja je vremenski ograničena i javlja se prva, te je tako usklađena sa ženskom radi izbegavanja samooplodnje, zbog čega bi se mogle okarakterisati kao protandrične. Iz ovog šablona se ipak izdvajaju ML39 (Mokra gora, Ribariće) i ML49

(Kopaonik, Metelice, Štava) u kojima su zabeleženi kako dvopolni, tako i samo ženski cvetovi, odnosno jedinke.

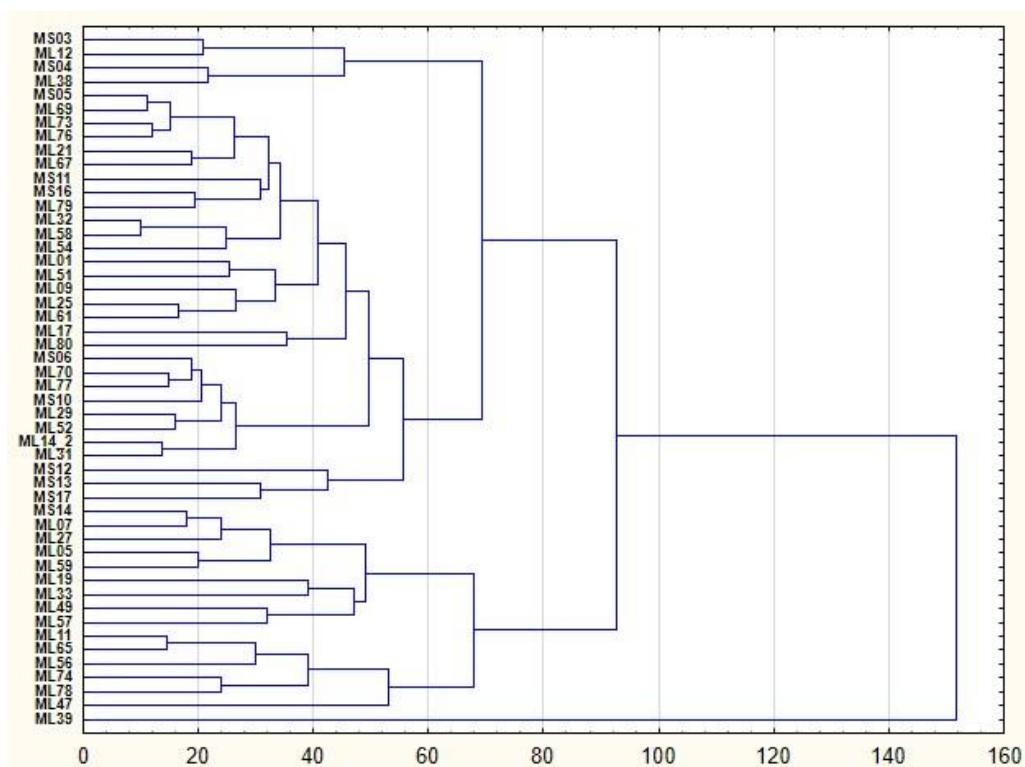


Slika 55. Pozicije jedinki populacija varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti (skraćenice populacija – Prilog, Tab. 2)

U blizini centra sistema ove dve diskriminantne ose su populacije sa dvopolnim cvetovima ML01 i ML09, na samoj CDA 2 osi su populacije sa dvopolnim i verovatno protandričnim cvetovima ML25 i ML80, a sa njene pozitivne strane su sve ostale populacije vrste *M. spicata*, kao i populacije vrste *M. longifolia* (ML61, ML54, ML21, ML67, ML32, ML58, ML79, ML17, ML12, ML73, ML76, ML69, ML52, ML29, ML77, ML70, ML31, ML14\_2 i ML38). Ove populacije vrste *M. longifolia* su generalno niže, sa listovima čije su dimenzije manje, a neretko imaju i razgranate dlake. Ako se posmatra poreklo ovih populacija, može se zaključiti da su one pretežno uzorkovane sa suvljih staništa i nižih nadmorskih visina. Takođe, većina ovih populacija vrsta *M. longifolia* je i ginodiecka (ML61, ML32, ML58, ML76, ML69, ML29, ML77, ML70, ML31, ML14\_2, ML32) ili sadrži isključivo ženske jedinke (ML17 i ML73), sa izuzecima u vidu populacija (ML25, ML80 i ML54), koje imaju dvopolne i cvetove nejasnog statusa i hermafroditne populacije (ML21, ML67, ML79, ML12, ML52).



Slika 56. Pozicije centroida populacija varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere vegetativnog regiona i cvasti (skraćenice populacija – Prilog, Tab. 2)



Slika 57. Fenogram populacija varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* dobijen na osnovu CD analize morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona i cvasti (skraćenice populacija – Prilog, Tab. 2)

Postavlja se zapravo pitanje da li sve jedinke koje imaju razgranate dlake, bez obzira na njihov intenzitet i koje su ginodieceke i/ili sa većom frekvencijom ženskih jedinki, treba posmatrati kao deo vrste *M. spicata*? Ili su ove populacije, određene kao vrsta *M. longifolia*, a koje se u velikoj meri mešaju sa *M. spicata*, zapravo *M. longifolia* subsp. *grisella*, koja se jako

teško može razlikovati od *M. spicata*. Ne može se reći da se ovde radi o hibridnim jedinkama, jer bi one trebalo da budu sterilne i da ne produkuju orašice, što u većini pregledanog biljnog materijala nije slučaj. Postoji mogućnost da su to zapravo jedinke nastale jednim ili serijom povratnih ukrštanja sa roditeljskim vrstama te imaju sposobnost produkcije semena. Kao što je i istaknuto u delu 5.1, bilo bi značajno proveriti da li su orašice takvih jedinki brojnije i/ili kvalitetnije u odnosu na one produkovane od strane roditeljskih, dvopolnih jedinki. Ovi rezultati potvrđuju tezu da su populacije *M. longifolia* na području Balkanskog poluostrva izuzetno kompleksne što ističe Harley (1972) upravo prilikom komentaranja *M. longifolia* subsp. *grissella* i njenog odnosa sa *M. microphylla*. Važno je napomenuti da je sličan rezultat u smislu grupisanja populacija dobijen i prilikom analize populacija *M. longifolia* samo sa teritorije Srbije, pri čemu su se zajedno izdvajale jedinke sa velikim dimenzijama listova (označene kao tipična podvrsta, poreklom sa vlažnih planinskih staništa) u odnosu na jedinke sa smanjenim listovima (označene kao subsp. *grissella*, poreklom sa nižih nadmorskih visina) (Jančić, 1984a).

#### **5.2.1.6 Morfološka varijabilnost kvalitativnih karaktera vegetativnog regiona, brakteje i cvasti vrsta *M. longifolia*, *M. spicata* i *M. microphylla***

Morfološka varijabilnost kvalitativnih karaktera urađena je na nivou stabla, listova, brakteje i cvasti sve tri vrste zajedno, zasebno i u parovima pomoću višestruke korespondentne analize. Broj jedinki i populacija, kao i karakteri sa svojim stanjima istaknuti su dalje u tekstu.

##### **5.2.1.6.1 Višestruka korespondentna analiza (MCA) vrsta *M. longifolia*, *M. spicata* i *M. microphylla* na osnovu kvalitativnih morfoloških karaktera vegetativnog regiona, cvasti i brakteja**

Višestruka korespondentna analiza kvalitativnih morfoloških karaktera vegetativnog regiona cvasti i brakteja urađena je najpre na nivou tri vrste koje su *a priori* definisane. Ukupan uzorak je obuhvatio 2.023 jedinke i 91 populaciju, odnosno 1.537 jedinke i 71 populaciju vrste *M. longifolia*, 222 jedinke i devet populacija vrste *M. microphylla* i 264 jedinke i 11 populacija *M. spicata*. Ukupno je 11 kvalitativnih karaktera pokazalo varijabilnost na nivou uzorka, sa 42 stanja, pri čemu je najmanji broj stanja bio dva (tip dlaka na listu i stablu), a najveći sedam (izgled brakteje).

Analizom položaja centroida vrsta i stanja kvalitativnih karaktera u prostoru prve dve korespondentne ose (Sl. 58) i frekvencije i zastupljenosti njihovih stanja (Materijal i metode, Tab. 2) može se ustanoviti da uzorak nije uniforman, tj. da se *a priori* definisane vrste na osnovu pojedinih kvalitativnih karaktera veoma jasno odvajaju. Vrsta *M. longifolia* se u odnosu na CA 1 osu odvaja od druge dve vrste koje su razgraničene u odnosu na CA 2 osu. Najznačajniji karakter koji doprinosi odvajanju po CA 1 osi jeste tip dlaka na stablu i listu, jer se mešavina prostih i granatih dlaka beleži i lako uočava samo kod vrsta *M. spicata* i *M. microphylla*. Ponekad se nađe i po koja granata dlaka i kod jedinki vrste *M. longifolia*, ali u znatno manjem procentu. Takođe, zabeležena je i jedna populacija na kojoj nisu uočene razgranate dlake na stablu, ali koja je na osnovu postojanja razgranatih dlaka na naličju lista, dimenzija antera i oblika listova determinisana kao vrsta *M. spicata*.

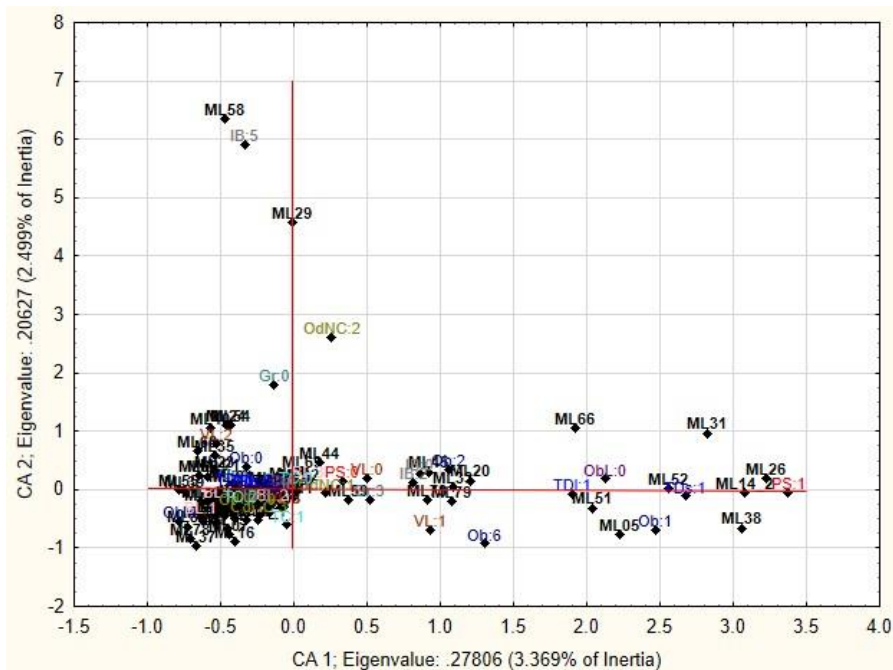




*spicata* i *M. microphylla* se pored njih, karakterišu i nešto zdepastijim, skraćenim klasovima [1]. Na kraju, najviše različitih stanja brakteja zabeleženo je kod vrste *M. spicata*, gde dominira stanje: 2, koje je u najvećem procentu detektovano i kod vrste *M. microphylla*, dok je za vrstu *M. longifolia* najčešće beleženo stanje: 3 (Sl. 58; Materijal i metode Tab. 2).

### 5.2.1.6.2 Višestruka korespondentna analiza (MCA) vrste *M. longifolia* na osnovu kvalitativnih morfoloških karaktera vegetativnog regiona, cvasti i brakteja

Višestruka korespondentna analiza populacija vrste *M. longifolia* urađena je na celokupnom uzorku od 1.532 jedinke, grupisanih u 71 populaciju, sa 11 kvalitativnih karaktera koji su opisani sa ukupno 40 stanja (Tab. 2, Materijal i metode). MCA analizom kvalitativnih karaktera vegetativnog regiona, cvasti i brakteja populacija ove vrste nije dobijeno značajnije razdvajanje populacija, sa nekoliko izuzetaka u kojima se javljaju neka jedinstvena stanja, koja su češće beležena u okviru vrste *M. spicata* (Sl. 59).



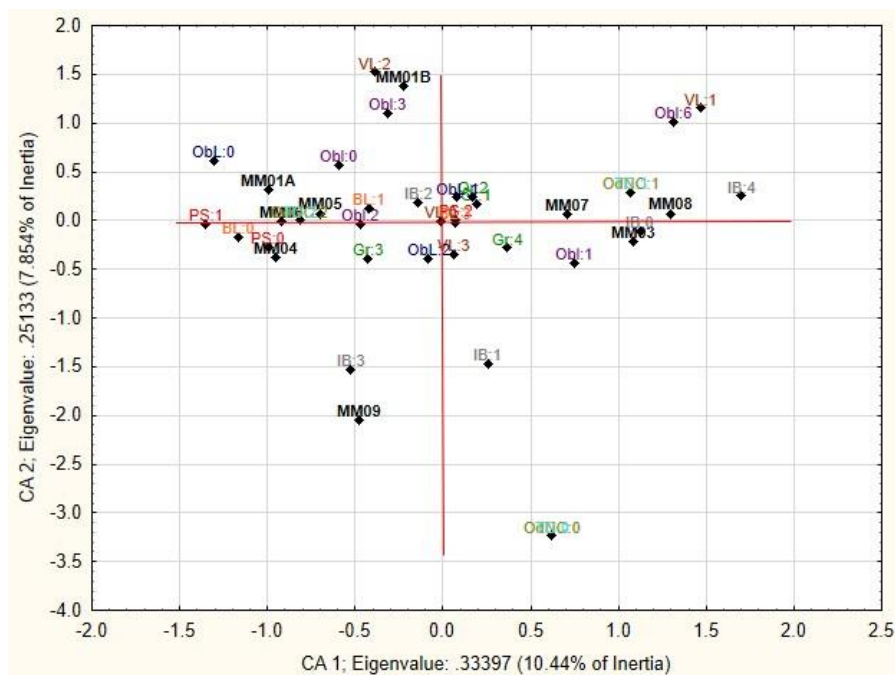
Slika 59. Pozicije stanja kvalitativnih karaktera i centroida populacija vrste *M. longifolia* u prostoru prve dve korespondentne ose; oznake populacija – Prilog, Tab. 2; objašnjenje stanja – Materijal i metode, Tab. 2

Većina populacija grupisana je u negativnom delu CA 1 i 2 osa i date populacije su uniformne u smislu postojanja različitih stanja kvalitativnih karaktera. Ipak, primetno je izdvajanje populacija ML29 i ML58 duž CA 1 ose, zahvaljujući jedinkama koje nisu granate [0], klasovima koji su građeni od generalno odvojenih nodusa [2] i braktejama specifičnog izgleda [5], koje su za razliku od ostalih zabeleženih u okviru ove vrste, široke i lancetasto/jajasto ušiljene. Osim toga, duž CA 2 ose dolazi do diferencijacije nekoliko populacija, u skladu sa određenim frekvencijama stanja kvalitativnih karaktera. Na primer, uočava se jedinstvena grupa populacija sa pozitivne strane CA 1 ose, koje na listovima pored prostih imaju i razgranate dlake, ali su one teže uočljive u odnosu na tipične dlakave oblike vrste *M. spicata*. Date populacije su: ML59 (CG, Plavsko jezero), ML73 (BiH, Lug), ML79 (CG, Orijen, Vilusi), ML33 (S, Stolovi,

Brezna), ML45 (B, Veliko Belovo), ML20 (S, Neštín), ML66 (B, Paničarevo) i ML05 (CG, Nikšić, Zeta). Takođe, populacije koje su još više udaljene od ostalih su ML51 (G, Teodorijana), ML52 (S, Bačko Gradište, Rimski šanac), ML31 (SM, Prespansko jezero, Stenja), ML38 (G, Belasica, Ano Poroia), ML26 (CG, Nikšić, Zeta) i ML4\_2 (S, Padej), koje i na stablu imaju po koju razgranatu dlaku među većinski prostim. Dodatno, dve poslednje populacije imaju i poseban tip stabla koje je uspravno, ali izuvijano [1], verovatno kao posledica rasta u veoma gusnoj vegetaciji. Sve navedene populacije su i najproblematičnije u smislu određivanja jasne pripadnosti odgovarajućoj vrsti, ali su zbog karaktera listova i dimenzija antera svrstane u okviru vrste *M. longifolia* (Sl. 59).

### 5.2.1.6.3 Višestruka korespondentna analiza (MCA) vrste *M. microphylla* na osnovu kvalitativnih morfoloških karaktera vegetativnog regiona, cvasti i brakteja

Višestruka korespondentna analiza populacija vrste *M. microphylla* urađena je na celokupnom uzorku od 222 jedinice, grupisanih u devet populacija, sa 11 kvalitativnih karaktera koji su opisani sa ukupno 35 stanja (Materijal i metode, Tab. 2), a rezultati su dati na slici 60.



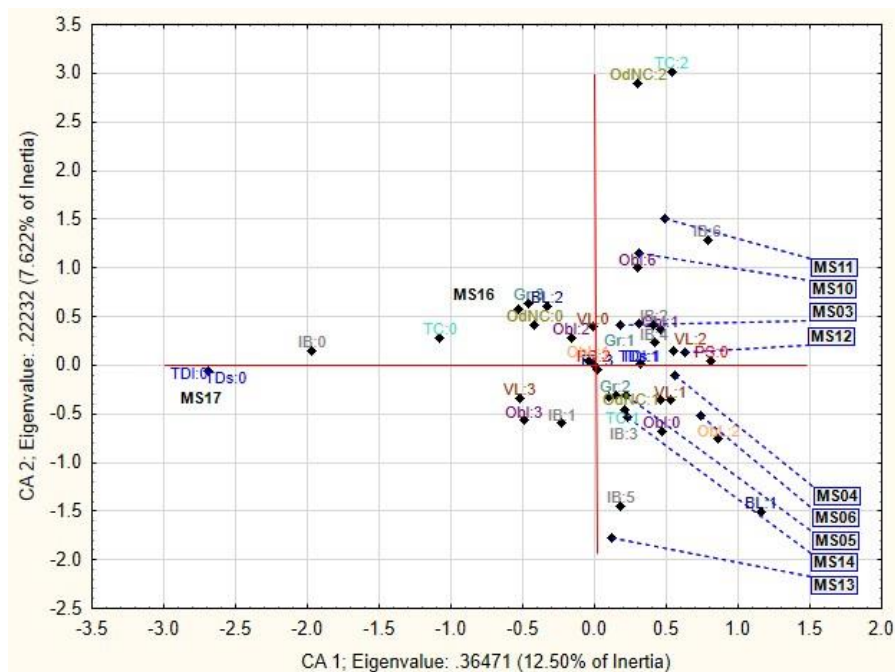
Slika 60. Pozicije stanja kvalitativnih karaktera i centroida populacija vrste *M. microphylla* u prostoru prve dve korespondentne ose; oznake populacija – Prilog, Tab. 2; objašnjenja stanja Materijal i metode, Tab. 2

MCA analizom kvalitativnih karaktera vegetativnog regiona, cvasti i brakteja populacija ove vrste odnosno položajem njihovih centroida, ustanovljeno je razdvajanje populacija. Najpre je veća grupa populacija MM01B i MM01A (obe iz G, Dorida, Anatema-Eratinis), MM04 (G, Kamena Vurla, Tsertos Apartmani), MM05 (G, Peloponez, Steno), MM06 (G, Peloponez, Horemis-Mparakitika) i MM09 (G, Melates) odvojena po CA 1 osi u odnosu na sledeće tri populacije: MM07 (G, Olimp), MM08 (G, Cumerka, Kipseli) i MM03 (G, Peloponez, Lampeja). Kako su sve populacije u okviru ove analize poreklom iz

kontinentalnog dela Grčke i Peloponeza, jasno je da nema geografskog diferenciranja, već da se populacije grupišu prema stanjima karaktera koji se kod njih javljaju učestalije ili su jedinstvena, ali sa slabom učestalošću. Ipak, kod grupa populacija koje su u negativnom delu CA 1 ose češće se beleže karakteri (tip grananja: 3, oblik lista: 0, 2 i 3), dok se kod preostale tri populacije odlikuju frekventnijim karakteristikama i stanjima koja bi se mogla svesti na: tip grananja [4], oblik lista [1] i [6], izgled brakteje [1] i [4] i odnos nodusa u cvasti [1] (Sl. 60).

#### 5.2.1.6.4 Višestruka korespondentna analiza (MCA) vrste *M. spicata* na osnovu kvalitativnih morfoloških karaktera vegetativnog regiona, cvasti i brakteja

Višestruka korespondentna analiza populacija vrste *M. spicata* urađena je na celokupnom uzorku od 264 jedinice, grupisane u 12 populacija, sa 11 kvalitativnih karaktera koji su opisani sa ukupno 35 stanja (Materijal i metode, Tab. 2), a rezultati su prikazani na slici 61.



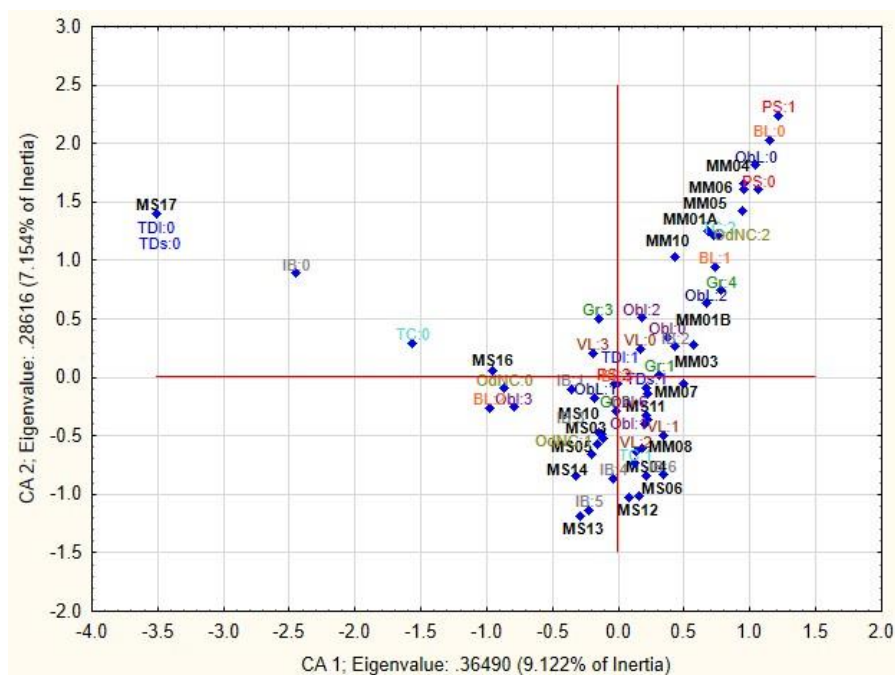
Slika 61. Pozicije stanja kvalitativnih karaktera i centroida populacija vrste *M. spicata* u prostoru prve dve korespondentne ose; oznake populacija – Prilog, Tab. 2; objašnjenja stanja – Materijal i metode, Tab. 2

MCA analizom kvalitativnih karaktera vegetativnog regiona, cvasti i brakteja ove vrste dobijeno je grupisanje populacija, u odnosu na stanja koja se u njima češće pojavljuju. Uočava se i odvajanje populacija MS13 (S, Mokra gora, Draga), MS16 (B, Belene) i MS17 (S, Novi Karlovci). Kod populacije MS13 češće javljaju se dva tipa brakteje [1] i [5], od kojih je ovo drugo isključivo zabeleženo u okviru nje. Populacija MS17 se po CA 1 osi vrlo jasno odvajaju od svih ostalih jer ne poseduje granate dlake, a ima brakteje od kojih je donja nalik na list ili okruglasto/lancetasto/jajasto perasta, dok su gornje linearno ušiljene. Kao što je i ranije navedeno, uprkos nepostojanju granatih dlaka, jedinice populacije su bile svrstane u okviru vrste *M. spicata* usled dimenzija lista i antera. Populacija MS16 odvajaju se po CA 1 osi od drugih, usled češćeg javljanja cvasti i odnosa nodusa čija su stanja [0], ali koja nisu jedinstvena samo za nju.

Ostale populacije su manje-više uniformno raspoređene u pozitivnom delu CA 1 ose, a čiji položaj centroida zavisi od frekvencije stanja koje je češće zastupljeno. Nema jasne morfološke diferencijacije unutar vrste *M. spicata* u smislu postojanja oblika koje odlikuje jedinstven set karaktera i koja bi se prema tome mogla izdvojiti u odnosu na kvalitativne karaktere. Takođe, posmatrajući grupe populacija koje se odvajaju prema CA 2 osi, tj. MS04 (CG, Vladimir-Ulcinj), MS05 (G, Pind, Mecovo), MS06 (B, Malo Trnovo), MS13 (S, Mokra gora, Draga) i MS14 (S, Novi Sad, kasarna Majejica, deponija) u odnosu na MS03 (B, Ćustendil, Resilovo, Dupnica, okolina), MS10 (S, Fruška gora, Krušedolski pašnjak, Šelovrenački potok), MS11 (G, Olimp) i MS12 (CG, Nikšić), uviđa se da ne postoji prisustvo geografskog obrasca grupisanja (Sl. 61).

#### 5.2.1.6.5 Višestruka korespondentna analiza (MCA) varijabilnog para vrsta *M. spicata* i *M. microphylla* na osnovu kvalitativnih morfoloških karaktera vegetativnog regiona, cvasti i brakteja

Višestruka korespondentna analiza populacija ove dve vrste urađena je na celokupnom uzorku od 486 jedinki, grupisanih u 21 populaciju sa 11 kvalitativnih karaktera koji su opisani sa ukupno 35 stanja (Materijal i metode, Tab. 2). MCA analizom kvalitativnih karaktera vegetativnog regiona, cvasti i brakteja populacije ove dve vrste se vrlo jasno razdvajaju, pri čemu se svaka od njih odlikuje ekskluzivnim stanjima. I u ovom slučaju populacija MS17 značajno odstupa od svih ostalih obe vrste, jer razgranate dlake nisu zabeležene na listu i stablu (Sl. 62).



Slika 62. Pozicije stanja kvalitativnih karaktera i centroida populacija varijabilnog para vrsta *M. microphylla* i *M. spicata* u prostoru prve dve korespondentne ose; oznake populacija – P Prilog, Tab. 2; objašnjenja stanja – Materijal i metode, Tab. 2

## 5.2.2 Morfološka varijabilnost karaktera generativnog regiona (cveta) i brakteje vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

### 5.2.2.1 Osnovni statistički parametri morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cveta) i brakteje vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

U tabeli 36 dati su parametri osnovne statistike morfometrijskih karaktera sve tri analizirane vrste. Karakteri cveta, osim dužine antera i ponekad čašice, su retko mereni kod ovog roda. Kako je u okviru ove disertacije urađena analiza morfološke varijabilnosti svakog dela cveta, dobijene vrednosti pre svega za pojedinačne vrste su poređene sa literaturnim, referentnim vrednostima u okviru svakog zasebnog organa.

Generalno, dobijene vrednosti, pre svega za ukupnu dužinu čašice, krunice, prašnika, plodnika i stubića uklapaju se u postojeće dimenzije roda *Mentha* (Guşuleac, 1960; Harley, 1972; 1974; Janković, 1974; Jančić 1984a, Šarić-Kundalić, 2006). Karakteri brakteje, širina trouglastog dela zubića, širine i dužine kruničnih delova nisu ovako detaljno obrađivani ni u jednoj postojećoj studiji.

Prosečni koeficijent varijacije dat je na nivou sve tri analizirane vrste. Iz tabele 36 se uočava da postoje različiti stepeni variranja određenih merenih karaktera u cvetu biljaka. Poredeći tabelu 36 i 4, gde je dat pregled osnovne statistike karaktera vegetativnog regiona i cvasti, odmah se uočava da su karakteri cveta i brakteje konzervativniji, tj. da su su manje fenotipski plastični u odnosu na karaktere vegetativnog regiona i cvasti. Karakteri cveta i brakteje su uglavnom u zoni niske ili umerene varijabilnosti (CV do 30%) i to svi mereni karakteri na čašici, krunici, plodniku, stubiću, kao i širina brakteje u bazi. Među karakterima sa nešto većom varijabilnošću (CV 30–50%) odlikuju se sledeći: dužina cele brakteje, dužina žiga i dužina antera (01, 02, 03 i prosek), dok je visoko varijabilan karakter dužina filameta (01, 02, 03, 04 i prosek). Karakteri koji su ekstremno varijabilni su dužina i širina dodatnih kruničnih listića, koji su zabeleženi na svega osam primeraka, te je vrlo mali uzorak u poređenju sa ostalim karakterima, glavni uzrok ovako visokih vrednosti koeficijenta varijacije (preko 1.000%). Ovi karakteri u daljim statističkim analizama nisu uzimani u obzir, ali su predstavljeni u okviru osnovne statistike, kako bi se naglasilo da se na krunici u okviru analiziranih vrsta ponekad javljaju dodatne latice. To su verovatno teratološke promene, nastale kao posledica nestabilnog genoma usled hibridizacije, tj. usled mutacije odgovarajućih gena (*CYC A*, *CYC B* i *MI-RAD*), koji su odgovorni za nastanak simpetalne krunice (Zhong i sar., 2017) i za njenu simetriju (Naghiloo i sar., 2013). Osim dužine antera, koja se navodi kao jedan od najvažnijih diferencijalnih karaktera baš među analiziranim vrstama, nijedan drugi karakter cveta i brakteje u rodu nije našao primenu kao taksonomski u ključevima za determinaciju. Na osnovu ovih rezultata, karakteri kao što su dužina cele brakteje i dužina žiga na osnovu povišene varijabilnosti potencijalno mogu biti primenjeni za diferencijaciju taksona.

Tabela 36. Parametri osnovne statistike morfometrijskih karaktera cveta i brakteje vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=989

Karakter	Valid N	Mean	Med.	Min.	Max.	Var.	SD	CV (%)
Dužina cele brakteje	984	5,189450	4,968000	2,140000	12,688000	2,672295	1,634715	31,501
Širina brakteje u bazi	984	0,631459	0,630000	0,271000	1,134000	0,019291	0,138893	21,996
Širina trouglastog dela zubića	989	0,468917	0,462000	0,291000	0,879000	0,006373	0,079832	17,025
Dužina trouglastog dela zubića	989	0,735786	0,704000	0,271000	1,555000	0,042087	0,205151	27,882
Dužina od baze do linije zubića – cev	989	1,216547	1,207000	0,463000	2,403000	0,040438	0,201091	16,530
Ukupna dužina čašice	989	1,952333	1,949000	0,831000	2,943000	0,096154	0,310088	15,883
Odnos zubić/cev	989	0,616325	0,592062	0,174365	1,65227	0,034113	0,184697	29,968
Dužina plodnika	989	0,464462	0,462000	0,220000	0,859000	0,003784	0,061518	13,245
Dužina stubića	989	4,017019	3,905000	0,336000	7,003000	0,895554	0,946337	23,558
Dužina žiga	989	0,457347	0,446000	0,101000	1,467000	0,021652	0,147145	32,174
Širina krunice pri bazi	989	1,289223	1,269000	0,129000	2,295000	0,057187	0,239137	18,549
Širina krunice pri mestu nastanka f.	989	2,284430	2,256000	1,184000	4,241000	0,187630	0,433163	18,962
Dužina ispod odvajanja f.	989	1,259929	1,245000	0,365000	2,297000	0,099660	0,315690	25,056
Dužina ispod nastanka režnjeva	989	1,846253	1,822000	0,763000	3,008000	0,134044	0,366120	19,830
Dužina filamenta 01	989	2,439214	2,663000	0,112000	5,273000	1,763575	1,327997	54,444
Dužina filamenta 02	975	2,417701	2,649000	0,123000	5,173000	1,715399	1,309733	54,173
Dužina filamenta 03	851	2,312652	2,449000	0,138000	5,023000	1,724135	1,313063	56,777
Dužina filamenta 04	602	2,044362	1,929500	0,119000	4,980000	1,749938	1,322852	64,707
Prosečna dužina filamenta	989	2,423375	2,622000	0,148500	4,925500	1,652880	1,285644	53,052
Dužina antere 01	989	0,322830	0,377000	0,040000	0,575000	0,022133	0,148773	46,084
Dužina antere 02	973	0,323370	0,381000	0,046000	0,780000	0,022319	0,149396	46,200
Dužina antere 03	851	0,313355	0,378000	0,046000	0,999000	0,023621	0,153692	49,047
Dužina antere 04	601	0,288048	0,348000	0,031000	0,980000	0,026280	0,162112	56,280
Prosečna dužina antere	989	0,322143	0,382000	0,052000	0,55425	0,021142	0,145403	45,136
Maksimalna dužina srcaste latice	989	3,186917	3,173000	0,000000	4,785000	0,330327	0,574741	18,034
Maksimalna širina srcaste latice	989	1,223502	1,225000	0,000000	2,416000	0,054043	0,232472	19,001
Dužina „najduže“ latice 01	989	3,256943	3,315000	0,000000	4,971000	0,624840	0,790468	24,270
Maksimalna širina „najduže“ latice 01	989	0,896155	0,898000	0,000000	1,480000	0,049065	0,221505	24,717
Dužina latice 02	989	3,142018	3,112000	1,152000	4,664000	0,266314	0,516056	16,424
Maksimalna širina latice 02	989	0,949367	0,941000	0,132000	1,500000	0,027730	0,166525	17,541
Dužina latice 03	989	3,141991	3,127000	0,000000	4,588000	0,276404	0,525741	16,733
Maksimalna širina latice 03	989	0,944627	0,930000	0,000000	1,937000	0,027362	0,165415	17,511
Dužina latice 04*	8	0,025470	0,000000	0,000000	3,941000	0,081267	0,285075	1119,249
Maksimalna širina latice 04*	8	0,006583	0,000000	0,000000	1,010000	0,005473	0,073983	1123,779
Dužina latice 05*	8	0,025140	0,000000	0,000000	4,117000	0,079592	0,282121	1122,220
Maksimalna širina latice 05*	8	0,006519	0,000000	0,000000	1,045000	0,005512	0,074239	1138,868

Legenda: Valid N – broj analiziranih jedinki za dati karakter, Mean – srednja vrednost, Med – medijana, Min. – minimalna vrednost, Max. – maksimalna vrednost, Var. – vrednost varijanse, SD – standardna devijacija, CV – koeficijent varijacije, CV 10-30% narandžasta boja, CV 30-50% zelena boja, CV 50-70% siva boja, \*karakter se retko pojavljuje i mereni su na osam cvetova/ jedinki (šest dvopolnih i dva funkcionalno ženska), f. - filamenta

### 5.2.2.2 Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cveta) vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Jednofaktorska analiza varijanse urađena je na nivou ukupnog uzorka (maksimalno 989 jedinki), za sve merene karaktere, odnosno između sve tri analizirane vrste. Prema dobijenim rezultatima ANOVE–e (Tab. 37), svi mereni parametri u okviru cveta su statistički značajni, odnosno u nekoj meri primenljivi za razlikovanje ove tri vrste. S druge strane, većina parametara se odlikuje niskom varijabilnošću (mala F vrednost) što je sasvim očekivano, s obzirom da se radi o regionu koji je konzervativan i verovatno slabo promenljiv kod ove grupe biljaka, čija specijacija nije išla u pravcu diferencijacije cvetnih delova usled istih oprašivača, ali možda i predominaciji vegetativnog razmnožavanja. Na ukupnom uzorku, karakteri koji se odlikuju najmanjom varijabilnošću su dužina plodnika, dužina žiga i širina krunice pri bazi (F vrednosti do 10). Ipak, izdvajaju se karakteri dužina filamenata 01 i 02 koji se odlikuju nešto većom varijabilnošću (F vrednosti do 40), dok karakteri dužina antere 02 i 01 imaju veoma

visoke F vrednosti. Shodno tome, iako postoji zona preklapanja u dimenzijama antera, ona za sada jeste najznačajniji taksonomski karakteri na nivou ove tri vrste.

Tabela 37. Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera cveta vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,05$

Karakter	F	p
Širina trouglastog dela zubića čašice	<b>17,5815</b>	<b>0,00</b>
Dužina trouglastog dela zubića čašice	<b>25,9057</b>	<b>0,00</b>
Dužina od baze do linije zubića – cev čašice	<b>17,1064</b>	<b>0,00</b>
Ukupna dužina čašice	<b>18,1000</b>	<b>0,00</b>
Odnos zubić/cev čašice	<b>25,3678</b>	<b>0,00</b>
Dužina plodnika	<b>7,4923</b>	<b>0,00</b>
Dužina stubića	<b>15,1568</b>	<b>0,00</b>
Dužina žiga	<b>8,5437</b>	<b>0,00</b>
Širina krunice pri bazi	<b>9,6104</b>	<b>0,00</b>
Širina krunice pri mestu nastanka filamenata	<b>22,5419</b>	<b>0,00</b>
Dužina krunice ispod odvajanja filamenata	<b>17,4187</b>	<b>0,00</b>
Dužina krunice ispod nastanka režnjeva	<b>14,8510</b>	<b>0,00</b>
Dužina filamenata 01	<b>36,9280</b>	<b>0,00</b>
Dužina filamenata 02	<b>37,4668</b>	<b>0,00</b>
Dužina antere 01	<b>119,2077</b>	<b>0,00</b>
Dužina antere 02	<b>95,3561</b>	<b>0,00</b>
Maksimalna dužina srcaste laticice	<b>19,4176</b>	<b>0,00</b>
Maksimalna širina srcaste laticice	<b>13,5497</b>	<b>0,00</b>
Dužina „najduže” laticice	<b>20,4535</b>	<b>0,00</b>
Maksimalna širina „najduže” laticice	<b>12,5873</b>	<b>0,00</b>
Dužina bočne laticice 01	<b>20,2158</b>	<b>0,00</b>
Maksimalna širina bočne laticice 01	<b>15,1521</b>	<b>0,00</b>
Dužina bočne laticice 02	<b>20,4958</b>	<b>0,00</b>
Maksimalna širina bočne laticice 02	<b>13,0258</b>	<b>0,00</b>

### 5.2.2.3 Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cvet) i brakteje vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Koeficijenti korelacije za morfometrijske karaktere cveta i brakteju dati su u Prilogu (Tab. 15). Za razliku od vegetativnih regiona i cvasti, generativni region (cvet) i brakteja sumarno pokazuju malo drugačiji karakter, tj. još je naglašenija povećana vrednost koeficijenta korelacije i ona je na nivou većine karaktera u zoni veoma umerene ili veće povezanosti ( $r=40-70\%$ ), što ukazuje na nezavisno variranje većine analiziranih karaktera datog regiona. Zabeleženi su kako negativni koeficijenti korelacije u pojedinim slučajevima, tako i koeficijenti koji nisu statistički značajni za vrednost  $p < 0,05$  i to pre svega u korelacijama sa sledećim karakterima: dužina cele brakteje, širina brakteje u bazi, kao i dužine i maksimalne širine bočnih latica, koje se javljaju kao dodatne u pojedinim cvetovima. Koeficijenti korelacije koji jesu statistički značajni i koji su pokazali umereni ili veći stepen povezanosti ( $r=40-70\%$ ), odnosno veoma visoku povezanost ( $r > 70\%$ ) korelacije se nalaze na cvetu. Od datih koeficijenata korelacije koji su pokazali veoma visok stepen povezanosti izdvajaju se: dužina trouglastog dela zubića čašice-odnos dužine trouglastog zubića i cevi čašice, dužina cevi čašice-dužina cele čašice, dužina stubića-dužina obe bočne laticice, dužina krunice do mesta nastanka filamenata-dužina krunice do mesta nastanka režnjeva, dužina krunice do nastanka filamenata-dužina „najduže” laticice, dužina krunice do nastanka filamenata-dužina bočne laticice 01 i 02, dužina krunice do nastanka režnjeva-maksimalna dužina srcaste laticice, dužina krunice

do nastanka režnjeva-dužina „najduže” latice, dužina krunice do nastanka režnjeva-dužina bočne latice 01 i 02, maksimalna dužina srcaste latice-maksimalna širina srcaste latice, maksimalna dužina srcaste latice-dužina „najduže” latice, dužina bočne latice 01 i 02, dužina „najduže” latice-dužina bočne latice 01 i 02, maksimalna širina „najduže” latice-maksimalna širina bočne latice 01, dužina bočne latice 01-maksimalna širina bočne latice 01, dužina bočne latice 01-maksimalna širina bočne latice 01, dužina bočne latice 01-dužina bočne latice 02, dužina bočne latice 01-maksimalna širina bočne latice 02, maksimalna širina bočne latice 01-dužina bočne latice 02, maksimalna širina bočne latice 01-maksimalna širina bočne latice 02, dužina bočne latice 02- maksimalna širina bočne latice 02. Takođe, dužine sva četiri filamena su visoko korelisane međusobno, kao i sa njihovom prosečnom dužinom, zatim sa dužinom svake antere i prosečnom dužinom antera, ali i sa dužinama obe bočne latice. Dužine antera su visoko korelisane međusobno, kao i sa njihovom prosečnom dužinom, a zatim i sa dužinama obe bočne latice. Prosečna dužina filamenata je visoko korelisana sa pojedinačnim dužinama antera, njihovim prosekom, kao i dužinama obe bočne latice. Na kraju, prosečna dužina antera je visoko korelisana sa dužinom obe bočne latice cveta (Prilog, Tab. 15).

Karakteristični su u zoni umerene korelacije su: širina trouglastog dela zubića čašice-cev čašice, širina trouglastog dela zubića čašice-dužina cele čašice, širina trouglastog dela zubića čašice-svi karakteri filamenata, antera i karakteri, koji su mereni na krunici, osim dužine krunice na mestu nastanka režnjeva i širine krunice u bazi, kao i dimenzija dodatnih bočnih listića koji su konstatovani i mereni na veoma malom broju primeraka. Zatim, u zoni umerene ili povišene korelacije nalaze se dužina cevi čašice-dužina plodnika, dužina cevi čašice-dužina stubića, kao i dužina filamenata, antera i svi karakteri mereni na krunici osim širine krunice u bazi, širine bočne latice 02 i dimenzija dodatnih bočnih latica koje su merene na malom broju cvetova. Dužina stubića pokazuje umeren ili visok stepen korelacije sa širinom krunice u bazi, širinom krunice na mestu nastanka filamenata, dužinom krunice do mesta nastanka filamenata, dužinom krunice do mesta nastanka režnjeva, svim karakteristikama filamenata i antera, kao i sa maksimalnom dužinom i širinom srcaste latice, dužinom i maksimalnom širinom „najduže” latice i maksimalnim širinama obe bočne latice. Širina krunice na mestu nastanka filamenata je u umerenoj ili visokoj zoni korelacije sa svim dimenzijama filamenata, antera i krunice osim, dimenzija dodatnih latica, koje su višak normalno građenim cvetovima. Dužina krunice do filamenata je u umerenom ili visokom stepenu korelisana sa svim dimenzijama filamenata, antera i krunice, koji već nisu istaknuti kao veoma visoko korelisani i dimenzijama dodatnih latica u cvetu. Dužina krunice do nastanka režnjeva pokazuje umeren do visok stepen korelacije samo sa dimenzijama filamenata i maksimalna širinama srcaste, „najduže” i dve bočne latice. Sva četiri filamena, kao i njihova prosečna dužina imaju umeren ili visok nivo korelacije sa maksimalnom dužinom i širinom srcaste latice, dužinom i maksimalnom širinom „najduže” latice i maksimalnim širinama obe bočne latice. Sve dimenzije antera, kao i prosečna dužina u zoni umerene ili visoke korelacije sa dužinom i maksimalnom širinom „najduže” latice i obe bočne latice. Takođe, u istoj zoni korelacije su karakteri: maksimalna dužina srcaste latice-maksimalna širina srcaste latice, obe bočne latice, kao i dodatne bočne latice koje se retko beleže i mere u cvetovima, maksimalna širina srcaste latice-dužina i maksimalna širina „najduže” latice, dve bočne latice i dimenzije dodatnih bočnih latica koje se retko pojavljuju u cvetu, dužina „najduže” latice-maksimalna širina „najduže” latice i dve bočne latice kao i maksimalna širina „najduže” latice-dužine obe bočne latice i maksimalna širina bočne latice 02 (Prilog, Tab. 15).

Generalno, uviđa se da postoje visoke korelacije u cvetu, ali su one sa izuzecima posledica same prirode karaktera koji su mereni u okviru jednog organa, čiji je nastanak i rast međusobno uslovljen što su pokazali Naghiloo i sar. (2013), nego postojanja korelacionih parova ili serija. Takođe, jasno je da postoji jaka povezanost između dužina različitih delova



koji grade čašicu, odnosno dužina i širina delova koji grade krunicu, zbog njihovog međusobnog srastanja i stvaranja zajedničke strukture, tj. simpetalnog cveta. Ipak, dužine pojedinih latica, pre svega dve bočne, su visoko korelisane sa dužinama filamenata, antera, ali i stubića, pa se u ovim slučajevima može govoriti o postojanju korelacionih parova ili serija. Takođe, na osnovu umerene ili jake korelacije između delova čašice i pojedinih dimenzija krunice, filamenata, antera, plodnika i stubića mogu se izdvojiti korelacione serije. Interesantno je da dužina žiga nije umereno, niti visoko korelisana sa ostalim karakterima, a postoji i negativna korelacija, koja nije statistički značajna (Prilog, Tab. 15).

#### **5.2.2.4 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cvet) *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata***

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera generativnog regiona sve tri analizirane vrste urađena je na 989 jedinki (cvetova) iz 38 populacija (*M. longifolia* – 456 jedinki, 17 populacija, *M. microphylla* – 249 jedinki, 9 populacija, *M. spicata* – 284 jedinke, 12 populacija). Takođe, mora se napomenuti da je varijabilnost analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta (da li su dvopolni ili funkcionalno ženski) i u odnosu na datu karakteristiku. Sa tim u vezi, analizirano je 347, 180, 189 dvopolnih i 109, 69, 95 funkcionalno ženskih cvetova kod vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* pojedinačno. U odnosu na ukupan uzorak moguće je definisati 23 faktora koji bi najbolje pokazali prirodu varijabilnosti analiziranih karaktera, ali su u obzir uzete samo prve dve ose čija kumulativna vrednost varijabilnosti uzorka iznosi više od 50 % (Prilog, Tab. 10).

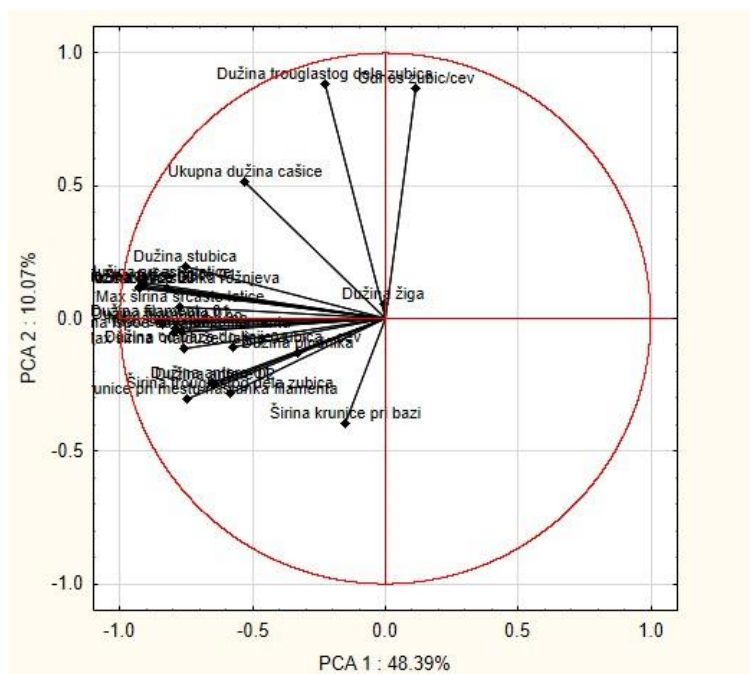
Analizom glavnih komponenti, pokazano je da prvu PCA osu najvećim procentom karakterišu osobine koje ukazuju na dužine sve četiri latice/ražnja krunice (dve bočne, srcasta i „najduža”), dužina krunice ispod nastanka režnjeva (cev krunice), kao i dužina filamenta dva prašnika, a u manjoj meri i odnos dužine zubića i cevi čašice. Ukupnoj varijabilnosti druge PCA ose najviše doprinose dimenzije čašice (dužina i širina trouglastog dela zubića, odnos dužine trouglastog zubića i dužine cevi, ukupna dužina), krunice (širina pri bazi i pri nastanku filamenata), kao i dužina dve merene antere (Tab. 38, Sl. 63). Ovaj rezultat upućuje na određene karaktere na čašici, krunici i prašnicima koji najviše doprinose varijabilnosti cveta analizirane tri vrste, a vrlo je interesantno da ženski deo cveta ne doprinosi varijabilnosti ukupnog uzorka.

U prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti svih karaktera generativnog regiona (cveta) ukoliko se posmatraju sve jedinke zajedno, bez obzira na pripadnost vrsti i bez obzira na određeni tip cveta koji je zabeležen, uočava se velika disperzija jedinki analiziranih vrsta u (Sl. 64). Međutim, ukoliko se pogleda analiza glavnih komponenti u kojoj je definisana pripadnost jedinki vrstama, kao i tip cveta koji je analiziran, jasno je uočljivo da se jedinke ovih vrsta odvajaju i to pre svega u odnosu na funkcionalnost cveta (Sl. 65). Ovo je veoma značajno jer potvrđuje razliku među tipovima cvetova u odnosu na karaktere koji najviše doprinose varijabilnosti (u prvom redu dimenzije filamenata i antera, a potom i čašice i krunice). Generalno je potvrđeno pravilo da su funkcionalno ženski cvetovi sitniji u odnosu na dvopolne, što je više puta dokumentovano od strane istraživača koji su se bavili ovim fenomenom u rodu, odnosno porodici (npr. Stakeliené i Ložiené, 2013; Jang i Hong, 2015; Zhang i sar., 2019).

Tabela 38. Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera cveta vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na prve dve ose analize glavnih komponenti

Karakter	PCA 1	PCA 2
Širina trouglastog dela zubića čašice	-0,586842	<b>-0,284103</b>
Dužina trouglastog dela zubića čašice	-0,227715	<b>0,886109</b>
Dužina od baze do linije zubića – cev čašice	-0,575365	-0,107407
Ukupna dužina čašice	-0,529265	<b>0,513190</b>
Odnos zubić/cev čašice	<b>0,114384</b>	<b>0,867277</b>
Dužina plodnika	-0,331396	-0,130777
Dužina stubica	-0,751832	0,192704
Dužina žiga	-0,006088	0,052386
Širina krunice pri bazi	-0,149174	<b>-0,393554</b>
Širina krunice pri mestu nastanka filameta	-0,744985	<b>-0,304993</b>
Dužina krunice ispod odvajanja filameta	-0,793840	-0,056090
Dužina krunice ispod nastanka režnjeva	<b>-0,820965</b>	0,111489
Dužina filameta 01	<b>-0,849608</b>	-0,009591
Dužina filameta 02	<b>-0,842000</b>	-0,019734
Dužina antere 01	-0,656103	<b>-0,242683</b>
Dužina antere 02	-0,644563	<b>-0,249249</b>
Maksimalna dužina srcaste latice	<b>-0,913615</b>	0,136253
Maksimalna širina srcaste latice	-0,772267	0,044372
Dužina „najduže” latice	<b>-0,909708</b>	0,125060
Maksimalna širina „najduže” latice	-0,758292	-0,113374
Dužina bočne latice 01	<b>-0,924244</b>	0,121215
Maksimalna širina bočne latice 01	-0,790710	-0,039992
Dužina bočne latice 02	<b>-0,925464</b>	0,114474
Maksimalna širina bočne latice 02	-0,767781	-0,048011

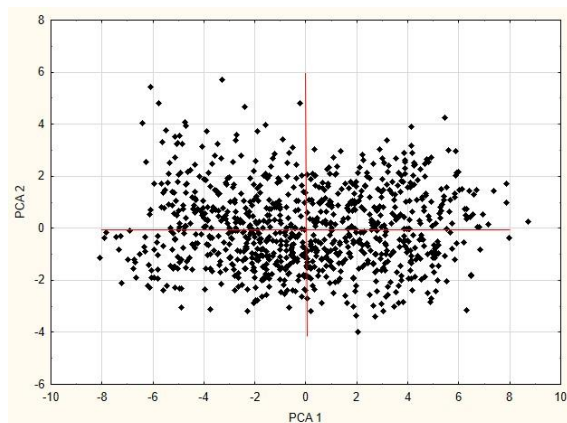
Napomena: podebljane vrednosti najviše doprinose ukupnoj varijabilnosti uzorka



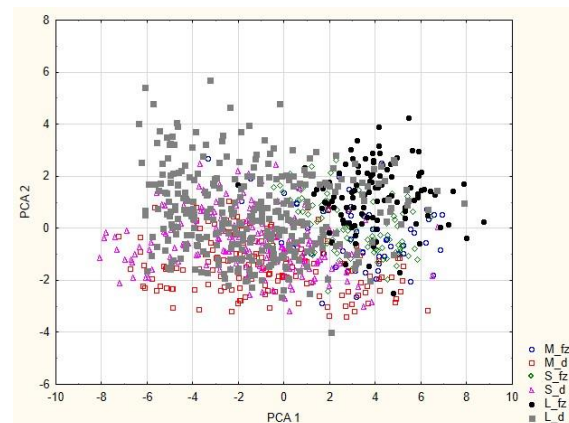
Slika 63. Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera cveta koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar ukupnog uzorka tri vrste *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Koliko god je situacija sa taksonima nedefinisana, koliko god su taksoni u mnogim literaturnim izvorima prikazani kao sinonimi, što se pre svega odnosi na vrste *M. microphylla* i *M. spicata* (Tucker i Naczi, 2007), opšta slika varijabilnosti cveta upućuje na definisane modele varijabilnosti kod svake pojedinačne vrste, a posebno ukoliko se analiziraju u kontekstu dvopolnih i funkcionalno ženskih cvetova. Činjenica jeste da se vrednosti u značajnom procentu preklapaju, ali to je pre svega posledica filogenetski bliskih taksona, česte hibridizacije i generalno niske varijabilnosti organa generativnog regiona biljke. Sve tri vrste pokazuju jasnu definisanost opšteg varijabilnog obrasca, tj. uvek se sa jedne strane izdvajaju jedinke sa dvopolnim u odnosu na jedinke sa funkcionalno ženskim cvetovima.

Dotadno, činjenica da karakteri koji se odnose na gotovo sve dimenzije čašice i odnosa pojedinih njenih delova (dužina i širina trouglastog dela zubića, odnos dužine zubića i cevi čašice, ukupna dužina čašice) uglavnom determiniše slična varijabilnost u kompleksu vrste *M. longifolia*. Ovi karakteri na čašici su i ranije bili isticani kao jedni od značajnijih u infraspecijskoj diferencijaciji vrste *M. longifolia* (Jančić, 1984a), te bi u odnosu na njih trebalo sprovesti analizu potencijalno različitih podvrsta i/ili varijeteta unutar vrste. Prethodno rečeno dokazuje grafikon (Sl. 65) na kome se vidi da karakteri, koji su razvijeni na cvetu unutar *M. longifolia* kompleksa, ga odvajaju od jedinki vrste *M. spicata*. Dobijeni rezultati otvaraju novo poglavlje u istraživanju varijabilnosti i njenog efekta na evolutivne procese kroz koje su prošle verovatno monofiletske vrste, *M. microphylla* i *M. spicata*, posmatrajući variranje ekoloških uslova i odabir staništa koja prema našem iskustvu mogu biti značajno kseromorfija u odnosu na *M. longifolia*.

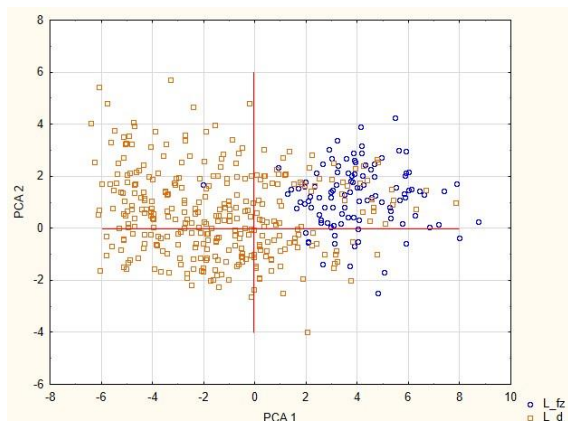


Slika 64. Pozicije jedinki vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti u odnosu na morfometrijske karaktere cveta

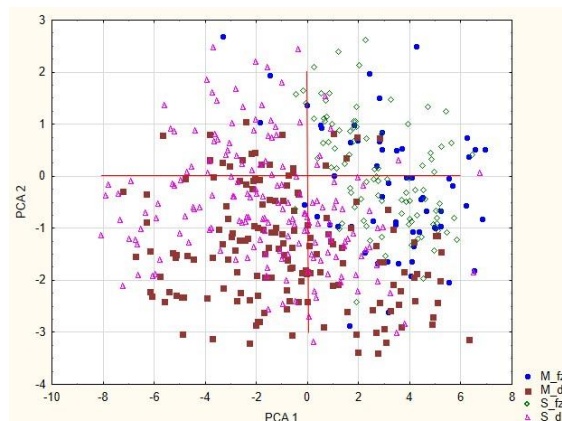


Slika 65. Pozicije jedinki vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na morfometrijske karaktere generativnog regiona u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti, ali prema funkciji cveta

Potvrda činjenice da kod analiziranih vrsta postoji uspostavljen i ustaljen obrazac varijabilnosti u generativnom regionu pokazan je i analizom u slučaju kada se posmatraju različito funkcionalni cvetovi kod različitih vrsta. Tako se unutar vrste *M. longifolia* on znatno jače odražava u odnosu na funkciju cveta, pa nalikuje na definisanje različitih setova karaktera za odgovarajući tip cveta (Sl. 66). Unutar kompleksa verovatno srodnih vrsta *M. microphylla* i *M. spicata*, ovaj obrazac takođe postoji, ali je prisutna varijabilnost znatno veća (Sl. 67).



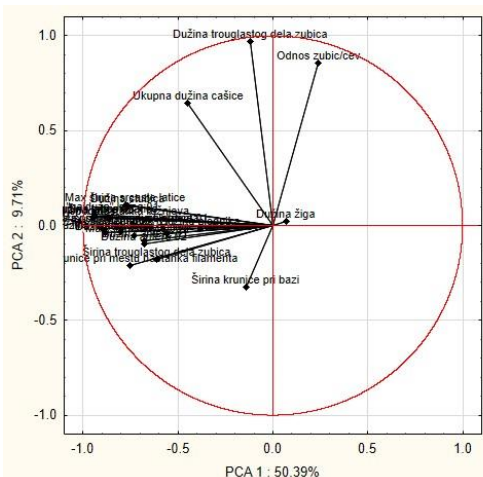
Slika 66. Pozicije jedinki vrste *M. longifolia* u odnosu na morfometrijske karaktere generativnog regiona i funkciju cveta u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti



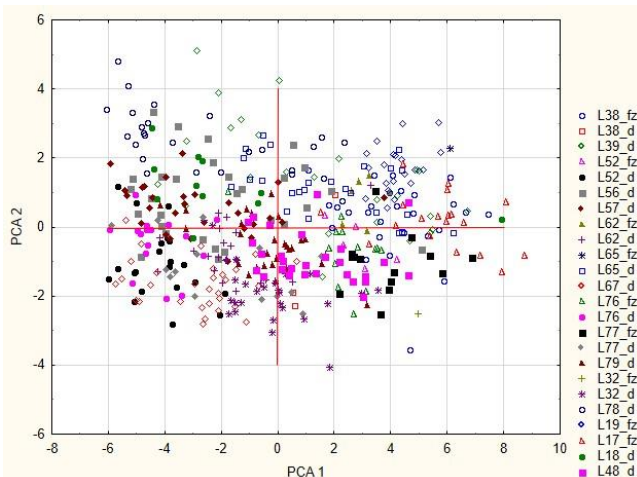
Slika 67. Pozicije jedinki vrsta *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu morfometrijske karaktere i funkciju cveta u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti

### 5.2.2.5 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cvet) vrste *M. longifolia*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera generativnog regiona vrste *M. longifolia* urađena je na ukupno 456 jedinki iz 17 populacija. Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku u odnosu na funkcionalnost cveta. tj. na 347 dvopolnih i 109 funkcionalno ženskih cvetova. PCA analiza morfometrijskih karaktera generativnog regiona populacija vrste *M. longifolia* pokazuje da ukupnoj varijabilnosti uzorka u najvećoj meri doprinose tri prepoznatljiva karaktera na čašici (dužina trouglastog dela zubića, odnos dužine zubića i cevi čašice i ukupna dužina čašice), kao i nekoliko dimenzija krunice (maksimalna dužina srcaste latice i dužine obe bočne i „najduže” latice), ako se zanemari varijabilnost u dužini filamenata i prašnika jer oni nesumnjivo odvajaju različite tipove cvetova (Sl. 68). Varijabilnost ovih karaktera je veoma izražena kod vrste *M. longifolia*, iako su populacije u odnosu na set odabranih karaktera manje više uniformne (Sl. 69).



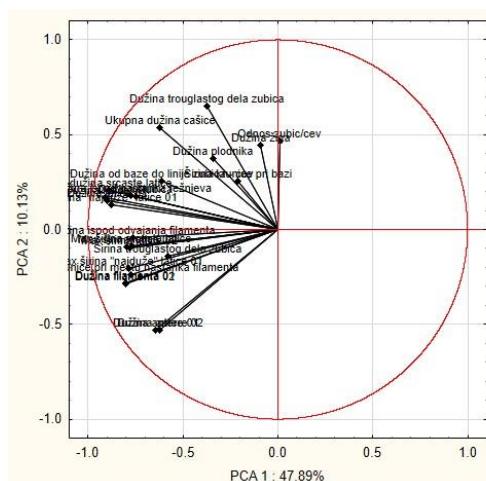
Slika 68. Nivoi opterećenja karaktera koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti vrste *M. longifolia* u odnosu na morfometrijske karaktere cveta



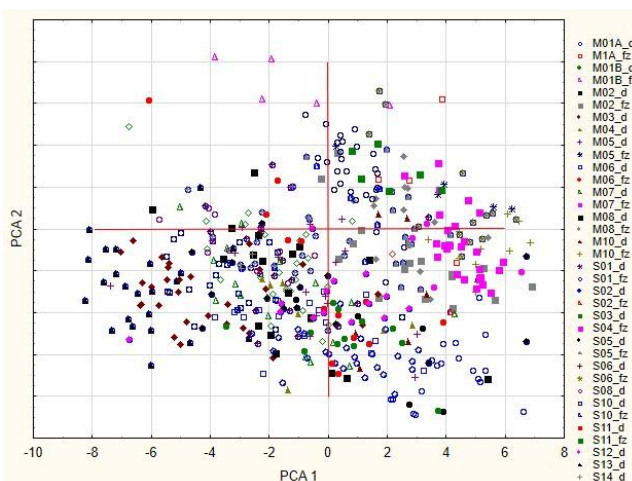
Slika 69. Pozicije jedinki populacija vrste *M. longifolia* u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti u odnosu na morfometrijske karaktere cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

### 5.2.2.6 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cvet) varijabilnog para vrsta *M. microphylla* i *M. spicata*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera generativnog regiona dve analizirane vrste urađena je na 533 jedinke (cvetova) iz 21 populacije (*M. microphylla* – 249 jedinki, 9 populacija, *M. spicata* – 284 jedinke, 12 populacija). Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku u odnosu na funkcionalnost cveta. Sa tim u vezi, analizirano je 180 i 189 dvopolnih, odnosno 69 i 95 funkcionalno ženskih cvetova kod *M. microphylla* i *M. spicata* pojedinačno. PCA analiza morfometrijskih karaktera generativnog regiona populacija vrsta *M. microphylla* i *M. spicata* pokazuje da ukupnoj varijabilnosti uzorka u najvećoj meri doprinose dva prepoznatljiva karaktera na čašici (dužina trouglastog dela zubića i ukupna dužina čašice), kao i nekoliko dimenzija krunice (maksimalna dužina i širina srcaste latice, dužine i maksimalne širine obe bočne i „najduže” latice, širina krunice na mestu nastanka filamenata i dužina krunice ispod nastanka režnjeva), a u manjoj meri izdvaja se i dužina stubića, ako se zanemari varijabilnost opisana od strane karaktera: dužina filamenata i antera, na osnovu kojih se odmah nesumnjivo odvajaju tipove cvetova prema funkcionalnosti (Sl. 70). Varijabilnost svih ovih karaktera je veoma izražena kod vrsta *M. microphylla* i *M. spicata*, iako su populacije u odnosu na njih manje više uniformne (Sl. 71).



Slika 70. Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera cveta koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar vrsta *M. microphylla* i *M. spicata*

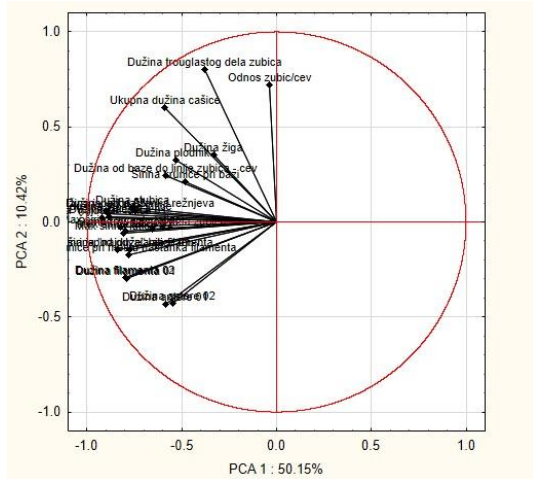


Slika 71. Pozicije jedinki populacija vrsta *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na morfometrijske karaktere funkciju cveta u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

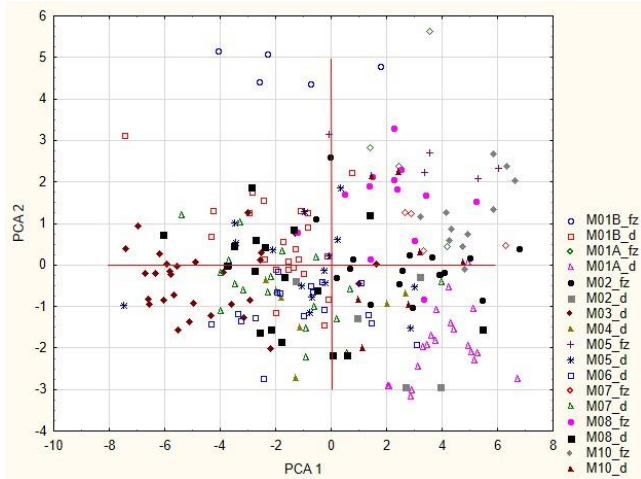
### 5.2.2.7 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cvet) vrste *M. microphylla*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera generativnog regiona vrste *M. microphylla* urađena je na 249 jedinki (cvetova) iz devet populacija. Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku u odnosu na funkcionalnost cveta, tj. na 180 dvopolnih i 69 funkcionalno ženskih cvetova. PCA analiza morfometrijskih karaktera generativnog regiona populacija vrste *M. microphylla* pokazuje da ukupnoj varijabilnosti uzorka u najvećoj meri doprinose tri prepoznatljiva karaktera na čašici (dužina trouglastog dela zubića, ukupna dužina čašice i odnos dužina trouglastog dela zubića i cevi čašice), kao i nekoliko dimenzija krunice (maksimalna dužina i širina srcaste latice, dužine i maksimalne širine obe bočne i „najduže”

latice), ako se zanemari varijabilnost koju nose dužina filamenata i antera (Sl. 72). Poslednja dva karaktera nesumnjivo odmah odvajaju različite tipove cvetova prema funkcionalnosti. Varijabilnost svih ovih karaktera je veoma izražena, kao i u prethodnim analizama kod vrste *M. microphylla*, iako su populacije u odnosu na njih manje više uniformne (Sl. 73).



Slika 72. Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera cveta koji najviše doprinose definisanju varijabilnosti unutar vrste *M. microphylla*



Slika 73. Pozicije jedinki populacija vrste *M. microphylla* u odnosu na morfometrijske karaktere i funkciju cveta u prostoru prve dve glavne ose analize glavnih komponenti; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

### 5.2.2.8 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cvet) vrste *M. spicata*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera generativnog regiona vrste *M. spicata* urađena je na 284 jedinke (cvetova) iz 12 populacija. Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku u odnosu na funkcionalnost cveta, pri čemu je bilo 189 dvopolnih i 95 funkcionalno ženskih cvetova. PCA analiza morfometrijskih karaktera generativnog regiona populacija vrste *M. spicata* pokazuje da ukupnoj varijabilnosti uzorka u najvećoj meri doprinose dva prepoznatljiva karaktera na čašici (ukupna dužina čašice i dužina cevi čašice), kao i nekoliko dimenzija krunice (maksimalna dužina srcaste latice i dužine obe bočne i „najduže” latice, kao i dužina krunice ispod nastanka režnjeva), a u većoj meri izdvaja se i dužina žiga, ako se zanemari varijabilnost koju nose dužine filamenata i antera, koje nesumnjivo odmah odvajaju različite tipove cvetova prema funkcionalnosti (Sl. 74). Međutim, u poređenju sa prethodnim PCA analizama cveta ukupnog uzorka (Tab. 38, Sl. 63) i pojedinačnih uzoraka druge dve vrste (Sl. 68 i 72), ovde su ovi karakteri najmanje efektivni u ukupnom skoru varijabilnog seta karaktera, što se vidi i po smanjenoj vrednosti ukupne varijabilnosti opisane prvom PCA osom, kao i u slučaju uzorka u kome su zajedno posmatrane vrste *M. spicata* i *M. microphylla*. Varijabilnost svih ovih karaktera je veoma izražena kod vrste *M. spicata*, iako su populacije u odnosu na njih manje više uniformne (Sl. 75).



Tabela 39. Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera cveta i brakteje vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na prve dve diskriminantne ose; N=597, svi cvetovi bez obzira na funkciju

Karakter	CDA 1	CDA 2
Odnos dužina zubić/cev čašice	1,00502	-0,398284
Širina krunice pri bazi	-0,26532	-0,030350
Dužina stubića	0,35227	0,351075
Dužina plodnika	-0,35186	-0,394691
Dužina cele brakteje	0,45840	-0,176403
Širina brakteje u bazi	-0,38247	-0,180847
Širina trouglastog dela zubića čašice	0,11260	<b>0,549609</b>
Dužina filamenta 01	<b>0,63742</b>	<b>-0,753417</b>
Dužina antere 01	-0,30903	-0,013629
Širina krunice pri mestu nastanka filamenta	-0,23899	<b>-0,597375</b>
Dužina žiga	-0,03866	0,451268
Dužina krunice ispod odvajanja filamenta	-0,18284	<b>0,831778</b>
Dužina krunice ispod nastanka režnjeva	-0,05821	-1,005927
Maksimalna širina „najduže” latice	-0,33732	-0,013418
Maksimalna širina bočne latice 02	0,22080	0,072581
Dužina trouglastog dela zubića čašice	<b>-0,60374</b>	0,520875
Dužina od baze do linije zubića – cev čašice	0,44498	-0,087375
Dužina antere 02	-0,06946	<b>0,663685</b>
Maksimalna širina srcaste latice	0,22223	-0,135577
Dužina „najduže” latice	0,09988	0,361648
Maksimalna dužina srcaste latice	-0,24899	-0,106589
Karakteristična vrednost	0,83847	0,285123
Kumulativni procenat (%)	0,74624	1,000000

Napomena: podebljane vrednosti najviše doprinose diskriminaciji uzorka

Tabela 40. Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfometrijskih karaktera cveta, bez obzira na funkciju i brakteje vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=597 jedinki, podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,00$

Karakter	Wilks' $\lambda$	F	p
Odnos dužina zubić/cev čašice	<b>0,431543</b>	<b>5,6220</b>	<b>0,003819</b>
Širina krunice pri bazi	<b>0,434335</b>	<b>7,5152</b>	<b>0,000600</b>
Dužina stubića	<b>0,437368</b>	<b>9,5715</b>	<b>0,000081</b>
Dužina plodnika	<b>0,453538</b>	<b>20,5367</b>	<b>0,000000</b>
Dužina cele brakteje	<b>0,454639</b>	<b>21,2826</b>	<b>0,000000</b>
Širina brakteje u bazi	<b>0,451810</b>	<b>19,3649</b>	<b>0,000000</b>
Širina trouglastog dela zubića čašice	<b>0,436709</b>	<b>9,1248</b>	<b>0,000126</b>
Dužina filamenta 01	<b>0,451211</b>	<b>18,9585</b>	<b>0,000000</b>
Dužina antere 01	0,424539	0,8728	0,418316
Širina krunice pri mestu nastanka filamenta	<b>0,437445</b>	<b>9,6239</b>	<b>0,000077</b>
Dužina žiga	<b>0,438743</b>	<b>10,5043</b>	<b>0,000033</b>
Dužina krunice ispod odvajanja filamenata	<b>0,440110</b>	<b>11,4309</b>	<b>0,000014</b>
Dužina krunice ispod nastanka režnjeva	<b>0,447450</b>	<b>16,4081</b>	<b>0,000000</b>
Maksimalna širina „najduže” latice	<b>0,431531</b>	<b>5,6137</b>	<b>0,003851</b>
Maksimalna širina bočne latice 02	0,427108	2,6147	0,074059
Dužina trouglastog dela zubića čašice	0,427333	2,7670	0,063690
Dužina od baze do linije zubića – cev čašice	0,427378	2,7974	0,061798
Dužina antere 02	0,426653	2,3060	0,100586
Maksimalna širina srcaste latice	0,426385	2,1241	0,120481
Dužina „najduže” latice	0,425956	1,8334	0,160803
Maksimalna dužina srcaste latice	0,425537	1,5495	0,213239



Tabela 41. Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera dvopolnog cveta i brakteje vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na prve dve diskriminantne ose; N=367

Karakter	CDA 1	CDA 2
Odnos dužina zubić/cev čašice	<b>-0,641617</b>	<b>0,74114</b>
Dužina antere 03	0,312446	-0,25136
Prosečna dužina filamenata	<b>-0,575836</b>	0,51288
Dužina cele brakteje	<b>-0,473902</b>	0,25240
Dužina plodnika	0,324505	0,37993
Dužina žiga	-0,043883	-0,49873
Maksimalna širina „najduže” latice	<b>0,551004</b>	0,18552
Dužina trouglastog dela zubića čašice	0,317207	<b>-0,91248</b>
Širina krunice pri mestu nastanka filamenata	0,095958	<b>0,63622</b>
Dužina „najduže” latice	-0,130482	-0,21036
Širina trouglastog dela zubića čašice	-0,213018	-0,49207
Širina brakteje u bazi	0,195698	0,18010
Dužina krunice ispod odvajanja filamenata	0,287488	<b>-0,72689</b>
Dužina krunice ispod nastanka režnjeva	0,002561	1,01615
Dužina antere 01	0,257666	0,22960
Širina krunice pri bazi	0,246182	-0,05243
Dužina bočne latice 01	0,108434	-1,00486
Maksimalna širina bočne latice 02	-0,137514	0,19711
Dužina od baze do linije zubića – cev čašice	-0,331693	0,37541
Dužina bočne latice 02	<b>-0,447868</b>	0,24927
Karakteristična vrednost	0,944418	0,354401
Kumulativni procenat (%)	0,727136	1,000000

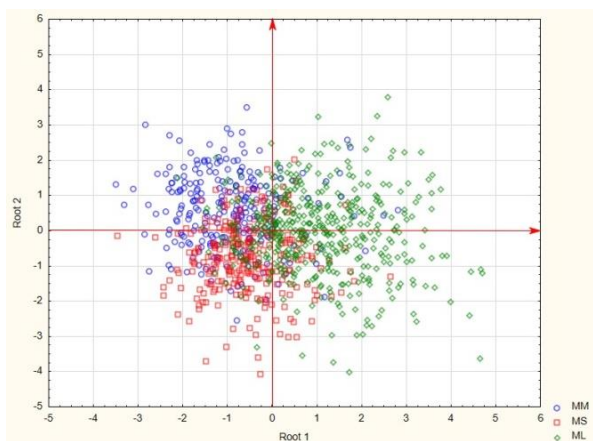
Napomena: podebljane vrednosti najviše doprinose diskriminaciji uzorka

Tabela 42. Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfometrijskih karaktera dvopolnih cvetova i brakteje sve tri vrste *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=367 jedinki, podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,00$

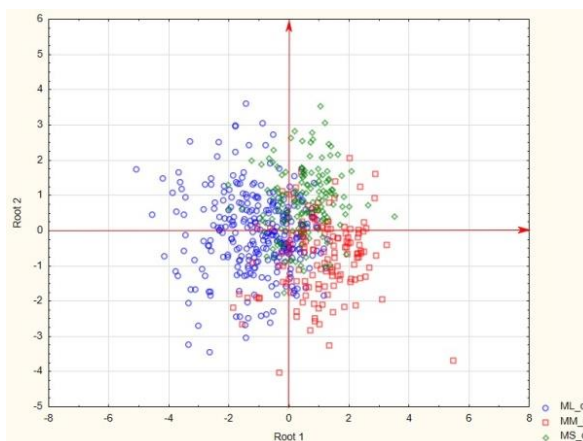
Karakter	Wilks' $\lambda$	F	p
Odnos dužine zubić/cev čašice	0,384287	2,07474	0,127153
Dužina antere 03	<b>0,388011</b>	<b>3,76653</b>	<b>0,024089</b>
Prosečna dužina filamenata	<b>0,408185</b>	<b>12,93109</b>	<b>0,000004</b>
Dužina cele brakteje	<b>0,411856</b>	<b>14,59907</b>	<b>0,000001</b>
Dužina plodnika	<b>0,403206</b>	<b>10,66934</b>	<b>0,000032</b>
Dužina žiga	<b>0,400890</b>	<b>9,61735</b>	<b>0,000086</b>
Maksimalna širina „najduže” latice	<b>0,404567</b>	<b>11,28771</b>	<b>0,000018</b>
Dužina trouglastog dela zubića čašice	0,383704	1,80980	0,165237
Širina krunice na mestu nastanka filamenata	<b>0,397293</b>	<b>7,98320</b>	<b>0,000408</b>
Dužina „najduže” latice	0,381118	0,63531	0,530389
Širina trouglastog dela zubića čašice	<b>0,398276</b>	<b>8,42978</b>	<b>0,000266</b>
Širina brakteje u bazi	<b>0,388400</b>	<b>3,94317</b>	<b>0,020267</b>
Dužina krunice ispod odvajanja filamenata	<b>0,396387</b>	<b>7,57181</b>	<b>0,000605</b>
Dužina krunice ispod nastanka režnjeva	<b>0,401377</b>	<b>9,83853</b>	<b>0,000070</b>
Dužina antere 01	0,385948	2,82924	0,060429
Širina krunice pri bazi	<b>0,387657</b>	<b>3,60568</b>	<b>0,028198</b>
Dužina bočne latice 01	0,384854	2,33247	0,098585
Maksimalna širina bočne latice 02	0,382670	1,34025	0,263139
Dužina od baze do linije zubića – cev čašice	0,383457	1,69792	0,184591
Dužina bočne latice 02	0,382651	1,33153	0,265425

Analizom pozicija jedinki na osnovu morfometrijskih karaktera svih cvetova (Sl. 76), kao i u odnosu na iste karaktere ali samo dvopolnih cvetova (Sl. 77), uviđa se da postoji diskriminacija ovih vrsta. U okviru analize svih cvetova (Sl. 76), jedinke *M. longifolia* su po CDA 1 osi odvojene u odnosu na jedinke vrsta *M. microphylla* i *M. spicata* do čijeg razdvajanja dolazi po CDA 2 osi. Na grafiku dobijenom na osnovu analize samo dvopolnih cvetova (Sl. 74) uviđa se slična situacija, sa tim da se sada *M. longifolia* nalazi u negativnom delu prve CDA ose, a *M. microphylla* i *M. spicata* u njenom pozitivnom delu, a takođe su razdvojene drugom CDA osom.

Međutim, u ukupnom uzorku odabir karaktera nije baš najadekvatniji i svodi se na: dužinu filameta, širinu trouglastog dela zubića i dužinu i širinu krunice ispod/kod odvajanja filamenata, dok se u uzorku samo dvopolnih cvetova svodi na nešto puzdanije karaktere: odnos dužina zubića i cevi čašice, prosečna dužina filameta, dužina brakteje, maksimalna širina „najduže” latice, kao i dužina i širina krunice ispod/kod odvajanja filamenata. Naime, setovi karaktera koji se koriste u diskriminaciji ovih vrsta dovode do zabune i nejasne klasifikacije, što se u priloženim analizama vidi kroz činjenicu da postoji uniforman set karaktera koji utiče na formiranje jedinstvenog jezgra jedinki u centru diskriminatorskih osa. Međutim, opterećenja karaktera koji uspešno dovode do razdvajanja, kao i vrednosti opterećenja koje nose CDA ose u oba slučaja su takva da se uzorci jasno razdvajaju i pokazuju sve osobine statusno definisanih taksona. Nesumnjiva potvrda ovakve teze da se radi o tri zasebna taksona nalazi se i u analizi *a priori* klasifikacije, gde se jasno uočava da su jedinke u značajnim procentima dobro klasifikovane u odnosu na ukupan efekat diskriminacije koji daju odabrani karakteri.



Slika 76. Pozicije jedinki vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na morfometrijske karaktere cveta i brakteje, ali bez obzira na funkciju cveta u prostoru prve dve diskriminantne ose



Slika 77. Pozicije jedinki vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na morfometrijske karaktere dvopolnih cvetova i brakteje u prostoru prve dve diskriminantne ose

Sve navedeno upućuje da je neophodno revidirati i ponovo razmotriti status taksona označenog kao „*M. microphylla*” koji je u vidu sinonima za sada uvršten u *M. spicata* subsp. *condensata*, pre svega onih populacija koja rastu u Grčkoj, ali i populacija u mediteranskom i submediteranskom regionu Balkanskog poluostrva. Kako tipski materijal ovog taksona nije izdvojen i smatra se izgubljenim za sada ne postoji mogućnost upoređivanja. Osim postojanja morfoloških razlika na vegetativnom i generativnom regionu, potrebno je analizirati da li postoje, i ako postoje, kog stepena su genetičke razlike između taksona „*M. microphylla*” i ostalih sličnih vrsta iz roda. Takođe, prilikom ovih analiza neophodno je sakupiti biljni

materijal poreklom sa Apeninskog poluostrva kako bi bilo obuhvaćen celokupan pretpostavljeni areal taksona.

U daljem tekstu dat je ključ za određivanje vrsta na osnovu morfometrijskih parametara cveta i brakteje:

**1** Odnos dužine zubića i dužine cevi čašice (0,22-) 0,54–0,81 (-1,65) mm, dužina brakteje (2,14-) 4,83–6,94 (-12,69) mm, širina krunice pri nastanku filamenata (1,18-) 2,10–2,56 (-4,24) mm, prosečna dužina filamenata (0,38-) 2,55–3,87 (-4,93) mm ***M. longifolia***

**2** Odnos dužine zubića i cevi čašice kraći, a dužina brakteje, širina krunice pri nastanku filamenata i prosečna dužina filamenata jednaki ili kraći

**2a** Odnos dužine zubića i dužine cevi čašice (0,17-) 0,42–0,56 (-0,87) mm, dužina brakteje (2,22-) 3,48–4,89 (-6,65) mm, širina krunice pri nastanku filamenata (1,41-) 2,18–2,74 (-3,48) mm, prosečna dužina filamenata (0,26-) 1,98–3,30 (-4,41) mm ***M. microphylla***

**2b** Odnos dužine zubića i dužine cevi čašice (0,30-) 0,47–0,68 (-0,97) mm, dužina brakteje (2,19-) 3,85–5,46 (-9,53) mm, širina krunice pri nastanku filamenata (1,62-) 2,38–2,76 (-3,68) mm, prosečna dužina filamenata (0,35-) 2,52–3,76 (-4,71) mm ***M. spicata***

#### **5.2.2.2.10 Analiza morfološke varijabilnosti čašice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata***

Analiza morfološke varijabilnosti čašice urađena je na celokupnom uzorku sve tri vrste, a potom i pojedinačno za svaku. Obuhvatila je ukupno 989 jedinki/cvetova iz 38 populacija (*M. longifolia* – 456 jedinki, 17 populacija, *M. microphylla* – 249 jedinki, 9 populacija, *M. spicata* – 284 jedinke, 12 populacija). Takođe, mora se napomenuti da je varijabilnost analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta (da li su dvopolni ili funkcionalno ženski) i da je svaka jedinka predstavljena jednim cvetom, tj. čašicom.

##### **5.2.2.2.10.1 Osnovni statistički parametri morfometrijskih karaktera čašice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata***

Na nivou celokupnog uzorka čašica sve tri vrste, svih pet analiziranih karaktera se nalazi u zoni niske ili umerene varijabilnosti (CV 10-30 %), pri čemu se prema najvećim vrednostima izdvajaju odnos dužine zubića i cevi, kao i dužina trouglastog dela zubića čašice (Tab. 43). Vrednosti dužine čašice ili njenih delova su pored antere najčešće mereni, a ponekad i isticani kao potencijalno korisni u diferencijaciji pojedinih taksona unutar vrsta, npr. kod *M. longifolia* (Jančić, 1984a). Poređenjem izmerenih vrednosti (Tab. 44) sa literaturnim, može se reći da se ukupan uzorak uklapa u date dimenzije čašice, odnosno zubića po Guşuleac (1960), Harley (1972, 1982) i Morales (2010). Međutim, upoređivanjem dobijenih vrednosti za pojedinačne rezultate dužine zubića čašice, dobijeni su jednaki ili niži rezultati za vrstu *M. spicata*, odnosno jednake ili veće vrednosti za vrstu *M. longifolia*. Što se tiče ukupne dužine čašice, rezultati su generalno u saglasnosti sa Harley (1972) za vrstu *M. microphylla*, iako su u ovom istraživanju izmerne kako manje, tako i veće čašice. Što se tiče vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* i njihove ukupne dužine čašice, opsezi obe vrste su u skladu sa Guşuleac (1960), Harley (1972, 1982), Jančić (1984a) i Morales (2010).

Tabela 43. Parametri osnovne statistike morfometrijskih karaktera čašice sve tri vrste *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=989

Karakter	Mean	Min.	Max.	Var.	SD	CV%
Širina trouglastog dela zubića	0,468917	0,291000	0,879000	0,006373	0,079832	17,02484
Dužina trouglastog dela zubića	0,735786	0,271000	1,555000	0,042087	0,205151	27,88191
Dužina od baze do linije zubića – cev	1,216547	0,463000	2,403000	0,040438	0,201091	16,52967
Ukupna dužina čašice	1,952333	0,831000	2,943000	0,096154	0,310088	15,88293
Odnos zubić/cev	0,616325	0,174365	1,652268	0,034113	0,184697	29,96754

Legenda: Mean – srednja vrednost, Min. – minimalna vrednost, Max. – maksimalna vrednost, Var. – vrednost varijanse, SD – standardna devijacija, CV – koeficijent varijacije, CV 10-30% narandžasta boja

Tabela 44. Raspon vrednosti dužine zubića i ukupne dužine čašice analiziranih vrsta

Karakter	<i>M. longifolia</i>	<i>M. microphylla</i>	<i>M. spicata</i>
dužina zubića čašice	(0,33)-0,66-0,95 (-1,56)	(0,27)-0,51-0,73(-1,21)	(0,30)-0,58-0,79(-1,18)
ukupna dužina čašice	(1,23)-1,80-2,20 (-2,94)	(1,27)-1,66-2,06(-2,84)	(0,83)-1,68-2,12(-2,70)

### 5.2.2.2.10.2 Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera čašice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Svi koeficijenti su statistički značajni za nivo  $p < 0,05$ , osim dužine i širine trouglastog dela zubića čašice. U slučaju čašice kao jedinstvenog sraslog organa, očekivano je da svi od merenih karaktera budu u zoni visoke korelacije, što zapravo nije bio slučaj. U okviru ostalih karaktera, izdvaja se visoka korelacija ( $r > 70\%$ ) karaktera dužina trouglastog dela zubića čašice sa ukupnom dužinom čašice, kao i sa odnosom dužine zubića i cevi čašice. Takođe, u zoni visoke korelacije su karakteri dužina cevi čašice i ukupna dužina čašice. Koeficijent korelacije koji je u umerenoj ili visokoj zoni je širina trouglastog dela zubića čašice i dužina cevi čašice, dok su svi ostali u zoni slabe korelacije ( $r = 10-30\%$ ) (Tab. 45).

Tabela 45. Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera čašice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=989, crvenom bojom su označene statistički značajne korelacije za  $p < 0,05$

Karakter	ŠTZ	DTZ	CČ	UDČ	O Z/C
ŠTZ	1,000000				
DTZ	0,055342	1,000000			
CČ	0,502229	0,165192	1,000000		
UDČ	0,362308	0,768718	0,757787	1,000000	
O Z/C	-0,211853	0,827674	-0,377373	0,302856	1,000000

Legenda: ŠTZ – Širina trouglastog dela zubića, DTZ – Dužina trouglastog dela zubića, CČ – Dužina od baze do linije zubića – cev čašice, UDČ – Ukupna dužina čašice, O Z/C – Odnos zubić/cev; Nivoi povezanosti laka povezanost (do 40%) označena sivom bojom, visoka povezanost (do 70%) označena zelenom bojom, veoma visoka povezanost (više od 70%) označeno narandžastom bojom

### 5.2.2.2.10.3 Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera čašice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Jednofaktorska analiza varijanse urađena na nivou ukupnog uzorka (N=989 jedinki/cvetova), odnosno između sve tri analizirane vrste. Prema rezultatima ANOVA-e (Tab. 46) svi morfometrijski karakteri čašice su statistički značajno različiti u ukupnom uzorku ove tri vrste, ali se oni veoma razlikuju prema F vrednostima. Među analiziranim karakterima izdvaja se jedini izvedeni karakter (odnos dužine zubića i cevi čašice) koji ima veoma visoku F vrednost, tj. veoma je varijabilan, a njega prate dužina trouglastog dela čašice, dužina cevi čašice. Ova dva karaktera su zahvaljujući statistički značajnoj varijabilnosti i najprimenljiviji

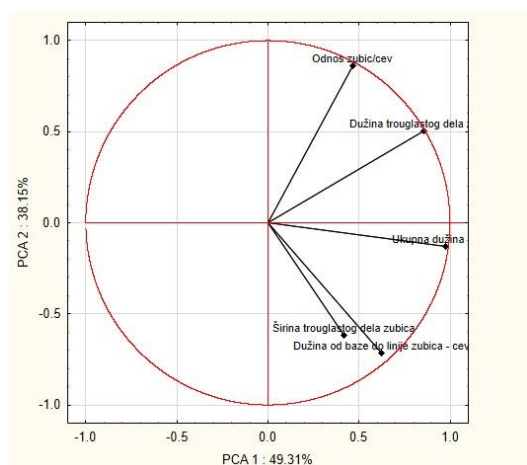
za razlikovanje ovih vrsta, iako se u postojećim ključevima ne navode kao diferencijalni, već se samo ponekad navede opseg variranja. Ostali karakteri, a posebno dužina cevi čašice se karakterišu niskom varijabilnošću u okviru ukupnog uzorka (Tab. 46).

Tabela 46. Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera čašice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=989, podebljane su statistički značajne vrednosti za  $p < 0,05$

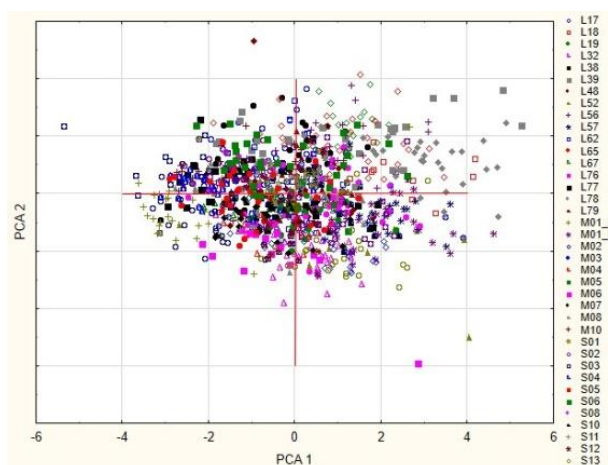
Karakter	F	p
Širina trouglastog dela zubića	<b>12,7305</b>	<b>0,000003</b>
Dužina trouglastog dela zubića	<b>94,2489</b>	<b>0,000000</b>
Dužina od baze do linije zubića – cev	<b>4,4721</b>	<b>0,011656</b>
Ukupna dužina	<b>24,9050</b>	<b>0,000000</b>
Odnos zubić/cev	<b>111,5639</b>	<b>0,000000</b>

#### 5.2.2.2.10.4 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera čašice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera čašice sve tri analizirane vrste obuhvatila je ukupno 989 jedinki (cvetova) iz 38 populacija *M. longifolia* – 456 jedinki, 17 populacija, *M. microphylla* – 249 jedinki, 9 populacija, *M. spicata* – 284 jedinke, 12 populacija). Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta (da li su dvopolni ili funkcionalno ženski). U odnosu na ukupan uzorak moguće je definisati četiri faktora, koji bi najbolje pokazali prirodu varijabilnosti analiziranih karaktera, ali su u obzir uzete samo prve dve ose čija kumulativna vrednost varijabilnosti uzorka iznosi više od 50% (Prilog, Tab. 11).



Slika 78. Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera čašice u ukupnom uzorku vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*



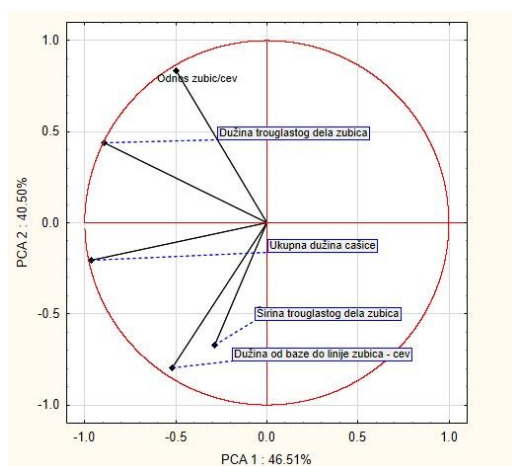
Slika 79. Pozicije jedinki populacija vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na morfometrijske karaktere čašice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

Prvu PCA osu najvećim procentom karakterišu osobine koje ukazuju na dužinu trouglastog dela zubića i ukupna dužina čašice. Ukupnoj varijabilnosti druge PCA ose najviše doprinose dužina cevi čašice, širina trouglastog dela zubića, kao i odnos dužine zubića i cevi čašice (Sl. 78). Ovaj rezultat upućuje da zbirno posmatrano, karakteri čašice imaju dva obrasca varijabilnosti u populacijama analiziranih vrsta. Sa jedne strane su populacije sa čašicama koje su generalno velike i čiji zubići su dugački, dok su sa druge strane čašice koje su generalno

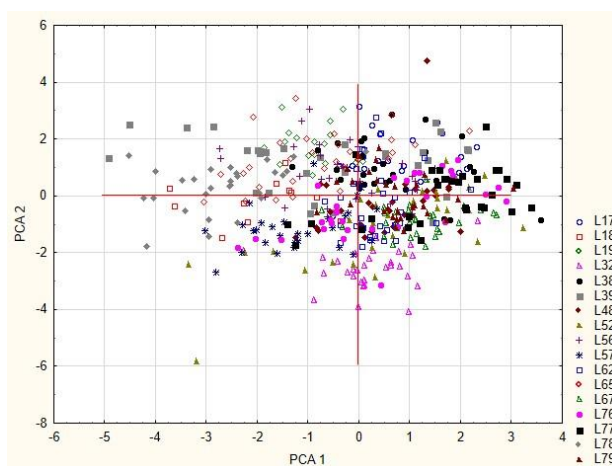
manje i čiji su zupci kraći, možda i širi nego duži. Interesantno je da sve tri analizirane vrste na isti način variraju u odnosu na navedene karaktere (Sl. 79).

#### 5.2.2.2.10.5 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera čašice vrste *M. longifolia*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera čašice vrste *M. longifolia* obuhvatila je ukupno 456 jedinki (cvetova) iz 17 populacija. Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta. Analiza karaktera koji najviše doprinose varijabilnosti, pokazala je isti rezultat kao i na nivou ukupnog uzorka, tj. da prvu PCA osu najvećim procentom karakterišu osobine koje ukazuju na dužinu trouglastog dela zubića i ukupnu dužinu čašice. Ukupnoj varijabilnosti druge PCA ose najviše doprinose dužina cevi čašice, širina trouglastog dela zubića, kao i odnos dužine zubića i cevi čašice (Sl. 80). Kao i kod ukupnog uzorka (Sl. 79), ovaj rezultat upućuje da zbirno posmatrano karakteri čašice imaju dva obrasca varijabilnosti koje populacije vrste *M. longifolia* vode u dva osnovna modela. Sa jedne strane su populacije sa čašicama koje su generalno velike i čiji zubići su dugački, dok su sa druge strane čašice koje su generalno manje i čiji su zupci kraći, možda i širi nego duži. Populacije su manje više uniformne, sa nekoliko izuzetaka. Populacije koje odstupaju iz ove uniformne grupe su: L 78, L65, 32 i 19 (Sl. 81).



Slika 80. Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera čašice u ukupnom uzorku vrste *M. longifolia*



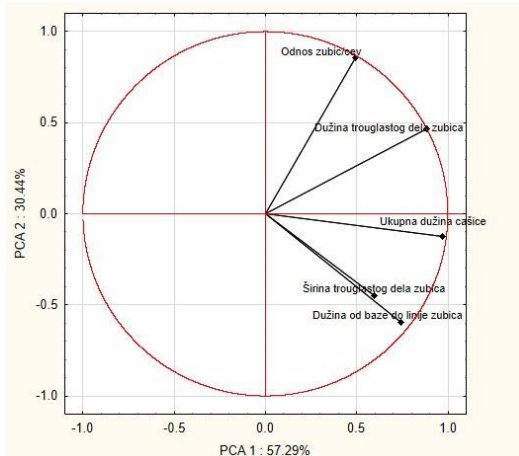
Slika 81. Pozicije jedinki populacija vrste *M. longifolia* u odnosu na morfometrijske karaktere čašice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

#### 5.2.2.2.10.6 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera čašice vrste *M. microphylla*

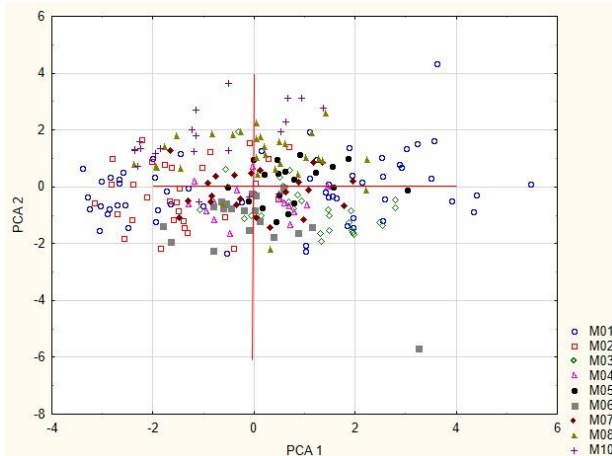
Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera čašice vrste *M. microphylla* obuhvatila je ukupno 249 jedinki iz (cvetova) iz devet populacija. Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta.

Analiza karaktera koji najviše doprinose varijabilnosti pokazala je isti rezultat kao i na nivou ukupnog uzorka, ali i uzorka vrste *M. longifolia*. I u ovom slučaju prvu PCA osu najvećim procentom karakterišu osobine koje ukazuju na dužinu trouglastog dela zubića i

ukupna dužina čašice. Ukupnoj varijabilnosti druge PCA ose najviše doprinose dužina cevi čašice, širina trouglastog dela zubića, kao i odnos dužine zubića i cevi čašice (Sl. 82). Kao i kod ukupnog uzorka i uzorka vrste *M. longifolia*, ovaj rezultat upućuje da zbirno posmatrano karakteri čašice vrste *M. microphylla* imaju dva obrasca varijabilnosti koje populacije vode u dva osnovna modela. Sa jedne strane su populacije sa čašicama koje su generalno velike i čiji zubići su dugački, dok su sa druge strane čašice koje su generalno manje i čiji su zupci kraći, možda i širi nego duži, što se poklapa sa postojanjem dva tipa cvetova u populacijama. Populacije su manje više uniformne, sa izuzetkom MM02 i MM03. (Sl. 83).



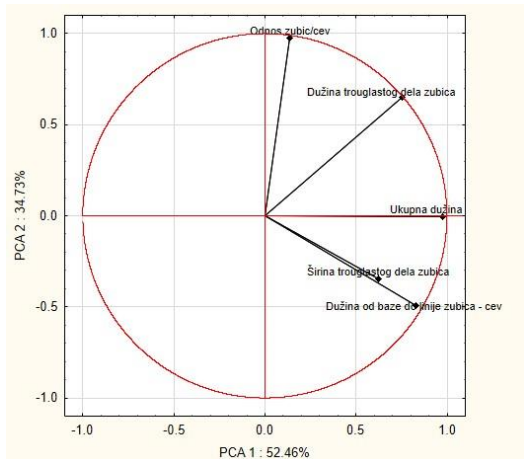
Slika 82. Nivoi opterećenja morfometrijskih karakterata čašice u ukupnom uzorku vrste *M. microphylla*



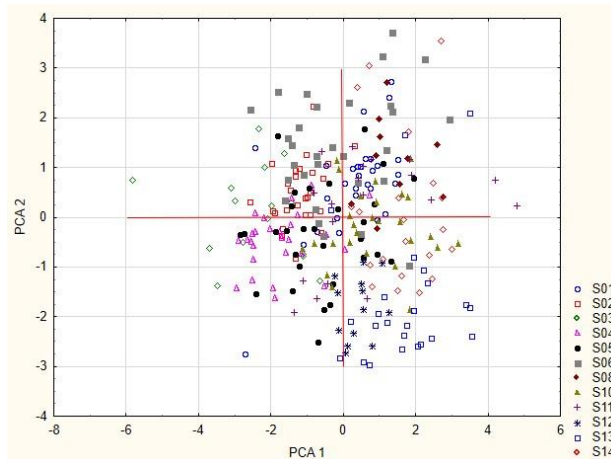
Slika 83. Pozicije jedinki populacija vrste *M. microphylla* u odnosu na morfometrijske karaktere čašice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

#### 5.2.2.2.10.7 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karakterata čašice vrste *M. spicata*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karakterata čašice sve vrste *M. spicata* obuhvatila je ukupno 284 jedinke (cvetova) iz 12 populacija. Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta. Analiza karakterata koji najviše doprinose varijabilnosti pokazala je nešto drugačiji rezultat u odnosu na dobijeni rezultat sa tri vrste analizirane zajedno, kao i na pojedinačne rezultate prethodno analizirane dve vrste. U slučaju vrste *M. spicata* karakteri koji opisuju prvu PCA osu najvećim procentom su dužina cevi i ukupna dužina čašice. Ukupnoj varijabilnosti druge PCA ose najviše doprinose dužina cevi čašice, širina trouglastog dela zubića, kao i odnos dužine zubića i cevi čašice (Sl. 84). Ipak, slično kao i kod prethodnih analiza ovaj rezultat ukazuje da i ovde postoje dva obrasca varijabilnosti karakterata čašice koje populacije vrste *M. spicata* vode u dva osnovna modela, te su sa jedne strane populacije sa čašicama koje su generalno velike i čiji zubići su dugački, dok su sa druge strane čašice koje su generalno manje i čiji su zupci kraći, možda i širi nego duži. Populacije su manje više uniformne, sa izuzetkom populacija MS12 i MS13 (Sl. 85). Takođe, u okviru ove vrste kod nekih populacija se jasno odražava bipolarni raspored koji odgovara podeli na dvopolne i funkcionalno ženske cvetove/jedinke.



Slika 84. Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera čašice u ukupnom uzorku vrste *M. spicata*



Slika 85. Pozicije jedinki populacija vrste *M. spicata* u odnosu na morfometrijske karaktere čašice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

#### 5.2.2.2.10.8 Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* na osnovu morfometrijskih karaktera čašice

Kanonijska diskriminantna analiza sve tri vrste, urađena je na ukupnom uzorku od 989 jedinki (cvetova) na čijim cvetovima su mereni morfometrijski karakteri čašice. Pojedinačno, obrađeno je 456 čašica *M. longifolia*, 249 *M. microphylla* i 284 *M. spicata*. Kao grupe za diskriminaciju korišćene su *a priori* definisane vrste. Pri analizi morfometrijskih karaktera čašice, 454, tj. 46% jedinki je bilo drugačije određeno u odnosu na predefinisane vrednosti *a priori* klasifikacije. Ovako visok procenat odstupanja klasifikovanih jedinki u odnosu na projektovani status ukazuje na postojanje velike morfološke varijabilnosti unutar istraživanih vrsta u pogledu morfometrijskih karaktera čašice i njenu statističku značajnost u odnosu na analizirane grupe (vrste) i potvrđuje da vrste nisu morfološki homogene u pogledu morfometrijskih karaktera čašice.

Morfometrijski karakteri čašice koji najviše doprinose razdvajanju *M. longifolia* u odnosu na druge dve analizirane vrste po prvoj diskriminantnoj osi (CDA 1, 95,03%) su odnos dužine zubića i cevi čašice i dužina cevi čašice. Ovo odvajanje je opisano sa veoma visokim procentom kumulativne vrednosti koju nosi prva kanonična diskriminantna osa. Po drugoj diskriminantnoj osi (CDA 2, 100%) razdvajanju dodatno doprinosi i širina trouglastog dela zubića čašice (Tab. 47). Na osnovu multifaktorske analize varijanse (MANOVA) sva tri karaktera su statistički značajna za vrednost  $p < 0,00$ , pri čemu se izdvaja odnos dužine zubića i cevi čašice (Tab. 48).



Tabela 47. Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera čašice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na prve dve diskriminantne ose; N=989 jedinki

Karakteristični karakteri čašice	CDA 1	CDA 2
Odnos dužina zubić/cev	<b>1,050318</b>	-0,252484
Širina trouglastog dela zubića	-0,214700	<b>-0,988979</b>
Dužina od baze do linije zubića – cev	<b>0,346310</b>	-0,058388
Karakteristična vrednost	0,246911	0,012921
Kumulativni procenat (%)	0,950272	1,000000

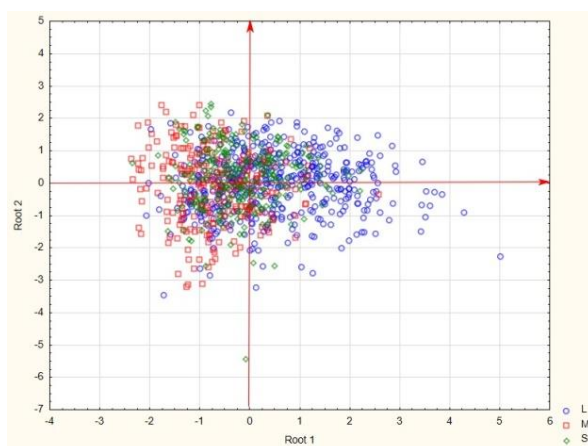
Napomena: podebljane vrednosti najviše doprinose diskriminaciji vrsta

Tabela 48. Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfometrijskih karaktera čašice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=989, podebljane su statistički značajne vrednosti za  $p < 0,00$

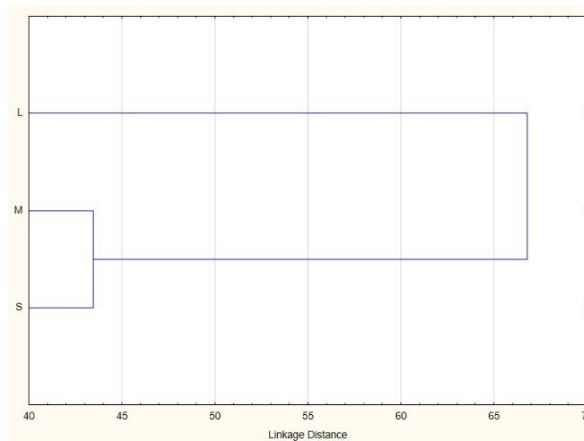
Karakteristični karakteri	Wilks' $\lambda$	F	p
Odnos zubić/cev	<b>0,974177</b>	<b>113,3608</b>	<b>0,000000</b>
Širina trouglastog dela zubića	<b>0,804862</b>	<b>8,1471</b>	<b>0,000310</b>
Dužina od baze do linije zubića čašice – cev	<b>0,804504</b>	<b>7,9245</b>	<b>0,000385</b>

Analizom pozicija jedinki analiziranih vrsta uočava se da pomenuti karakteri čašice najviše doprinose odvajanju vrste *M. longifolia* po CDA 1 osi u odnosu na jedinke vrsta *M. microphylla* i *M. spicata*, koje se grupišu zajedno u njenom negativnom regionu (Sl. 86). Ovo odvanje je još jasnije ukoliko se pogleda fenogram (Sl. 87) ove tri vrste na osnovu morfometrijskih karaktera čašice, gde se vrsta *M. longifolia* izdvaja u vidu zasebne grane čija je Euklidova distanca veoma visoka, u odnosu na vrste *M. spicata* i *M. microphylla* čije se zasebne grane karakterišu niskim Euklidovim vrednostima.

Iako se na graficima uočava odvajanje pozicija jedinki *M. longifolia*, ovi karakteri čašice se nikako ne mogu samostalno koristiti za diskriminaciju, jer se skorovi jedinki u velikoj meri preklapaju.



Slika 86. Pozicije jedinki vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere čašice



Slika 87. Fenogram tri vrste *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na morfometrijske karaktere čašice dobijen na osnovu klaster analize

U daljem tekstu dat je ključ za određivanje vrsta uz morfometrijske parametre čašice:

**1** Odnos dužine zubića i cevi čašice (0,22-) 0,55–0,83 (-1,65) mm, dužina cevi čašice (0,46-) 1,07–1,32 (-2,15) mm i širina zubića u bazi (0,31-) 0,41–0,52 (-0,76) mm

*M. longifolia*

**2** Odnos dužine zubića i cevi čašice manji, dužina cevi čašice i širina zubića u bazi jednaka ili veća

**2a** Odnos dužine zubića i cevi čašice (0,17-) 0,42–0,58 (-1,03) mm, dužina cevi čašice (0,87-) 1,12–1,36 (-2,40) mm i širina zubića u bazi (0,30-) 0,43–0,54 (-0,74) mm

*M. microphylla*

**2b** Odnos dužine zubića i cevi čašice (0,28-) 0,50–0,68 (-0,97) mm, dužina cevi čašice (0,52-) 1,05–1,33 (-1,82) mm i širina zubića u bazi (0,29-) 0,40–0,51 (-0,88) mm

*M. spicata*

#### **5.2.2.11 Analiza morfološke varijabilnosti krunice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata***

Analiza morfološke varijabilnosti krunice urađena je na sve tri vrste, kako na ukupnom uzorku od 989 jedinki iz 38 populacija, tako i pojedinačno po vrstama (*M. longifolia* – 456 jedinki, 17 populacija, *M. microphylla* – 249 jedinki, devet populacija, *M. spicata* – 284 jedinke, 12 populacija). Svaka jedinka predstavljena je jednim cvetom, odnosno jednom krunicom. Varijabilnost je analizirana na svim cvetovima bez obzira na funkciju.

##### **5.2.2.11.1 Osnovni statistički parametri morfometrijskih karaktera krunice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata***

Na nivou celokupnog uzorka sve tri vrste, primetno je da se svi analizirani karakteri nalaze u zoni smanjene ili umerene varijabilnosti (CV 10-30%) (Tab. 49).

Značajno odstupanje (CV>1.000%) zabeleženo je kod dodatnih bočnih latica (listići označeni dodatnim brojevima 04 i 05) koje se javljaju jako retko u cvetovima i u okviru ovog istraživanja primećeni su i izmereni kod svega osam cvetova (Tab. 49). Ove latice su dodatne jer uobičajeno postoje dve bočne latice, jedna srcasta i jedna uska i izdvojena kao „najduža” latica. Krunica nije često meren deo kod biljaka roda *Mentha* iz dva razloga. Najpre, ne očekuje se da postoje značajne razlike među kritičnim taksonima, a dodatno je i veoma sitna i zatvorena čašicom, te zahteva dodatni napor i vreme za analizu. Stoga, nema ni mnogo referentnih vrednosti sa kojima bi se dobijeni rezultati mogli porediti. Ipak, Morales i sar. (2010) u Flori Iberijskog poluostrva daju uopštene vrednosti za ukupnu dužinu krunice i za režnjeve krunice (bez navoda o kom režnju se radi) za *M. longifolia* (3,00–3,50 mm; 1,50–1,80 mm) i *M. spicata* (2,50–4,00 mm; 1,00–1,80 mm). Na osnovu generalnog uzorka, dobijeni rezultati su saglasni sa njima ili veći. Takođe, uvidom u pojedinačne rezultate za dve vrste, *M. longifolia* i *M. spicata*, evidentno je da su ukupne izmerene dužine krunice gotovo dva puta duže u odnosu na Morales i sar. (2010), a interesantno je da dobijena prosečna dužina režnjeva krunice obe vrste odstupa, tj. dobijene najniže vrednosti za obe vrste (Tab. 50) su kod Morales i sar. (2010) maksimalne.

Tabela 49. Parametri osnovne statistike morfometrijskih karaktera krunice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=989

Karakter	Mean	Min.	Max.	Var.	SD	CV%
ŠKB	1,289223	0,129000	2,295000	0,057187	0,239137	18,549
ŠKF	2,284430	1,184000	4,241000	0,187630	0,433163	18,962
DKF	1,259929	0,365000	2,297000	0,099660	0,315690	25,056
DKR	1,846253	0,763000	3,008000	0,134044	0,366120	19,830
max. DSR	3,186917	0,000000	4,785000	0,330327	0,574741	18,034
max. ŠSR	1,223502	0,000000	2,416000	0,054043	0,232472	19,001
DNR	3,256943	0,000000	4,971000	0,624840	0,790468	24,270
max. ŠNR	0,896155	0,000000	1,480000	0,049065	0,221505	24,717
DBR 01	3,142018	1,152000	4,664000	0,266314	0,516056	16,424
max. DBR 01	0,949367	0,132000	1,500000	0,027730	0,166525	17,541
DR 02	3,141991	0,000000	4,588000	0,276404	0,525741	16,733
max. ŠR 02	0,944627	0,000000	1,937000	0,027362	0,165415	17,511
DBR 04*	0,025470	0,000000	3,941000	0,081267	0,285075	1119,249
max. ŠBR 04*	0,006583	0,000000	1,010000	0,005473	0,073983	1123,779
DBR 05*	0,025140	0,000000	4,117000	0,079592	0,282121	1122,220
max. ŠBR 05*	0,006519	0,000000	1,045000	0,005512	0,074239	1138,868

Legenda: ŠKB – širina krunice pri bazi, ŠKF – širina krunice pri nastanku filamenata, DKF – dužina krunice ispod odvajanja filamenata, DKR – dužina krunice ispod odvajanja reznjeva, max. – maksimalna, DSR – dužina srcastog reznja krunice, ŠSR – širina srcastog reznja krunice, DNR – dužina „najdužeg reznja” krunice, ŠNR – širina „najdužeg” reznja krunice, DBR 01 – dužina bočnog reznja 01, ŠR – širina bočnog reznja 01, DR 02 – dužina bočnog reznja 02, ŠR 02 – širina bočnog reznja 02, DBR 04 – dužina bočnog reznja 04, ŠBR 04 – širina bočnog reznja 04, DBR 05 – dužina bočnog reznja 05, ŠBR 05 – širina bočnog reznja 05; Mean – srednja vrednost, Min. – minimalna vrednost, Max. – maksimalna vrednost, Var. – vrednost varijanse, SD – standardna devijacija, CV koeficijent varijacije, CV 10-30% narandžasta boja, \*karakter se veoma retko javlja na materijalu i meren je na 8 cvetova (6 dvopolnih i 2 funkcionalno ženska)

Tabela 50. Raspon vrednosti dužine cele krunice i dužina reznjeva analiziranih vrsta

Karakter (min.–max.) mm	<i>M. longifolia</i>	<i>M. microphylla</i>	<i>M. spicata</i>
Dužina cele krunice	2,89–6,81	2,82–7,25	3,42–7,38
Dužina reznjeva krunice	1,87–4,44	1,82–4,75	1,92–4,42

Napomena: u obzir su uzete prosečne vrednosti dužine svih reznjeva, koja je potom sabrana sa dužinom krunice do reznjeva te je tako dobijen raspon dužine cele krunice

### 5.2.2.11.2 Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera krunice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Iako je očekivano da svi mereni parametri krunice budu međusobno izuzetno visoko korelisani jer predstavljaju delove jednog sraslog organa i svi se razvijaju zajednički iz nekoliko ćelija, to nije bio slučaj, tj. izuzetak predstavlja širina krunice u bazi, što je karakter koji je slabo korelisani sa svim ostalim analiziranim karakterima, a dve vrednosti ne pokazuju statističku značajnost za vrednost  $p < 0,00$ . Takođe, u istoj zoni korelacije nalaze se maksimalna širina srcaste latice i dužina i širina „najduže” latice. Većina ostalih karaktera je u zoni visoke korelacije (do 70%). U zoni veoma visoke korelacije (iznad 70%) nalaze se dužina i širina „najduže” latice, dužina i širina bočne latice 02, dužina i širina bočne latice 01, kao i dužina bočne latice 01 i dužina bočne latice 02. Dodatno, visok nivo korelacije pokazuje maksimalna dužina srcaste latice sa svojom širinom, ali i sa dužinama obe bočne latice. (Tab. 51).

Tabela 51. Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera krunice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=989, crvenom bojom su označene statistički značajne korelacije za  $p < 0,05$

Karakter	ŠKB	ŠKF	DKF	DKR	max. DSR	max. ŠSR	DNR	max. ŠNR	DR 01	max. ŠR 01	DR 02	max. ŠR 02
ŠKB	1,000000											
ŠKF	<b>0,235407</b>	1,000000										
DKF	<b>0,073939</b>	<b>0,678033</b>	1,000000									
DKR	0,041576	<b>0,526620</b>	<b>0,773118</b>	1,000000								
max. DSR	<b>0,081974</b>	0,496281	<b>0,697397</b>	<b>0,743993</b>	1,000000							
max. ŠSR	<b>0,108897</b>	<b>0,505304</b>	<b>0,459498</b>	<b>0,501798</b>	<b>0,743057</b>	1,000000						
DNR	0,036145	<b>0,501421</b>	<b>0,584454</b>	<b>0,650741</b>	<b>0,586742</b>	<b>0,390169</b>	1,000000					
max. ŠNR	<b>0,082877</b>	<b>0,539649</b>	<b>0,420906</b>	<b>0,434348</b>	<b>0,404536</b>	<b>0,396414</b>	<b>0,818431</b>	1,000000				
DR 01	<b>0,071167</b>	<b>0,584362</b>	<b>0,779573</b>	<b>0,861610</b>	<b>0,832733</b>	<b>0,593049</b>	<b>0,663432</b>	<b>0,460555</b>	1,000000			
max. ŠR 01	<b>0,090059</b>	<b>0,612151</b>	<b>0,545083</b>	<b>0,585726</b>	<b>0,586681</b>	<b>0,612346</b>	<b>0,435492</b>	<b>0,488066</b>	<b>0,698665</b>	1,000000		
DR 02	<b>0,090986</b>	<b>0,580783</b>	<b>0,769336</b>	<b>0,842822</b>	<b>0,815860</b>	<b>0,574971</b>	<b>0,648933</b>	<b>0,448518</b>	<b>0,940279</b>	<b>0,665545</b>	1,000000	
max. ŠR 02	<b>0,111748</b>	<b>0,570763</b>	<b>0,514446</b>	<b>0,544572</b>	<b>0,580483</b>	<b>0,576982</b>	<b>0,417369</b>	<b>0,454231</b>	<b>0,660447</b>	<b>0,690548</b>	<b>0,698853</b>	1,000000

Legenda: ŠKB – širina krunice pri bazi, ŠKF – širina krunice pri nastanku filamenata, DKF – dužina krunice ispod odvajanja filamenata, DKR – dužina krunice ispod odvajanja režnjeva, max. – maksimalna, DSR – dužina srcastog režnja krunice, ŠSR – širina srcastog režnja krunice, DNR – dužina „najdužeg režnja” krunice, ŠNR – širina „najdužeg” režnja krunice, DR 01 – dužina bočnog režnja 01, ŠR – širina bočnog režnja 01, DR 02 – dužina bočnog režnja 02, ŠR 02 – širina bočnog režnja 02, ŠR 03 – širina bočnog režnja 03, Nivoi povezanosti laka povezanost (do 40%) označena sivom bojom, visoka povezanost (do 70%) označena zelenom bojom, veoma visoka povezanost (više od 70%) označeno narandžastom bojom

### 5.2.2.11.3 Jednofaktorska analiza varijabilnosti (ANOVA) morfometrijskih karaktera krunice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Jednofaktorska analiza varijanse urađena na nivou ukupnog uzorka (N=989 jedinke/cveta), odnosno između sve tri analizirane vrste. Prema rezultatima ANOVA-e (Tab. 52) svi morfometrijski karakteri krunice, osim dimenzija dodatnih krunicnih listića (bočni listić 04 i 05) su statistički značajno različiti u ukupnom uzorku ove tri vrste, ali se oni generalno odlikuju veoma niskim F vrednostima, tj. smanjenom varijabilnošću, te se u suštini ne mogu koristiti za razlikovanje vrsta. Ovako smanjena varijabilnost u regionu krunice je sasvim očekivana imajući u vidu da se radi o vrlo konzervativnom delu biljke, koji se očigledno među analiziranim vrstama nije menjao jer nije bilo odgovarajućih različitih selekcionih pritisaka. Među analiziranim karakterima koji se odlikuju nešto većom varijabilnošću jesu širina krunice pri nastanku filamenata i dužina obe bočne latice.

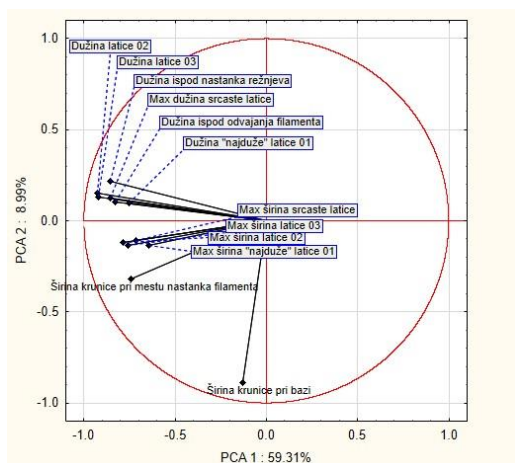
Tabela 52. Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera krunice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; podebljane su statistički značajne vrednosti za  $p < 0,05$

Karakter	F	p
Širina krunice pri bazi	<b>9,89483</b>	<b>0,000000</b>
Širina krunice pri nastanku filamenata	<b>22,62380</b>	<b>0,000000</b>
Dužina krunice ispod odvajanja filamenata	<b>18,12171</b>	<b>0,000000</b>
Dužina krunice ispod odvajanja režnjeva	<b>16,03987</b>	<b>0,000000</b>
Maksimalna dužina srcaste latice krunice	<b>12,14804</b>	<b>0,000000</b>
Maksimalna širina srcaste latice krunice	<b>8,70751</b>	<b>0,000000</b>
Dužina „najduže” latice” krunice	<b>8,50154</b>	<b>0,000000</b>
Maksimalna širina „najduže” latice krunice	<b>7,40122</b>	<b>0,000000</b>
Dužina bočne latice 01	<b>21,16245</b>	<b>0,000000</b>
Maksimalna širina bočne latice 01	<b>15,69675</b>	<b>0,000000</b>
Dužina bočne latice 02	<b>21,21486</b>	<b>0,000000</b>
Maksimalna širina bočne latice 02	<b>12,81568</b>	<b>0,000000</b>
Dužina bočne latice 04	1,14967	0,210500
Maksimalna širina bočne latice 04	1,26831	0,088381
Dužina bočne latice 05	1,13671	0,228850
Maksimalna širina bočne latice 05	1,30414	0,065697

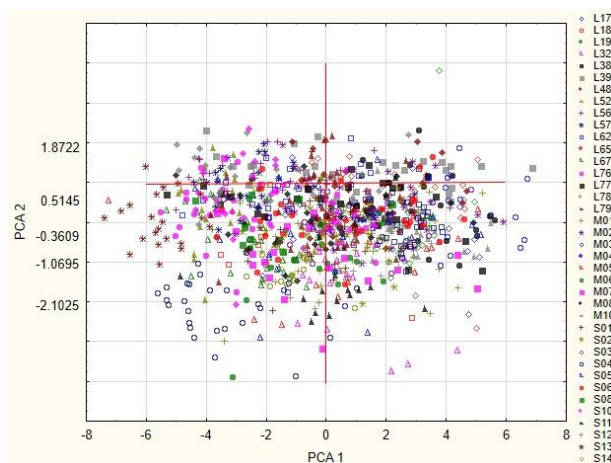
#### 5.2.2.11.4 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera krunice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera krunice sve tri analizirane vrste urađena je na 989 jedinki (cvetova) iz 38 populacija (*M. longifolia* – 456 jedinki, 17 populacija, *M. microphylla* – 249 jedinki, 9 populacija, *M. spicata* – 284 jedinke, 12 populacija). Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta. Iako je potrebno 12 faktora kako bi se najbolje pokazala priroda varijabilnosti analiziranih karaktera, uzeta su u obzir samo prva dva, čija kumulativna vrednost varijabilnosti uzorka iznosi više od 60% (Prilog, Tab. 12).

Prvu PCA osu najvećim procentom karakterišu osobine koje ukazuju na dužinu dve bočne latice, dužinu srcaste latice, kao i dužine krunice ispod odvajanja filamenata i ispod odvajanja režnjeva. Ukupnoj varijabilnosti druge PCA ose najviše doprinose širina krunice pri bazi i pri mestu nastanka filamenata (Sl. 88). Zbirno posmatrano, ovaj rezultat ukazuje na postojanje dva veoma jasna obrasca varijabilnosti krunice koji diktiraju opštu varijabilnost sve tri analizirane vrste. Uprkos istom obrascu variranja, ipak postoji izraženo odstupanje pojedinih populacija u vidu značajnog „iskakanja” pojedinih jedinki u odnosu na njenu grupu (Sl. 89).



Slika 88. Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera krunice u ukupnom uzorku vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

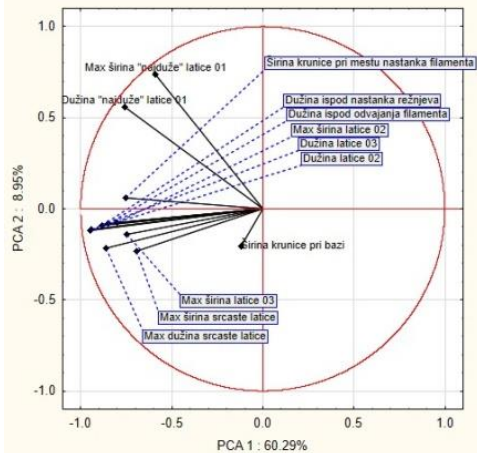


Slika 89. Pozicije jedinki populacija vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na morfometrijske karaktere krunice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

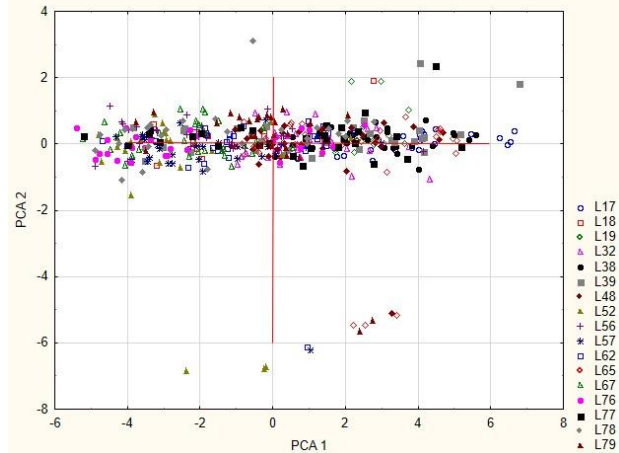
#### 5.2.2.11.5 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera krunice vrste *M. longifolia*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera krunice vrste *M. longifolia* urađena je na 456 jedinki (cvetova) iz 17 populacija. Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta (da li su dvopolni ili funkcionalno ženski). Prvu PCA osu najvećim procentom karakterišu osobine koje ukazuju na dužinu dve bočne latice, maksimalnu širinu bočne latice 01, dužinu srcaste latice, kao i dužine krunice ispod odvajanja filamenata i ispod odvajanja režnjeva. Ukupnoj varijabilnosti druge PCA ose najviše doprinose širina krunice pri bazi i maksimalna dužina srcaste latice, kao i dimenzije

„najduže” latice (Sl. 90), iako gotovo da u odnosu na ove karaktere nema različitog obrasca varijabilnosti, osim pojedinačnih odstupanja. Slično kao i kod ukupnog uzorka, ovaj rezultat upućuje da zbirno posmatrano, karakteri krunice na isti način variraju bez većih odstupanja. Ipak, veća vrednost karakterističnog vektora prve ose pokazuje da, u odnosu na ostale vrste, ovi karakteri u značajnijoj meri doprinose definisanju obrasca varijabilnosti krunice *M. longifolia* (Sl. 91).



Slika 90. Nivoi opterećenja morfometrijskih karakterata krunice u ukupnom uzorku vrste *M. longifolia*

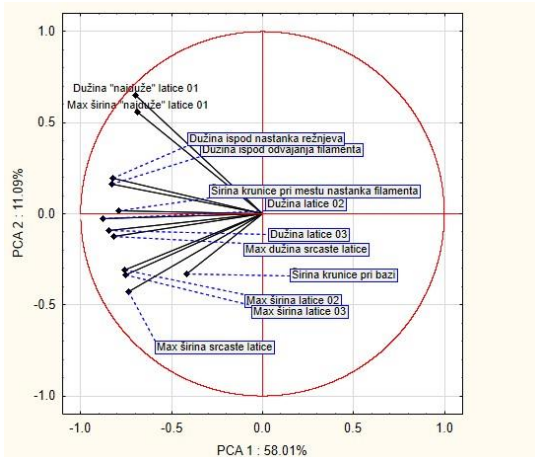


Slika 91. Pozicije jedinki populacija vrste *M. longifolia* u odnosu na morfometrijske karaktere krunice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

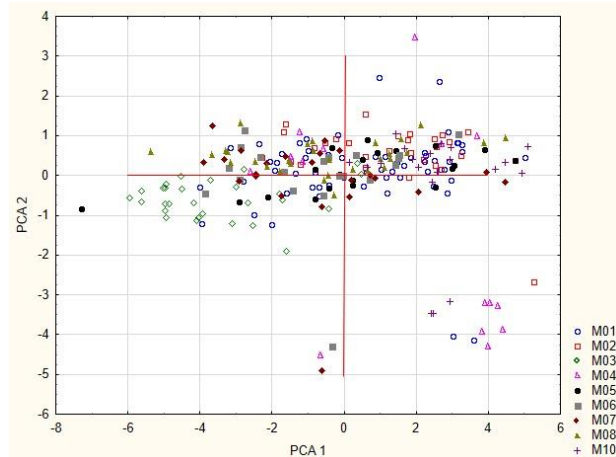
### 5.2.2.11.6 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karakterata krunice vrste *M. microphylla*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karakterata krunice sve vrste *M. microphylla* urađena je na 249 jedinki (cvetova) iz devet populacija.

Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta. Karakteri koji najviše doprinose varijabilnosti prve PCA ose su dužine dve bočne latice i srcaste latice, kao i dužine krunice ispod odvajanja filamenata i režnjeva. Ukupnoj varijabilnosti druge PCA ose najviše doprinose širina krunice pri bazi, maksimalne širine sve četiri latice, kao i dužina „najduže” latice (Sl. 92). Veća vrednost karakterističnog vektora prve ose pokazuje da ovi karakteri u značajnijoj meri doprinose definisanju obrasca varijabilnosti krunice *M. microphylla*. Međutim, za razliku od prethodnih rezultata, zbirno posmatrano, karakteri krunice nemaju jasne obrasce varijabilnosti koji diktiraju opštu varijabilnost ove vrste, nego potpuno nezavisno variraju bez većih odstupanja, osim u slučaju dela populacije MM03 (Sl. 93).



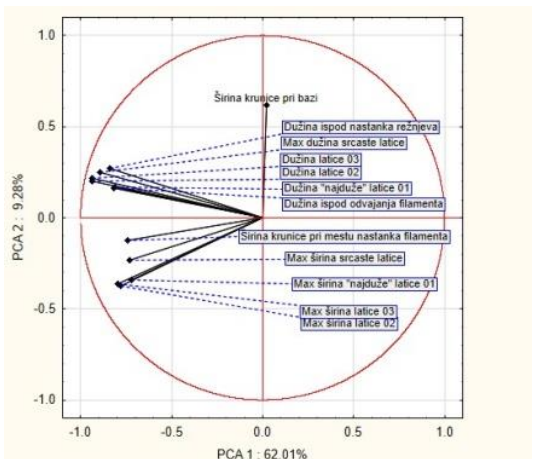
Slika 92. Nivoi opterećenja morfometrijskih karakterata krunice u ukupnom uzorku vrste *M. microphylla*



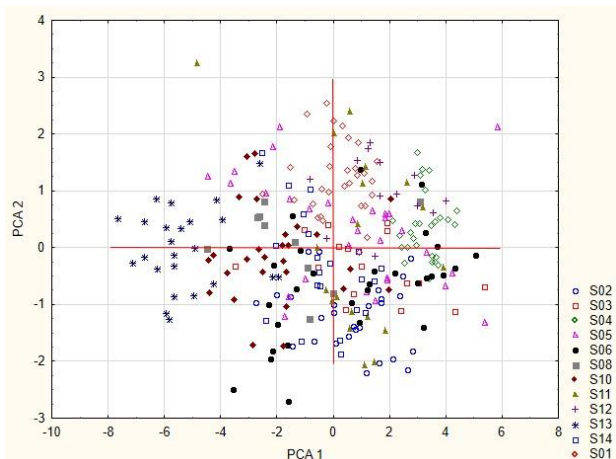
Slika 93. Pozicije jedinki populacija vrste *M. microphylla* u odnosu na morfometrijske karakterate krunice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

### 5.2.2.11.7 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karakterata krunice vrste *M. spicata*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karakterata krunice vrste *M. spicata* urađena je na 284 jedinke (cvetova) iz 12 populacija. Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta (Sl. 95). Prvu PCA osu najvećim procentom karakterišu osobine koje ukazuju na dužinu sve četiri laticice, kao i dužine krunice ispod odvajanja filamenata i ispod odvajanja režnjeva. Ukupnoj varijabilnosti druge PCA ose najviše doprinose širina krunice pri bazi i maksimalne širine dve bočne i „najduže” laticice (Sl. 94). Veća vrednost karakterističnog vektora prve ose u odnosu na prethodne analize pokazuje da ovi karakteri u značajnijoj meri doprinose definisanju obrasca varijabilnosti krunice *M. spicata*. Zbirno posmatrano, karakteri krunice imaju dva jasna obrasca varijabilnosti koji diktiraju opštu varijabilnost ove vrste i može se uočiti različitost u odnosu na oblik između uzoraka/populacija (Sl. 95).



Slika 94. Nivoi opterećenja morfometrijskih karakterata krunice u ukupnom uzorku vrste *M. spicata*



Slika 95. Pozicije jedinki populacija vrste *M. spicata* u odnosu na morfometrijske karakterate krunice u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

### 5.2.2.11.8 Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* na osnovu morfometrijskih karaktera krunice

Kanonijska diskriminantna analiza sve tri vrste, urađena je na ukupnom uzorku od 951 individua na čijim cvetovima su mereni morfometrijski karakteri krunice. Pojedinačno, obrađeno je 452 krunice *M. longifolia*, 229 krunica *M. microphylla* i 270 krunica *M. spicata*. Kao grupe za diskriminaciju korišćene su *a priori* definisane vrste. Pri analizi morfometrijskih karaktera krunice, 382, tj. 40% jedinki je bilo drugačije određeno u odnosu na predefinisane vrednosti *a priori* klasifikacije. Ovako visok procenat odstupanja klasifikovanih jedinki u odnosu na projektovani status ukazuje na postojanje velike morfološke varijabilnosti unutar istraživanih vrsta u pogledu morfometrijskih karaktera krunice i njenu statističku značajnost u odnosu na analizirane grupe (vrste) i potvrđuje da vrste nisu morfološki homogene u pogledu morfometrijskih karaktera krunice. U poređenju sa vrednostima čašice rezultat je nešto manji. Morfometrijski karakteri krunice koji najviše doprinose razdvajanju vrsta po prvoj diskriminantnoj osi (CDA 1, 73,99%) su dužina krunice ispod odvajanja filamenata, širina krunice pri bazi i dužina bočne latice 01. Odvajanju po drugoj diskriminantnoj osi (CDA 2, 100%) dodatno doprinose dužina krunice ispod nastanka režnjeva i filamenata, kao i dužina „najduže” latice (Tab. 53). Ovo odvajanje je opisano sa veoma visokim procentom kumulativne vrednosti koju nosi prva kanonična diskriminantna osa, ali dužina bočne latice 01 na osnovu multifaktorske analize varijanse (MANOVA) nije statistički značajan karakter za vrednost  $p < 0,00$  (Tab. 54).

Tabela 53. Vrednosti opterećenja morfometrijskih karaktera krunice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na prve dve diskriminantne; N=951 jedinka

Karakter krunice	CDA 1	CDA 2
Širina krunice pri bazi	<b>-0,705838</b>	-0,14854
Širina krunice pri mestu nastanka filamena	-0,231074	-0,83649
Dužina ispod odvajanja filamena	<b>-0,860610</b>	<b>1,25049</b>
Dužina ispod nastanka režnjeva	0,168765	<b>-1,43974</b>
Maksimalna dužina srcaste latice	0,007321	-0,95800
Maksimalna širina srcaste latice	0,436522	0,08498
Dužina „najduže” latice	0,051309	<b>1,65706</b>
Maksimalna širina „najduže” latice	-0,450324	0,06517
Dužina bočne latice 01	<b>0,547674</b>	0,13570
Maksimalna širina bočne latice 01	-0,131567	0,07194
Dužina bočne latice 02	0,366703	-0,40068
Maksimalna širina bočne latice 02	0,154706	0,17202
Karakteristična vrednost	0,287516	0,10107
Kumulativni procenat (%)	0,739898	1,00000

Napomena: podebljane vrednosti najviše doprinose diskriminaciji uzorka

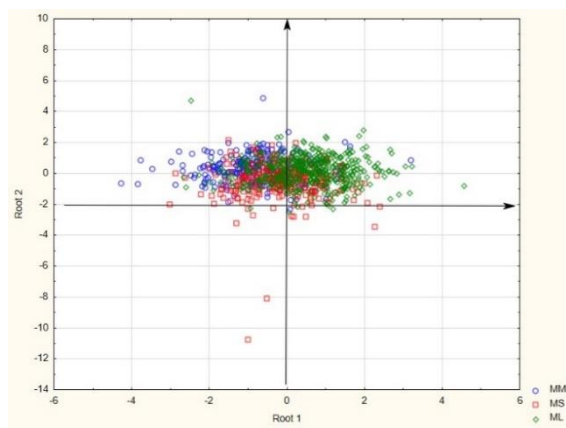
Analizom pozicija jedinki analiziranih vrsta u prostoru prve dve diskriminantne ose nije moguće jasno razdvojiti date vrste, što je sa jedne strane očekivano, s obzirom da je ovaj deo cveta kod većine vrsta ovoga roda sličan, verovatno usled istih oprašivača, kao i usled prašnika koji su istureni van cveta, pa nema ni specijalizacije datog dela cveta. Ipak, ako se analizira grafik primetno je da dolazi do odvajanja jedinki vrste *M. longifolia* u odnosu na jedinke vrsta *M. microphylla*, po CDA 1 osi. Jedinke vrste *M. spicata* se gotovo ravnomerno grupišu u oba pravca, kako u negativnom delu CDA 1 ose ka jedinkama vrste *M. microphylla*, tako i ka pozitivnom delu, odnosno ka vrsti *M. longifolia* (Sl. 96). Međutim, ukoliko se pogleda fenogram ove tri vrste dobijen na osnovu morfometrijskih karaktera krunice (Sl. 97), primetno



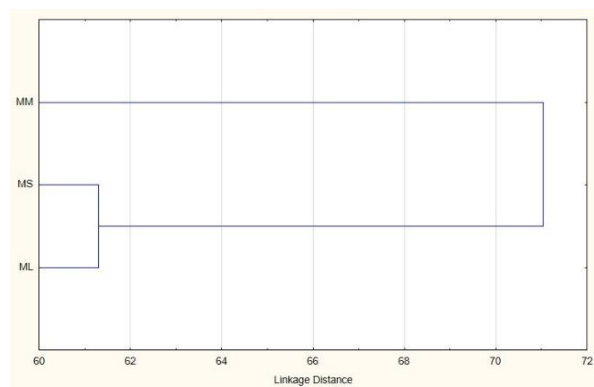
je odvajanje *M. microphylla* u vidu zasebne grane čija je Euklidova distanca veoma visoka, u odnosu na *M. longifolia* i *M. spicata* čije se zasebne grane karakterišu niskim Euklidovim vrednostima i međusobno su izdvojene kao sličnije u odnosu na veličinu cevi krunice.

Tabela 54. Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) morfometrijskih karaktera krunice vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=951 jedinka, podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,00$

Karakter	Wilks' $\lambda$	F	p
Širina krunice pri bazi	<b>0,786851</b>	<b>54,10180</b>	<b>0,000000</b>
Širina krunice pri mestu nastanka filameta	<b>0,725082</b>	<b>13,07656</b>	<b>0,000003</b>
Dužina krunice ispod odvajanja filameta	<b>0,759948</b>	<b>36,23379</b>	<b>0,000000</b>
Dužina krunice ispod nastanka režnjeva	<b>0,735132</b>	<b>19,75147</b>	<b>0,000000</b>
Maksimalna dužina srcaste latice	0,708217	1,87532	0,153881
Maksimalna širina srcaste latice	<b>0,716938</b>	<b>7,66792</b>	<b>0,000498</b>
Dužina „najduže“ latice	<b>0,720846</b>	<b>10,26286</b>	<b>0,000039</b>
Maksimalna širina „najduže“ latice	<b>0,716573</b>	<b>7,42492</b>	<b>0,000632</b>
Dužina bočne latice 01	0,707813	1,60702	0,201037
Maksimalna širina bočne latice	0,706357	0,63976	0,527651
Dužina bočne latice 02	0,706938	1,02601	0,358836
Maksimalna širina bočne latice 02	0,707377	1,31732	0,268347



Slika 96. Pozicije svih jedinki vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u prostoru prve dve diskriminantne ose u odnosu na morfometrijske karaktere krunice



Slika 97. Fenogram vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na morfometrijske karaktere krunice dobijen na osnovu klaster analize

Iako se na grafiku (Sl. 93) uočava blago odvajanje pozicija jedinki *M. longifolia* i *M. spicata* u odnosu na *M. microphylla*, ovi karakteri krunice se nikako ne mogu samostalno koristiti za diskriminaciju, jer se veliki broj jedinki ove tri vrste meša u centralnom delu koordinatnog sistema obe diskriminantne ose.

U daljem tekstu dat je ključ za određivanje vrsta uz morfometrijske parametre krunice:

- 1** Širina krunice u bazi 0,79–2,30 mm, dužina „najduže“ latice 2,18–4,97 mm *M. microphylla*
- 2** Širina krunice u bazi manja, dužina „najduže“ latice veća
  - 2a** Širina krunice u bazi 0,78–2,10 mm, dužina „najduže“ latice 0,65–4,61 mm *M. spicata*
  - 2b** Širina krunice u bazi 0,13–2,10 mm, dužina „najduže“ latice 2,16–4,59 mm *M. longifolia*

### 5.2.2.12 Analiza morfološke varijabilnosti prašnika vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Analiza morfološke varijabilnosti prašnika urađena je na sve tri vrste i obuhvatila je parametre osnovne statistike, koeficijente korelacije morfometrijskih karakteristika prašnika, jednofaktorsku analizu varijanse (ANOVA), analizu glavnih komponenti (PCA) na ukupnom uzorku i uzorcima pojedinačnih vrsta i kanoničnu diskriminantnu analizu (CDA). U svim analizama sem u CDA posmatrani su svi cvetovi, nezavisno da li su dvopolni ili funkcionalno ženski, dok su u CDA uključene samo izmerene prosečne vrednosti prašnika dvopolnih cvetova. Svaka jedinka predstavljena je jednim cvetom. Uzorak je varirao u zavisnosti od broja prašnika koji su mereni u cvetovima, jer je u određenim cvetovima meren samo jedan prašnik (602 filamenta i 601 antera), dva prašnika (851 filament i antera), tri prašnika (975 filament i 973 antere) i četiri prašnika (989 filamenata i antera).

#### 5.2.2.12.1 Osnovni statistički parametri morfometrijskih karaktera prašnika vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Na nivou sve tri analizirane vrste, većina parametara (dužina filamenata 01-04 i prosek, kao i dužina antere 04) se nalazi u zoni visoke varijabilnosti (iznad 50%), dok su dužine antera 01-03 i prosek u zoni umerene varijabilnosti (CV 30–50 %) (Tab. 55).

Tabela 55. Parametri osnovne statistike morfometrijskih karaktera prašnika vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=601–989

Karakter	Valid N	Mean	Min.	Max.	Var.	SD	CV%
Dužina filamenta 01	989	2,439214	0,112000	5,273000	1,763575	1,327997	54,44362
Dužina filamenta 02	975	2,417701	0,123000	5,173000	1,715399	1,309733	54,17265
Dužina filamenta 03	851	2,312652	0,138000	5,023000	1,724135	1,313063	56,77738
Dužina filamenta 04	602	2,044362	0,119000	4,980000	1,749938	1,322852	64,70734
Prosečna dužina f.	989	2,423375	0,148500	4,925500	1,652880	1,285644	53,05179
Dužina antere 01	989	0,322830	0,040000	0,575000	0,022133	0,148773	46,08400
Dužina antere 02	973	0,323370	0,046000	0,780000	0,022319	0,149396	46,19960
Dužina antere 03	851	0,313355	0,046000	0,999000	0,023621	0,153692	49,04723
Dužina antere 04	601	0,288048	0,031000	0,980000	0,026280	0,162112	56,27953
Prosečna dužina antere	989	0,322143	0,052000	0,554250	0,021142	0,145403	45,13628

Legenda: Valid N – broj analiziranih jedinki za dati karakter, Mean – srednja vrednost, Min. – minimalna vrednost, Max. – maksimalna vrednost, Var. – vrednost varijanse, SD – standardna devijacija, CV – koeficijent varijacije, CV 10-30% narandžasta boja, CV 30-50% zelena boja, CV 50-70% siva boja

Pretpostavka je da je ovaj povećanoj vrednosti koeficijentu varijacije antere 04 doprineo manji uzorak u odnosu na prethodne tri. Dodatno, sve vrednosti su međusobno jako visoko korelisane što je sigurno posledica zajedničkog razvoja i rasta, jer predstavljaju deo istog organa, te drugačiji rezultat nije ni očekivan. Dužina filamenata nije karakter koji se koristi za određivanje ovih vrsta i meren je u cilju pokazivanja razlika između različitih tipova cvetova u smislu funkcije. Što se tiče antera, one se smatraju taksonomski važnim karakterom, međutim u okviru ovog istraživanja dobijeni su nešto drugačiji rezultati u odnosu na postojeće, a koji se nisu mnogo razlikovali među vrstama, što je detaljno diskutovano u delu CDA analizi sve tri vrste.

### 5.2.2.12.2 Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera prašnika vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera prašnika sve tri vrste dati su u tabeli 56, na osnovu koje se vidi da su sve dimenzije statistički značajne za nivo  $p < 0,05$  i međusobno visoko korelisane ( $r > 70\%$ ) kao posledica istog porekla i razvoja.

Tabela 56. Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera prašnika vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=600, crvenom bojom su označene statistički značajne korelacije za  $p < 0,05$

Karakter	DF 01	DF 02	DF 03	DF 04	Prosečna DF	DA 01	DA 02	DA 03	DA 04	Prosečna DA
DF 01	1,000000									
DF 02	0,956229	1,000000								
DF 03	0,940587	0,951220	1,000000							
DF 04	0,954344	0,933022	0,941155	1,000000						
Prosečna DF	0,983028	0,980164	0,978045	0,977067	1,000000					
DA 01	0,758170	0,744919	0,730881	0,740140	0,759100	1,000000				
DA 02	0,728572	0,735663	0,714463	0,713190	0,738085	0,958028	1,000000			
DA 03	0,722172	0,721461	0,725912	0,721161	0,737722	0,942177	0,931474	1,000000		
DA 04	0,733166	0,712175	0,713020	0,740706	0,739908	0,943429	0,920736	0,920859	1,000000	
Prosečna DA	0,753810	0,746654	0,738998	0,746932	0,762195	0,984796	0,976177	0,972222	0,969804	1,000000

Legenda: DF – dužina filameta, DA – dužina antere; veoma visoka povezanost (više od 70%) označeno narandžastom bojom

### 5.2.2.12.3 Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera prašnika vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

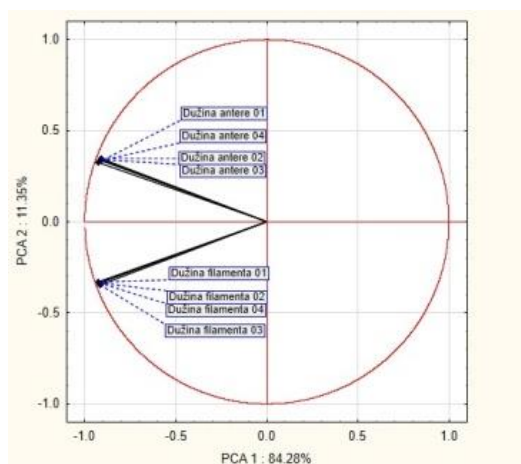
Jednofaktorska analiza varijanse urađena na nivou ukupnog uzorka (N=600 jedinki/dvopolnih cvetova), odnosno između sve tri analizirane vrste. Prema rezultatima ANOVA-e svi morfometrijski karakteri prašnika (dužine svih filamenata i antera, kao i njihove prosečne vrednosti) su statistički značajno različiti u ukupnom uzorku ove tri vrste, ali se oni generalno odlikuju niskim F vrednostima, tj. smanjenom varijabilnošću, pa je njihova primena na osnovu ovog uzorka ograničena za razlikovanje vrsta. Ipak, među analiziranim karakterima koji se odlikuju nešto većom varijabilnošću jesu prosečna dužina antera, kao i pojedinačna dužina antere 01, 02 i 03. Pojedinačne dužine filamenata i prosečna vrednost dužine filamenata su generalno manje varijabilne u odnosu na vrednosti antera (Tab. 57). Kako je pored postojanja zona preklapanja, dužina antera jedan od osnovnih diferencijalnih karaktera u ključevima baš za ove vrste, očekivana je veća F vrednost, kao što je na primer bio slučaj kod dimenzija listova.

Tabela 57. Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera prašnika vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=600, podebljane su statistički značajne vrednosti za  $p < 0,05$

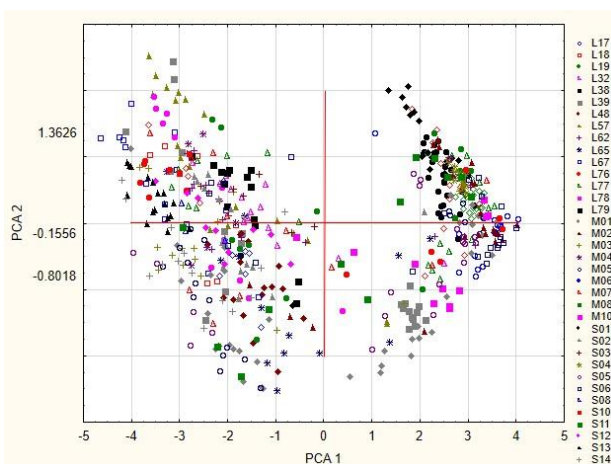
Karakter	F	p
Dužina filameta 01	21,83210	0,00
Dužina filameta 02	21,83764	0,00
Dužina filameta 03	19,32116	0,00
Dužina filameta 04	13,84605	0,00
Prosečna dužina filameta	23,05775	0,00
Dužina antere 01	29,75630	0,00
Dužina antere 02	26,25367	0,00
Dužina antere 03	23,85697	0,00
Dužina antere 04	18,12781	0,00
Prosečna dužina antere	29,25551	0,00

#### 5.2.2.12.4 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera prašnika vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera prašnika sve tri analizirane vrste urađena je na maksimalno 989 jedinki (cvetova) iz 38 populacija (*M. longifolia* – 456 jedinki, 17 populacija, *M. microphylla* – 249 jedinki, 9 populacija, *M. spicata* – 284 jedinke, 12 populacija). Nisu u svim cvetovima merena sva četiri prašnika, pa se broj merenih karaktera razlikovao i to na sledeći način: prašnik 1 meren je kod 989 cvetova, prašnik 2 meren je kod 975 cvetova, prašnik 3 meren je kod 851 cveta, a prašnik četiri kod 602 cveta. Varijabilnost analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta. Iako bi bilo potrebno osam faktora kako bi se najbolje pokazala priroda varijabilnosti analiziranih karaktera, u obzir su uzete samo prve dve ose, čija kumulativna vrednost varijabilnosti uzorka prelazi 90% (Prilog, Tab. 13). Analiza karaktera koji najviše doprinose varijabilnosti pokazala je da prvu PCA 1 osu veoma visokim procentom karakterišu sve merene osobine prašnika sa malim odstupanjima, a PCA 2 osu ti isti karakteri samo dodatno opisuju. (Sl. 98). Ovaj rezultat upućuje da svi karakteri prašnika značajno doprinose varijabilnosti cvetova analiziranih vrsta. Zbirno posmatrano karakteri prašnika imaju dva definisana obrasca varijabilnosti, koji su definisani svojom prirodom i to kod svih populacija sve tri vrste. Sve tri vrste na isti način variraju kada su u pitanju dužine filamenata odnosno antera. Sa jedne strane nalaze se dugački filamenti koji vire iz cveta i nose normalne, krupne antere, dok se sa druge strane nalaze skraćeni ili potpuno uvučeni filamenti u cvet koji na vrhu imaju rudimente antera (Sl. 99).



Slika 98. Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera prašnika u ukupnom uzorku vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

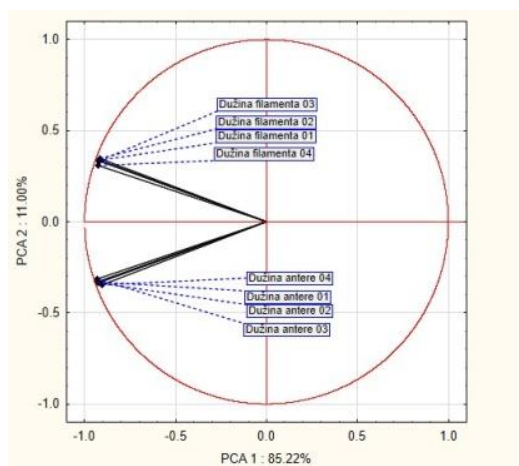


Slika 99. Pozicije jedinki populacija vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na morfometrijske karaktere prašnika u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

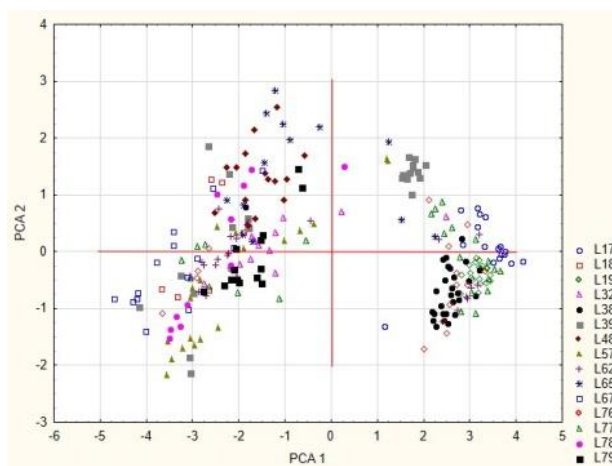
#### 5.2.2.12.5 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera prašnika vrste *M. longifolia*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera prašnika vrste *M. longifolia* urađena je na maksimalno 456 jedinki (cvetova) iz 17 populacija. Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta. Analiza karaktera koji najviše doprinose varijabilnosti pokazala je da prvu PCA 1 osu veoma visokim procentom karakterišu

sve merene osobine prašnika sa malim odstupanjima, a PCA 2 osu ti isti karakteri samo dodatno opisuju. (Sl. 100), kao i u ukupnom uzorku. Ovaj rezultat upućuje da svi karakteri prašnika značajno doprinose varijabilnosti cvetova analiziranih vrsta. Zbirno posmatrano karakteri prašnika imaju dva definisana obrasca varijabilnosti, koji su određeni svojom prirodom i to kod svih populacija ove vrste. Sa jedne strane nalaze se uzorci sa dugačkim filamentima koji vire iz cveta i nose normalne, krupne antere, dok se sa druge strane nalaze skraćeni ili potpuno uvučeni filament u cvet koji na vrhu imaju rudimente antera (Sl. 101), kao i u slučaju ukupnog uzorka.



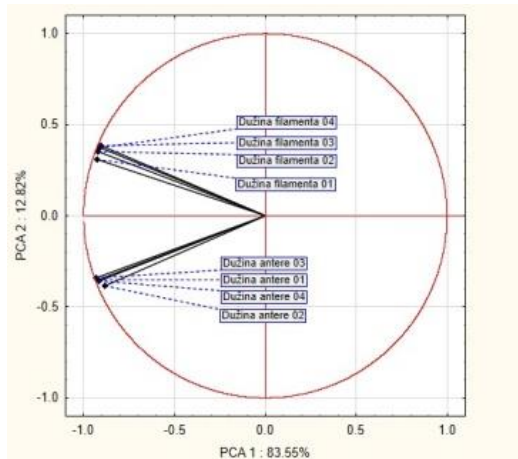
Slika 100. Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera prašnika u ukupnom uzorku vrste *M. longifolia*



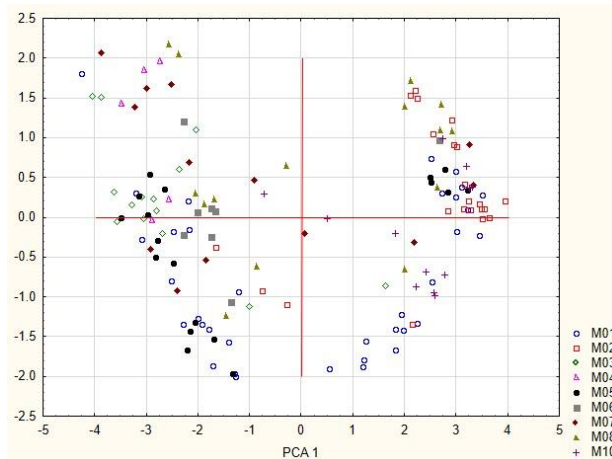
Slika 101. Pozicije jedinki populacija vrste *M. longifolia* u odnosu na morfometrijske karaktere prašnika u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

### 5.2.2.12.6 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera prašnika vrste *M. microphylla*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera prašnika vrste *M. microphylla* urađena je na maksimalno 249 jedinki (cvetova) iz devet populacija. Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta. Analiza karaktera koji najviše doprinose varijabilnosti pokazala je da prvu PCA 1 osu veoma visokim procentom karakterišu sve merene osobine prašnika sa malim odstupanjima, a PCA 2 osu ti isti karakteri samo dodatno opisuju. (Sl. 102), kao i u ukupnom uzorku. Ovaj rezultat upućuje da svi karakteri prašnika značajno doprinose varijabilnosti cvetova analiziranih vrsta. Zbirno posmatrano karakteri prašnika imaju dva definisana obrasca varijabilnosti, koji su određeni svojom prirodom i to kod svih populacija ove vrste. Sa jedne strane nalaze se uzorci sa dugačkim filamentima koji vire iz cveta i nose normalne, krupne antere, dok se sa druge strane nalaze skraćeni ili potpuno uvučeni filament u cvet koji na vrhu imaju rudimente antera (Sl. 103), kao i u slučaju ukupnog uzorka i uzorka vrste *M. longifolia*.



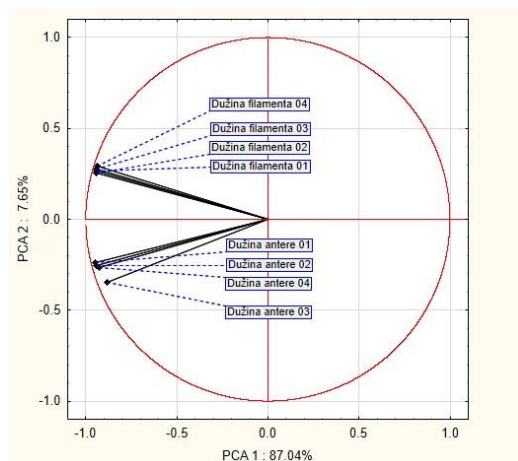
Slika 102. Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera prašnika u ukupnom uzorku vrste *M. microphylla*



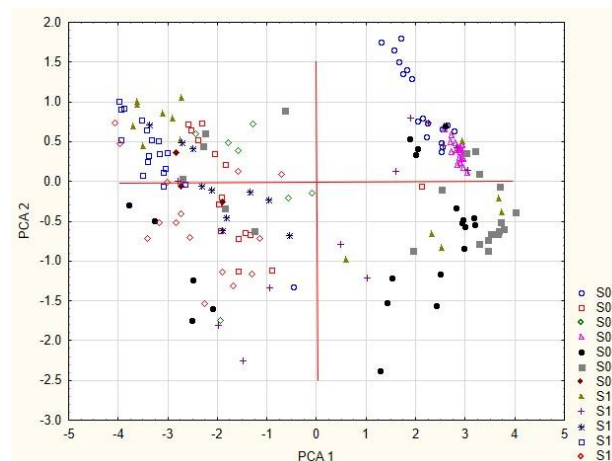
Slika 103. Pozicije jedinki populacija vrste *M. microphylla* u odnosu na morfometrijske karaktere prašnika u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

### 5.2.2.12.7 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera prašnika vrste *M. spicata*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera prašnika vrste *M. spicata* urađena je na maksimalno 284 jedinke (cvetova) iz 12 populacija. Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta (da li su dvopolni ili funkcionalno ženski). Analiza karaktera koji najviše doprinose varijabilnosti pokazala je da prvu PCA 1 osu veoma visokim procentom karakterišu sve merene osobine prašnika sa malim odstupanjima, a PCA 2 osu ti isti karakteri samo dodatno opisuju. (Sl. 104), kao i u ukupnom i prethodnim pojedinačnim uzorcima.



Slika 104. Nivoi opterećenja morfometrijskih karaktera prašnika u ukupnom uzorku vrste *M. spicata*



Slika 105. Pozicije jedinki populacija vrste *M. spicata* u odnosu na morfometrijske karaktere prašnika u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

Ovaj rezultat upućuje da svi karakteri prašnika značajno doprinose varijabilnosti cvetova analiziranih vrsta. Zbirno posmatrano, karakteri prašnika imaju dva definisana obrasca

varijabilnosti, koji su određeni svojom prirodom i to kod svih populacija ove vrste. Sa jedne strane nalaze se uzorci sa dugačkim filamentima koji vire iz cveta i nose normalne, krupne antere, dok se sa druge strane nalaze skraćeni ili potpuno uvučeni filamentu u cvet koji na vrhu imaju rudimente antera (Sl. 105), kao i u slučaju ukupnog i pojedinačnih uzoraka prethodnih vrsta.

#### 5.2.2.12.8 Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* na osnovu morfometrijskih karaktera prašnika

Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) urađena na osnovu prosečne dužine filamenata i antera samo dvopolnih cvetova vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*. Ukupan uzorak je obuhvatio 705 dvopolnih cvetova, odnosno 351, 177 i 177 pojedinačno po vrstama. Kao diskriminantne grupe korišćene su vrste. Na osnovu *a priori* klasifikacije pogrešno je bilo klasifikovano 315 jedinki, odnosno 44,68%, što ukazuje da se uzorci međusobno ne razlikuju jasno, tj. da ne predstavljaju homogene grupe i da se međusobno preklapaju. Oba analizirana karaktera su statistički značajna prema rezultatima multifaktorske analize varijanse (MANOVA) (Tab. 58) i oba doprinose razdvajanju po prvoj (CDA 1, 86,45%) i drugoj (CDA 2, 100%) (Tab. 59).

Tabela 58. Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) prosečne dužine filamenata i antera vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=705, podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,00$

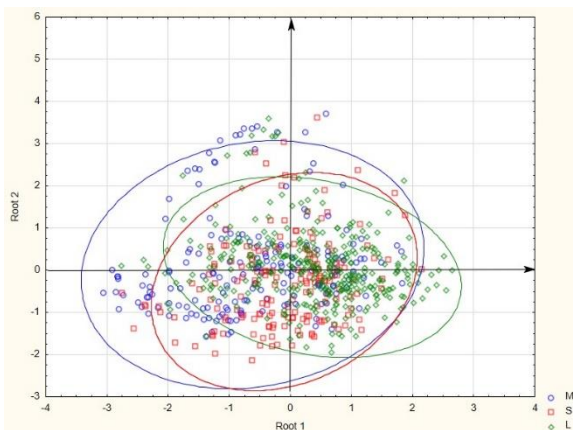
Karakter	Wilks' $\lambda$	F	p
Prosečna dužina filamenata	<b>0,936983</b>	<b>41,08115</b>	<b>0,000000</b>
Prosečna dužina antere	<b>0,921792</b>	<b>34,73258</b>	<b>0,000000</b>

Tabela 59. Vrednosti opterećenja karaktera prosečne dužine filamenata i antera vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na prve dve diskriminantne ose

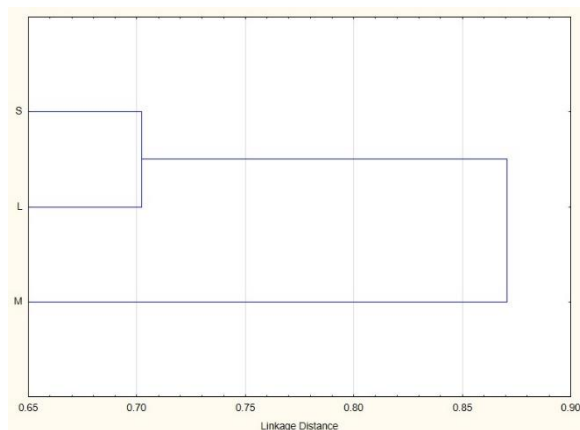
Karakter	CDA 1	CDA 2
Prosečna dužina filamenata	<b>0,865114*</b>	-0,572194
Prosečna dužina antere	<b>-0,781338*</b>	<b>-0,682158*</b>
Karakteristična vrednost	0,162689	0,025507
Kumulativni procenat (%)	0,864467	1,000000

\*Napomena: podebljane vrednosti doprinose diskriminaciji uzorka

Pokazano je da su uzorci tri vrste sa istraživanog područja veoma slični prema prosečnim dužinama antera i da se veoma teško na osnovu toga mogu razdvojiti (Sl. 106). Svakako da se postavlja pitanje opravdanosti ovako sprovedene diskriminantne analize sa 705 jedinki i samo dva karaktera, jer teorijski ukoliko se koristi ovako mali broj karaktera u svakom uzorku će jedan ili oba dovesti do nekog razdvajanja. Ipak, kako je dužina prašnika (bez naglašavanja da li se radi o pojedinačnoj dužini antere ili prosečnoj dužini antera) u svakom ključu za determinaciju ovih kritičnih vrsta definisana kao diferencijalni karakter, a za koju je prilikom determinacije i merenja primećeno da veoma odstupa od literaturnih vrednosti, ova multivarijantna analiza je ipak sprovedena samo sa dva karaktera na 705 jedinki jer su dobijene vrednosti omogućile konstruisanje fenograma analiziranih vrsta.



Slika 106. Pozicije jedinki vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na prosečnu dužinu filamenata i antera samo dvopolnih cvetova u prostoru prve dve diskriminantne ose



Slika 107. Fenogram vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na prosečnu dužine filamenata i antera dobijen na osnovu klaster analize

Takođe, upoređivanjem dobijenih maksimalnih vrednosti sa literaturnim (Harley, 1972; 1974; Janković, 1974; Tucker i Naczi, 2007), uočeni su slični rezultati u pogledu veličine antera, pri čemu *M. longifolia* ima najmanje, zatim sledi *M. microphylla*, a *M. spicata* se izdvaja sa najvećim anterama. Međutim, ukoliko se detaljno pogledaju vrednosti uočava se značajno preklapanje u zoni od 0,37–0,47 mm za sve tri vrste. *M. spicata* u najvećoj meri odgovara literaturnim vrednostima, dok *M. microphylla* i *M. longifolia* veoma odstupaju kako u slučaju minimalnih, tako i maksimalnih vrednosti. Na osnovu ovoga, postavlja se pitanje da li se ovaj karakter zaista može koristiti za determinaciju i razlikovanje *M. longifolia* i *M. spicata*? Preciznije rečeno, da li je ovaj karakter primenljiv za razlikovanje populacija ovih vrsta na Balkanskom poluostrvu i Panonskoj niziji? Moguće da je prosečna dužina antera dobar karakter za razdvajanje ovih taksona, ali ne i na područjima gde se susreću vrste iz grupe *Spicata* u prirodi, usled čega se sigurno dešavaju procesi spontane hibridizacije što zasigurno utiče na karaktere prašnika i otežava determinaciju.

Umesto ključa, a na osnovu dobijenih rezultata (Sl. 106 i Sl. 107) u daljem tekstu dati su definisani opsezi varijabilnosti za tri analizirane vrste:

***M. microphylla*:** Prosečna dužina antera 0,38–0,48 (-0,54) mm, prosečna dužina filamenata 2,02–3,30 (-4,41) mm

***M. longifolia*:** Prosečna dužina antera 0,37–0,42 (-0,53) mm, prosečna dužina filamenata 2,66–3,88 (-4,93) mm

***M. spicata*:** Prosečna dužina antera 0,39–0,47 (-0,55) mm, prosečna dužina filamenata 2,60–3,76 (-4,71) mm

### 5.2.2.13 Analiza morfološke varijabilnosti plodnika, stubića i žiga vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Analiza morfološke varijabilnosti plodnika, stubića i žiga vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* obuhvatila je merenje dužine ova tri organa kod ukupno 989 cvetova/jedinki iz 38 populacija. Pojedinačno u okviru vrsta, izmereni su plodnici, stubići i žigovi kod 456 cvetova iz 17 populacija *M. longifolia*, 249 cvetova iz devet populacija *M.*



*microphylla* i na 284 cveta iz 12 populacija *M. microphylla*. Morfološka varijabilnost procenjujeva je uz parametre osnovne statistike, dati su koeficijenti korelacije, urađena je jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA), analiza glavnih komponenti (PCA) na celokupnom i pojedinačnim uzorcima, a na kraju i kanonična diskriminantna analiza (CDA). U svim navedenim analizama svi cvetovi su uzeti u obzir, bez obzira da li su funkcionalno ženski ili dvopolni. Iako su sve dalje analize urađene samo sa tri karaktera u ukupnom uzorku od tri vrste, kao i pojedinačno za svaku, cilj je bio da se analizira varijabilnost ovih organa koji gotovo nikada nisu mereni, da se utvrdi da li postoje razlike u dužinama plodnika, stubića i žiga među cvetovima različitim po funkciji, kao i da se utvrdi da li na osnovu samo ovih karaktera analizirane vrste dodatno mogu biti definisane, tj. razdvojene.

### 5.2.2.13.1 Parametri osnovne statistike morfometrijskih karaktera plodnika, stubića i žiga vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Na nivou sve tri vrste prilikom analize ženskih delova cveta, dužina plodnika i stubića nalaze se u zoni niske ili umerene varijabilnosti (CV 10-30%), dok se dužina žiga odlikuje tek nešto većom vrednošću koeficijenta varijacije (32,17%) (Tab. 60).

Tabela 60. Parametri osnovne statistike plodnika, stubića i žiga vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=989

Karakter	Mean	Min.	Max.	Var.	SD	CV%
Dužina plodnika	0,464462	0,220000	0,859000	0,003784	0,061518	13,24491
Dužina stubića	4,017019	0,336000	7,003000	0,895554	0,946337	23,55819
Dužina žiga	0,457347	0,101000	1,467000	0,021652	0,147145	32,17364

Legenda: N – broj analiziranih jedinki za dati karakter, Mean – srednja vrednost, Min. – minimalna vrednost, Max. – maksimalna vrednost, Var. – vrednost varijanse, SD – standardna devijacija, CV – koeficijent varijacije, CV 10-30% narandžasta boja, CV 30-50% zelena boja

Ovi morfometrijski parametri se ne nalaze u postojećim ključevima roda *Mentha*, a retko ni u okviru samog opisa u florama. Ipak, upoređivanjem dobijenih rezultata (Tab. 61) sa rezultatima koje daju Yaghini i sar. (2020), a koji su u radu pored analize polimorfizma ISSR markera analizirali dužine stubića kod tri uzorka *M. longifolia* (4,65–5,17 mm) i *M. spicata* (3,87–5,75 mm), koji su gajeni u eksperimentalnim uslovima i čiji su cvetovi u slučaju prve vrste dvopolni, a u slučaju druge vrste i funkcionalno ženski, usled prekida razvoja muške funkcije, uočava se određena sličnost. Svakako da je dati uzorak neuporedivo manji, ali je važno istaći da su vrednosti, dobijene za celokupan uzorak oba tipa cveta, saglasne sa rezultatima Yaghini i sar. (2020), sa nešto nižim vrednostima zabeleženim za obe navedene vrste. Dužine plodnika i žigova nisu upoređivane jer nisu pronađeni prethodno objavljeni podaci za vrste.

Tabela 61. Raspon vrednosti dužina plodnika, stubića i žiga analiziranih vrsta

Karakter mm	<i>M. longifolia</i>	<i>M. microphylla</i>	<i>M. spicata</i>
Dužina plodnika	(0,22-)0,42–0,48(-0,74)	(0,30-)0,43–0,50(-0,86)	(0,22-)0,45–0,52(-0,78)
Dužina stubića	(0,59-)3,49–4,96(-7,00)	(2,02-)3,17–4,35(-6,33)	(0,34-)3,22–4,55(-5,88)
Dužina žiga	(0,10-)0,35–0,53(-1,47)	(0,15-)0,40–0,57(-0,88)	(0,14-)0,32–0,52(-0,89)

### 5.2.2.13.2 Koeficijenti korelacije dužina plodnika, stubića i žiga vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Koeficijenti korelacije dužine plodnika, stubića i žiga dati su u tabeli 62 gde se vidi da su sva tri koeficijenta korelacije statistički značajna za nivo  $p < 0,05$ , ali u zoni veoma slabe korelacije ( $r < 30\%$ ) što ukazuje na njihovo međusobno nezavisno variranje na nivou celokupnog uzorka.

Tabela 62. Koeficijenti korelacije dužina plodnika, stubića i žiga vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=989, crvenom bojom su označene statistički značajne korelacije za  $p < 0,05$

Karakter	Dužina plodnika	Dužina stubića	Dužina žiga
Dužina plodnika	1,000000		
Dužina stubića	0,241591	1,000000	
Dužina žiga	0,139398	0,091487	1,000000

Napomena: laka povezanost (do 40%) označena sivom bojom

### 5.2.2.13.3 Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) morfometrijskih karaktera plodnika, stubića i žiga vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

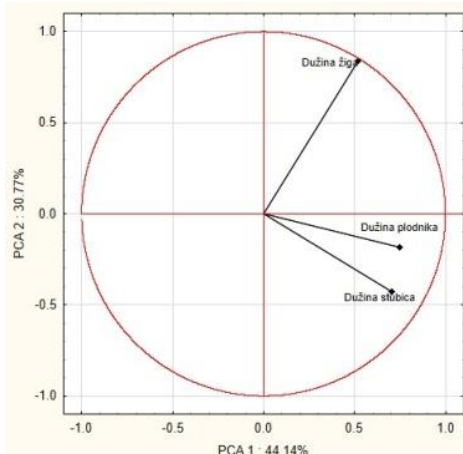
Jednofaktorska analiza varijanse urađena je na nivou ukupnog uzorka (N=989 jedinki/dvopolnih cvetova), odnosno između sve tri analizirane vrste. Prema rezultatima ANOVA-e (Tab. 63) svi ispitivani karakteri (dužina plodnika, stubića i žiga) jesu statistički značajno različiti u ukupnom uzorku ove tri vrste, ali se generalno odlikuju niskim F vrednostima, tj. smanjenom varijabilnošću, te je njihova primena na osnovu ovog uzorka ograničena za razlikovanje vrsta. Ovo je u potpunosti u skladu sa time da do sada nikada nisu bili isticani kao značajni u razlikovanju navedenih vrsta. Dodatno, oni predstavljaju reproduktivno najznačajniji deo cveta, pa su u skladu sa tim i najkonzervativniji.

Tabela 63. Rezultati jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) dužina plodnika, stubića i žiga vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=989, podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,05$

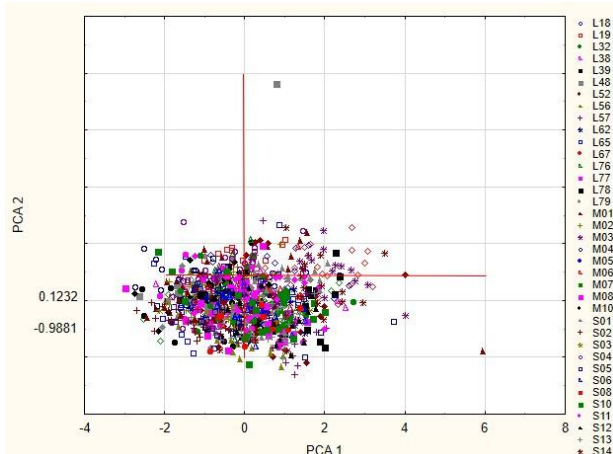
Karakter	F	p
Dužina plodnika	10,65247	0,00
Dužina stubića	19,01751	0,00
Dužina žiga	9,65680	0,00

### 5.2.2.13.4 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera plodnika, stubića i žiga vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera plodnika, stubića i žiga sve tri analizirane vrste urađena je na 989 jedinki (cvetova) iz 38 populacija (*M. longifolia* – 456 jedinki, 17 populacija, *M. microphylla* – 249 jedinki, 9 populacija, *M. spicata* – 284 jedinke, 12 populacija). Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta iako bi bilo moguće definisati tri faktora koji bi najbolje pokazali prirodu varijabilnosti analiziranih karaktera, u obzir su uzete samo prve dve ose čija kumulativna vrednost varijabilnosti uzorka iznosi više od 70% (Prilog, Tab. 14). Prvu PCA 1 osu najvećim procentom karakterišu osobine koje ukazuju na dužine plodnika i stubića, dok ukupnoj varijabilnosti PCA 2 ose najviše doprinosi dužina žiga (Sl. 108). Ovaj rezultat ukazuje da zbirno posmatrano, karakteri tučka imaju dva definisana obrasca varijabilnosti koji su definisani njihovom prirodom i da sve tri vrste na isti način variraju što se uočava na osnovu zajedničkog grupisanja svih analiziranih jedinki tri vrste (Sl. 109).



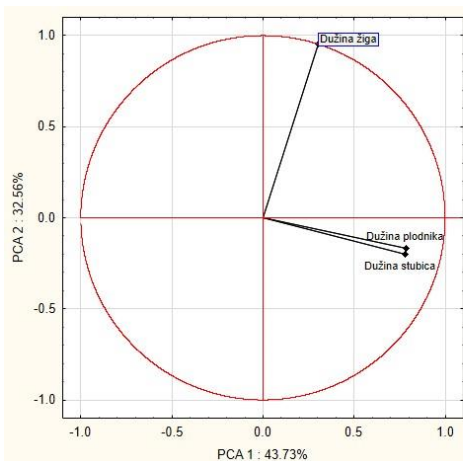
Slika 108. Nivoi opterećenja dužina plodnika, stubića i žiga u ukupnom uzorku vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*



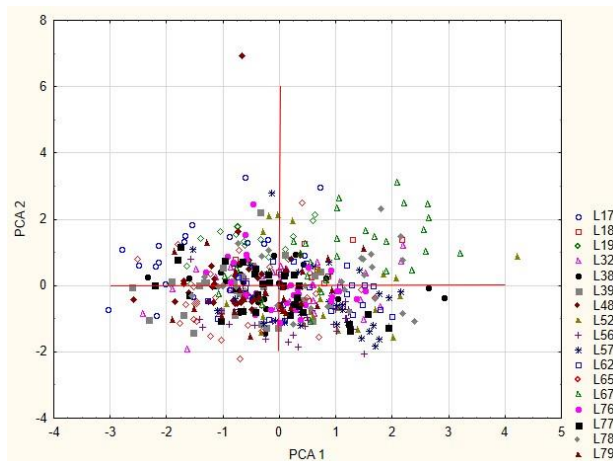
Slika 109. Pozicije jedinki populacija vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na dužine plodnika, stubića i žiga u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

### 5.2.2.13.5 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera plodnika, stubića i žiga vrste *M. longifolia*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera plodnika, stubića i žiga vrste *M. longifolia* urađena je na 456 jedinki (cvetova) iz 17 populacija. Varijabilnost analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta (da li su dvopolni ili funkcionalno ženski). Kod ove vrste postoji isti model variranja karaktera kao u ukupnom uzorku. Populacije su uglavnom uniformne u odnosu na ove karaktere, sa pojedinim izdvojenim populacijama koje odstupaju usled povećane ili smanjene dužine žiga (Sl. 110 i 111).



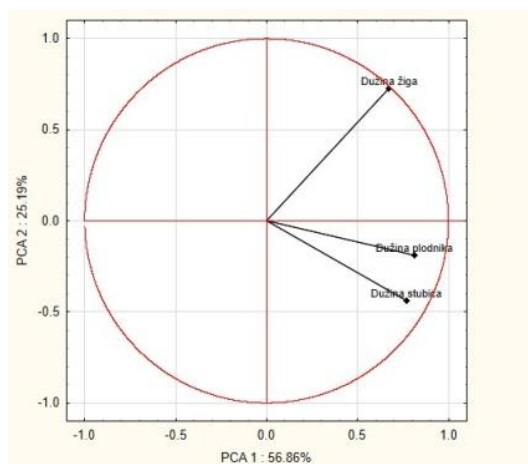
Slika 110. Nivoi opterećenja dužina plodnika, stubića i žiga u ukupnom uzorku vrste *M. longifolia*



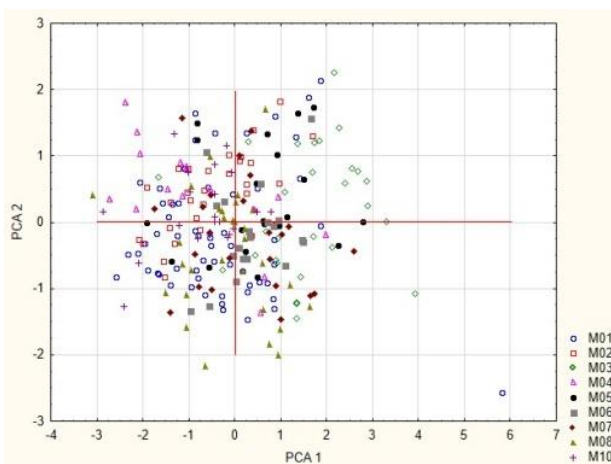
Slika 111. Pozicije jedinki populacija vrste *M. longifolia* u odnosu na dužine plodnika, stubića i žiga u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

### 5.2.2.13.6 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera plodnika, stubića i žiga vrste *M. microphylla*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera plodnika, stubića i žiga vrste *M. spicata* urađena je na 284 jedinke (cveta) iz 12 populacija. Varijabilnost je analizirana na ukupnom uzorku i uzorku vrste *M. longifolia* bez obzira na funkcionalnost cveta. Kod ove vrste postoji isti model variranja karaktera kao u ukupnom uzorku. Populacije su uglavnom uniformne u odnosu na navedene karaktere, sa pojedinim izdvojenim populacijama koje odstupaju usled povećane ili smanjene dužine žiga (Sl. 112 i 113).



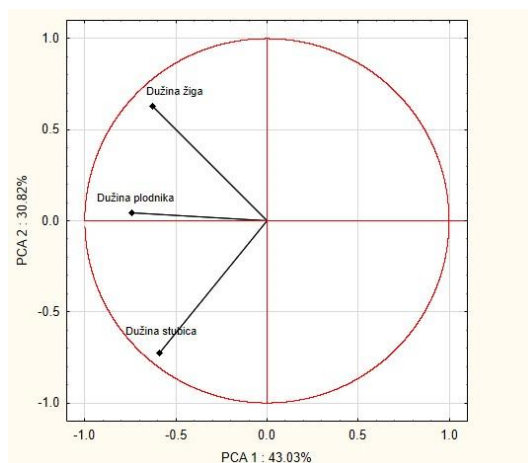
Slika 112. Nivoi opterećenja dužina plodnika, stubića i žiga u ukupnom uzorku vrste *M. microphylla*



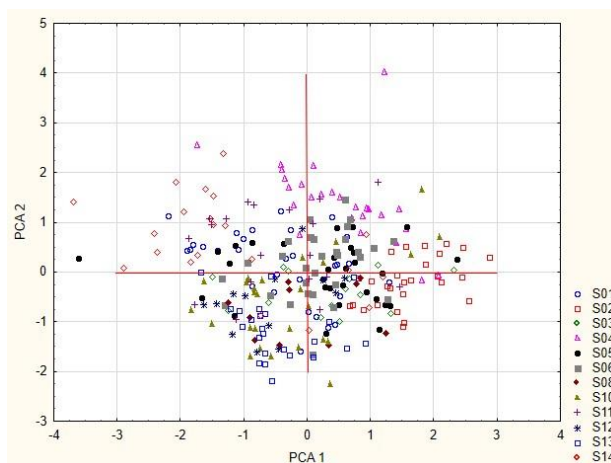
Slika 113. Pozicije jedinki populacija vrste *M. microphylla* u odnosu na dužine plodnika, stubića i žiga u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija – Prilog, Tab. 2

### 5.2.2.13.7 Analiza glavnih komponenti (PCA) morfometrijskih karaktera plodnika, stubića i žiga vrste *M. spicata*

Analiza glavnih komponenti morfometrijskih karaktera plodnika, stubića i žiga vrste *M. microphylla* urađena je na 249 jedinki (cvetova) iz 9 populacija (Sl. 114 i 115).



Slika 114. Nivoi opterećenja dužina plodnika, stubića i žiga u ukupnom uzorku vrste *M. spicata*



Slika 115. Pozicije jedinki populacija vrste *M. spicata* u odnosu na dužine plodnika, stubića i žiga u prostoru prve dve ose analize glavnih komponenti, bez obzira na funkciju cveta; oznake populacija Prilog, Tab. 2

Varijabilnost analizirana na ukupnom uzorku bez obzira na funkcionalnost cveta. Za razliku od prethodnih rezultata, kod ove vrste svaki od tri karaktera utiče podjednako na obrazac varijabilnosti, odnosno nezavisno varira. Populacije su generalno uniformno raspoređene, a pojedine populacije odstupaju.

### 5.2.2.13.8 Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* na osnovu morfometrijskih karaktera plodnika, stubića i žiga

Kanonijska diskriminantna analiza sve tri vrste, urađena je na ukupnom uzorku od 989 jedinki (cvetova) na čijim cvetovima su merene dužine plodnika, stubića i žiga. Pojedinačno, obrađeno je 456 cvetova *M. longifolia*, 249 cvetova *M. microphylla* i 284 cvetova *M. spicata*. Kao grupe za diskriminaciju korišćene su *a priori* definisane vrste.

Pri analizi morfometrijskih karaktera čašice, 464 jedinki, tj. 47% je bilo drugačije određeno u odnosu na predefinisane vrednosti *a priori* klasifikacije. Ovako visok procenat odstupanja klasifikovanih jedinki u odnosu na projektovani status ukazuje na postojanje velike morfološke varijabilnosti unutar istraživanih vrsta u pogledu morfometrijskih karaktera plodnika, stubića i žiga i njenu statističku nadmoć u odnosu na analizirane grupe (vrste) i potvrđuje da vrste nisu morfološki homogene.

Morfometrijski karakteri koji najviše doprinose razdvajanju vrsta po prvoj diskriminantnoj osi (CDA 1, 75,75%) su dužina stubića i dužina plodnika, dok po drugoj diskriminantnoj osi (CDA 2, 100%) tom razdvajanju doprinosi i dužina stubića (Tab. 64). Ovo odvajanje je opisano sa veoma visokim procentom kumulativne vrednosti koju nosi CDA 1 osa. Na osnovu multifaktorske analize varijanse (MANOVA) svi karakteri su statistički značajni za vrednost  $p < 0,00$  pri čemu se izdvaja dužina plodnika i dužina stubića (Tab. 65).

Tabela 64. Vrednosti opterećenja dužina plodnika, stubića i žiga u odnosu na dve diskriminantne ose vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=989

Karakter	CDA 1	CDA 2
Dužina plodnika	<b>-0,960830</b>	0,237239
Dužina stubića	<b>0,668041</b>	<b>0,606023</b>
Dužina žiga	0,174969	<b>-0,813746</b>
Karakteristična vrednost	0,132503	0,042417
Kumulativni procenat (%)	0,757507	1,000000

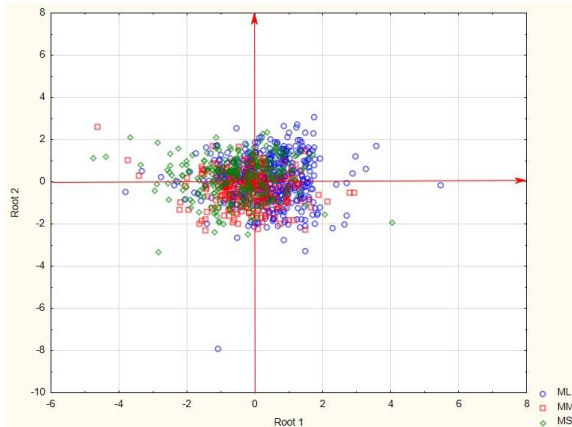
Napomena: podebljane vrednosti doprinose diskriminaciji uzorka

Tabela 65. Rezultati multifaktorske analize varijanse (MANOVA) dužina plodnika, stubića i žiga vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=989, podebljane vrednosti su statistički značajne za  $p < 0,00$

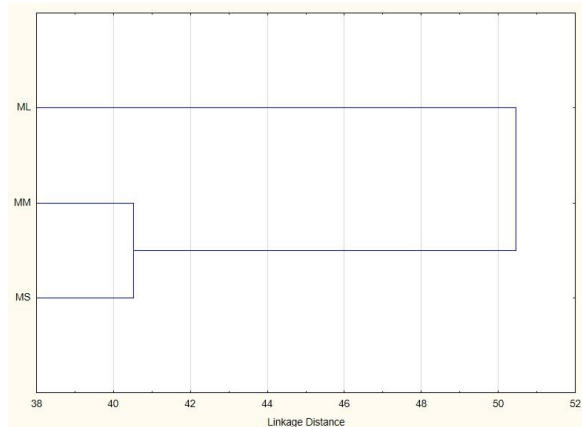
Karakter	Wilks' $\lambda$	F	p
Dužina plodnika	<b>0,940325</b>	<b>54,16488</b>	<b>0,000000</b>
Dužina stubića	<b>0,902412</b>	<b>32,14419</b>	<b>0,000000</b>
Dužina žiga	<b>0,872901</b>	<b>15,00339</b>	<b>0,000000</b>

Analizom pozicija jedinki ispitivanih vrsta uočava se da pomenuti karakteri najviše doprinose odvajanju *M. longifolia* po CDA 1 osi u odnosu na jedinke vrsta *M. microphylla* i *M. spicata*, koje se mešaju u njenom negativnom regionu (Sl. 116). Ovo odvajanje je još jasnije

ukoliko se pogleda fenogram tri vrste, gde se *M. longifolia* izdvaja u vidu zasebne grane čija je Euklidova distanca veoma visoka, u odnosu na *M. spicata* i *M. microphylla* čije se zasebne grane karakterišu niskim Euklidovim vrednostima (Sl. 117). Iako se na graficima (Sl. 116 i 117) uočava odvajanje pozicija jedinki *M. longifolia*, date dužine plodnika i stubića se nikako ne mogu samostalno koristiti za diskriminaciju, jer se veliki broj jedinki ove vrste preklapa sa jedinkama drugih vrsta u centralnom delu sistema dve diskriminantne ose.



Slika 116. Pozicije jedinki vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na dužine plodnika, stubića i žiga u prostoru prve dve diskriminantne ose, bez obzira na funkciju cveta



Slika 117. Fenogram vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* u odnosu na dužine plodnika, stubića i žiga, bez obzira na funkciju cveta, dobijen na osnovu klaster analize

U daljem tekstu dat je ključ za određivanje vrsta na osnovu dužina plodnika, stubića i žiga

**1** Plodnik (0,22-) 0,42–0,48 (-0,74) mm, stubić (0,59-) 3,49–4,96 (-7,00) mm, žig (0,10-) 0,35–0,53 (-1,47) mm  
***M. longifolia***

**2** Plodnici i žigovi jednaki ili duži, a stubići jednaki ili kraći

**2a** Plodnik (0,30-) 0,43–0,50 (-0,86) mm, stubić (2,02-) 3,17–4,35 (-6,33) mm, žig (0,15-) 0,40–0,57 (0,88) mm  
***M. microphylla***

**2b** Plodnik (0,22-) 0,45–0,52(-0,78) mm, stubić (0,34-) 3,22–4,55 (-5,88) mm, žig (0,14-) 0,32–0,52 (-0,89) mm  
***M. spicata***

### 5.3 Hemijska karakterizacija ispitivanih taksona roda *Mentha* L. na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije

Hemijska karakterizacija ispitivanih predstavnika roda *Mentha* izvršena je na ukupno 11 taksona (Prilog, Tab. 3). Od toga, kod 163 uzorka je urađena primarna hemijska karakterizacija gravimetrijskim i spektrofotometrijskim tehnikama, kod 138 uz primenu visokoeфикаsne tečne hromatografije (HPLC) sekundarna, a na 11 je urađen skrining isparljivih komponenti prisutnih u žlezdanom indumentumu metodom gasne hromatografije sa spektrometrijom masa (GC–MS).

### 5.3.1 Primarna hemijska karakterizacija 11 taksona roda *Mentha* L.

Primarna hemijska karakterizacija obuhvatila je određivanje prinosa ekstrakcije u ispitivanim taksonima roda *Mentha*, kao i kvantifikaciju sadržaja ukupnih fenola i flavonoida, što su glavne grupe biološki aktivnih molekula prisutnih u ispitivanim uzorcima. Međutim, količina suvog ostatka koja će biti izolovana iz biljnog materijala, ali i sadržaj fenolnih jedinjenja u ekstraktu direktno zavisi od brojnih faktora, kao što su metoda ekstrakcije, rastvarač, stepen usitnjenosti biljnog materijala, dužina trajanja ekstrakcije, temperature na kojoj se vrši ekstrakcija, itd. Najčešći polarni rastvarači koji se koriste za tečno-čvrstu ekstrakciju su voda, metanol, etanol i smeša etanola/metanola i vode u različitim odnosima. Istraživanja su pokazala da se prilikom ekstrakcije aktivnih principa iz vrsta roda *Mentha* uglavnom koriste smeše metanola, odnosno etanola i vode u različitim odnosima, ali i petroletar, butanol, aceton, n-heksan itd.

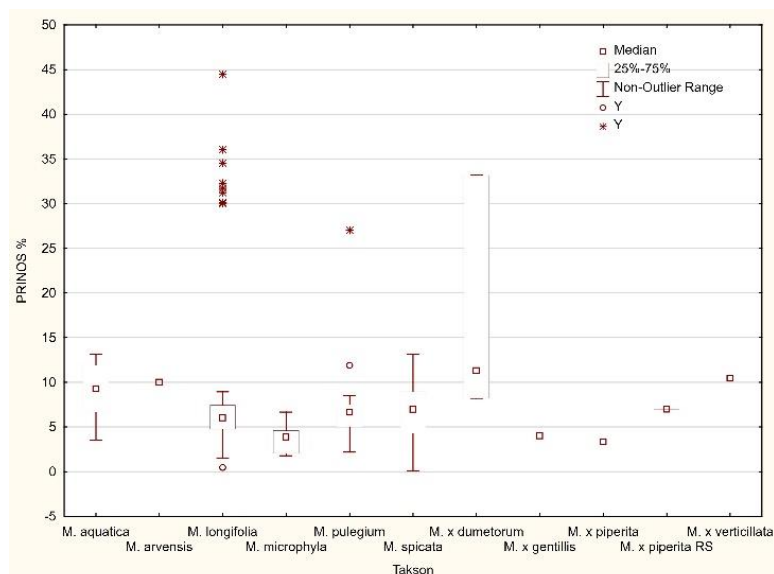
S obzirom na to da je za pojedine taksone analiza urađena na više uzoraka poreklom sa različitih lokaliteta, rezultati primarne hemijske karakterizacije sa opsegom variranja dobijenih vrednosti su prikazani u Tab. 66.

Tabela 66. Rezultati primarne hemijske karakterizacije ispitivanih taksona roda *Mentha*

Takson	Broj ispitivanih uzoraka	Prinos s.e. (%)	Sadržaj ukupnih fenola mg EGK/g s.e.	Sadržaj ukupnih flavonoida mg EQ/g s.e.
<i>M. aquatica</i>	8	3,53–13,13	78,42–187,87	58,51–74,40
<i>M. arvensis</i>	1	9,99	118,62±3,45	70,71±0,91
<i>M. longifolia</i>	98	0,45–44,47	13,16–462,73	5,23–189,05
<i>M. microphylla</i>	7	1,78–6,67	153,48–289,18	68,63–198,95
<i>M. pulegium</i>	25	2,17–27,02	41,88–290,74	9,12–138,90
<i>M. spicata</i>	16	0,06–13,14	77,25–342,50	34,15–143,24
<i>M. × dumetorum</i>	3	8,22–33,17	34,81–144,33	11,58–93,04
<i>M. × gentillis</i>	1	3,98	238,03±18,33	124,05±518
<i>M. × piperita</i>	1	3,32	349,26±13,24	116,61±0,01
<i>M. × piperita</i> 'Ruska crna'	2	6,94–7,00	140,86–169,44	66,29–89,89
<i>M. × verticillata</i>	1	10,43	365,20±27,71	156,81±7,52

Analizom dobijenih rezultata uočeno je da prinos ekstraktibilnih materija kod većine (~60%) ispitanih uzoraka varira između 5 i 9,5%, a u značajnom delu uzoraka (~26%) zabeležen je veoma nizak prinos ekstrakcije (0,05–5%). Nasuprot tome, visok sadržaj suvog ekstrakta je određen kod 4% uzorka i kretao se od 28 do 33%. Ostali, veoma visoki rezultati zabeleženi su u pojedinačnim slučajevima. Najveće vrednosti zabeležene su u pojedinačnim uzorcima vrste *M. longifolia* (npr. uzorci: 210 – 44,47%, 110 – 36,03% i 104 – 34,44%), zatim *M. × dumetorum* (uzorak 207 – 33,17%), kao i *M. pulegium* (uzorak 41 – 27,02%). Najmanje vrednosti su zabeležene kod vrsta *M. spicata* (uzorak 216 – 0,06%) i *M. longifolia* (uzorak 94 – 0,045%). Primetno je umereno variranje dobijenih rezultata kod taksona koji su sakupljeni sa velikog geografskog područja i broje mnogo uzoraka (Tab. 66, Sl. 118).

Fenolna jedinjenja predstavljaju izuzetno veliku i značajnu grupu sekundarnih metabolita biljaka. Do sada je identifikovano preko 8.000 fenolnih jedinjenja, od jednostavnih sa jednim aromatičnim prstenom, do polimernih kompleksnih tanina i drugih složenih polifenolnih struktura. Pored značaja za samu biljku, pokazano je da ova jedinjenja ispoljavaju čitav niz bioloških aktivnosti koje mogu da doprinesu očuvanju zdravlja čoveka.



Slika 118. Prinos ekstrakcija u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

U okviru ove doktorske disertacije određivan je sadržaj ukupnih fenola i flavonoida, kao posebne grupe fenola, kod 11 taksona roda *Mentha* (*M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. longifolia*, *M. microphylla*, *M. spicata*, *M. pulegium*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × piperita*, *M. × piperita* ‘Ruska crna’ i *M. × verticillata*) u 163 ekstrakta, pripremljena iz biljaka sakupljenih na području Balkanskog poluostrva i u južnom delu Panonske nizije (Prilog, Tab. 3). Rezultati određivanja sadržaja ukupnih fenola i flavonoida u ispitivanim uzorcima prethodno navedenih taksona dati su na slici 119, tabeli 66, kao i u Prilogu (Tab. 16).

U većini uzoraka (>77%) detektovan je visok sadržaj ukupnih fenola, koji se uglavnom kretao preko 115 mg EGK/g s.e., a u pojedinim uzorcima je iznosio i preko 319 mg EGK/g s.e. Po veoma visokom sadržaju istakli su se sledeći uzoci: *M. longifolia* (uzorak 64 – 462,73±19,44 mg EGK/g s.e.), *M. × verticillata* (uzorak 145 – 365,20±27,71 mg EGK/g s.e.), *M. × piperita* (uzorak 99 – 349,26±13,24 mg EGK/g s.e.) i *M. spicata* (uzorak 105 – 342,50±17,58 mg EGK/g s.e.). Najniži sadržaj fenola detektovan u pojedinačnim uzorcima *M. longifolia* (uzorak 111 – 13,16±0,26 mg EGK/g s.e.), *M. × dumetorum* (uzorak 207 – 34,81±1,91 mg EGK/g s.e.) i *M. pulegium* (uzorak 41 – 41,88±1,02 mg EGK/g s.e.) (Prilog, Tab. 16). Značajne razlike u sadržaju ukupnih fenola, odnosno veliki opseg variranja, uočen je kod uzoraka taksona prikupljenih sa velikog broja različitih lokaliteta, i to naročito kod vrste *M. longifolia* (13,16–462,73 mg EGK/g s.e.), ali i kod vrsta *M. spicata* (77,25–342,50 mg EGK/g s.e.) i *M. pulegium* (41,88–290,74 mg EGK/g s.e.) (Tab. 66), što je verovatno direktna posledica velikog broja uzoraka u analizi navedenih vrsta. Takođe, poređenjem sa rezultatima prethodno publikovanih istraživanja, potvrđeno je da na sadržaj ukupnih fenola u biljnim ekstraktima izuzetno veliki uticaj ima izbor rastvarača sa aspekta njegove polarnosti, ali i primenjeni način ekstrakcije. Prethodni rezultati su pokazali da se najviši sadržaj fenolnih jedinjenja u vrstama roda *Mentha* postiže upotrebom metanola kao rastvarača (Barchan i sar., 2014; Khadraoui i sar., 2015; Brahmi i sar., 2017a; Jakovljević i sar., 2017; Ranjbar i sar., 2020), što je u skladu sa dobijenim rezultatima. Navodi se da na sadržaj fenola utiče i vreme sakupljanja/fenofaza biljnog materijala (Khadraoui i sar., 2015; Salem i sar., 2018; Ranjbar i sar., 2020) i da se najviše vrednosti beleže tokom cvetanja, što je takođe potvrđeno dobijenim rezultatima. Ipak, važno je naglasiti da i sam način ekstrakcije i temperatura na kojoj se vrši ekstrakcija (sobna, povišena, niska) (Safaiee i sar., 2019), ali i abiotski faktori, kao što su temperatura na staništu



(Fletcher i sar. 2005), vodeni stres (Rahimi i sar., 2018), nadmorska visina (Neffati i sar., 2009; Norani i sar., 2019; Chrysargyris i sar., 2020), fenotip (Venditti i sar., 2017), ali i prisustvo rizobakterija u podlozi (Cappellari i sar., 2017) mogu značajno uticati na konačne rezultate.

Dostupna literatura po pitanju određivanja sadržaja ukupnih fenola i flavonoida roda *Mentha* je obimna, ali ne i potpuno iskoristljiva, prvenstveno zbog različitih metoda i rastvarača koji se koriste, te su rezultati dobijeni u okviru ove studije prvenstveno poređeni i komentarisani u odnosu na one u kojima je korišten metanol kao rastvarač i identične metode za identifikaciju navedenih grupa sekundarnih biomolekula. U nedostatku adekvatne literature za pojedine taksone, rezultati su poređeni i sa onim dobijenim pomoću drugih rastvarača i/ili metoda, što je naglašavano u tekstu. Sa tim u vezi, dobijeni rezultati su generalno u skladu sa do sada publikovanim i svi zajedno ukazuju na veliko bogatsvo roda *Mentha* u pogledu sadržaja fenolnih jedinjenja. Ipak, važno je i napomenuti da se rezultati dobijeni u ovom istraživanju izdvajaju od ostalih po izuzetno visokim vrednostima ukupnih fenola (Tab. 66, Sl. 119), što bi moglo biti od velikog značaja za buduća istraživanja na uzorcima roda poreklom sa istraživanjem obuhvaćenog područja. Visoke vrednosti su dobijene prvenstveno kod vrste *M. longifolia*, koja se u pogledu fenola i flavonoida smatra nedovoljno istraženom i eksploatisanom, uprkos njenoj prisutnosti i brojnosti na različitim tipovima staništa širom Evrope (Patonay i Németh-Zámboriné, 2020). Kao što je već navedeno, opseg variranja sadržaja ukupnih fenola za vrstu *M. longifolia* bio je 13,16–462,73 mg EGK/g s.e., a dobijeni rezultati su niži, u skladu ili značajno veći u odnosu na prethodno publikovane rezultate dobijene uz korišćenje metanola: 89,1 mg EGK/g s.e. (Hajlaoui i sar., 2009), 107,21 mg EGK/g s.e. (Raj i sar., 2010), 115 mg EGK/g s.e. (Stagos i sar., 2012), 89,16 mg EGK/g s.e. (Hajlaoui i sar., 2015), 143,72 mg EGK/g s.e. (Jakovljević i sar., 2017), 6,295–49,033 mg EGK/g s.e., 7,105–67,952 mg EGK/g s.e. (Patonay i sar., 2019) i 189,9 mg EGK/g s.e. (Hassan i sar., 2020), ili vode: 216 mg EGK/g s.e. (Stagos i sar., 2012) kao rastvarača. Značajna odstupanja mogu se uočiti u odnosu na rezultate dobijene primenom etanola (113,80 mg EGK/g s.e. (Stanisavljević i sar., 2012), 219,20 mg EGK/g s.e. (Benedec i sar., 2013)), butanola (171,26 mg EGK/g s.e.), etil-acetata (228,36 mg EGK/g s.e.), metilen-hlorida (190,26 mg EGK/g s.e.) i petroletra (154,56 mg EGK/g s.e.) (Hassan i sar., 2020).

Pregledom literature utvrđeno je da vrsta *M. aquatica* zapravo nije često bila predmet studija u kojima je na ovakav način analiziran sadržaj ukupnih fenola. Autori su uglavnom koristili vodu, etanol ili n-heksan za pripremu ekstrakata (Dorman i sar., 2003; Conforti i sar. 2008; Stagos i sar., 2012; Brahmi i sar., 2015). Ukupan sadržaj fenola detektovan u ispitivanim uzorcima *M. aquatica* kretao se u opsegu od 78,42 do 187,87 mg EGK/g s.e. (Tab. 66) i veći je u odnosu na vrednosti iz radova Benabdallah i sar. (2016) (43,21 mg EGK/g s.e.) i Hanafy i sar. (2017a) (5,93 mg EGK/g s.e.), ali u skladu sa rezultatima Stagos i sar. (2012) (172 mg EGK/g s.e.), što su studije u kojima je korišten metanol kao medijum za izolaciju fenola iz suvog biljnog materijala. Dodatno, sadržaj fenola detektovan u uzorcima *M. aquatica* je veći i u odnosu na onaj dobijen iz svežeg biljnog materijala iste vrste, 11,26 mg EGK/g s.e. (Derakshani i sar., 2012). U radovima u kojima je korištena voda kao rastvarač, autori su zabeležili nešto veće vrednosti ukupnih fenola, i to 152,50 mg EGK/g s.e. (Dorman i sar., 2004) i 185,00 mg EGK/g s.e. (Stagos i sar., 2012), koje su i dalje saglasne sa dobijenim najvišim vrednostima u ovom istraživanju. Conforti i sar. (2008) navode značajno više vrednosti sadržaja ukupnih fenola u uzorcima iz Italije, ali je u pitanju bio etanolni ekstrakt, a metoda je u određenoj meri modifikovana i rezultati su izraženi kao ekvivalent hlorogenske kiseline (337,00 mg EChA/g s.m.).

Određivanje sadržaja ukupnih fenola u osušenom biljnom materijalu vrste *M. arvensis* primenom metanola kao rastvarača za ekstrakciju su relativno česta. Dobijena vrednost (118,62±3,45 mg EGK/g s.e.) (Tab. 66) je veća u odnosu na vrednosti objavljene u radovima Sulaiman i sar. (2011) (6,10 mg EGK/g s.e.), Benabdallah i sar. (2016) (32,90 mg EGK/g s.e.),

Hanafy i sar. (2017a) (2,82–3,15 mg EGK/g s.e.) i Wani i Basir (2018) (60,20 mg EGK/g s.e.) u kojima je korišćena ista metodologija, suv materijal i metanol kao rastvarač. Takođe, uočava se da je izmereni sadržaj fenola veći i u odnosu na rezultate dobijene izolacijom fenola iz svežeg biljnog materijala dobijene u radu Pandian i sar. (2017) (29,04 mg EGK/g s.e.), kao i primenom drugih rastvarača, na primer acetona – 95,70 mg EGK/g s.e. (Sulaiman i sar., 2011), acetona i vode – 29,04 mg EGK/g s.e. (Arjun i sar. 2017), etanola – 5,70 mg EGK/g s.e. (Sulaiman i sar., 2011), 75,90 mg EGK/g s.e. (Wani i Basir, 2018) ili vode – 155,20 mg EGK/g s.e. (Dorman i sar., 2003), 14,30 mg EGK/g s.e. (Sulaiman i sar., 2011) i 30,54 mg EGK/g s.e. (Wani i Basir, 2018), kao rastvarača.

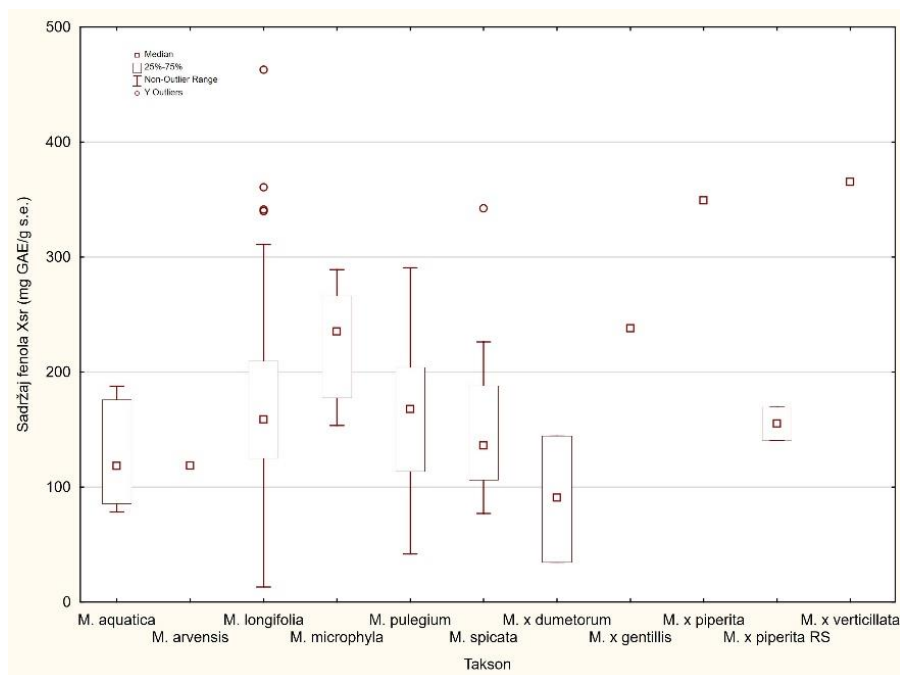
Što se tiče vrste *M. pulegium*, materijal korišćen u ovoj studiji potiče sa velikog geografskog područja i broji 25 uzoraka, te je očekivano da sadržaj ukupnih fenola značajno varira, i to u rasponu od 41,88 do 290,74 mg EGK/g s.e. (Tab. 66). Dobijeni rezultati su generalno u saglasnosti sa prethodnim studijama u kojima je korišćen metanol kao rastvarač, ali se u dostupnoj literaturi navode kako veće, tako i manje vrednosti. Rezultati kvantifikovanog sadržaja fenola u ekstraktima vrste *M. pulegium* su veći od onih koji se beleže u radovima u kojima su iz suvog biljnog materijala pomoću metanola izolovani fenoli: 37,40 mg EGK/g s.e. (Hajlaoui i sar., 2009), 18,26 mg EGK/g s.e. (Taamalli i sar., 2015), 17,00 mg EGK/g s.e. (Benabdallah i sar., 2016), 25,30 mg EGK/g s.e. (Brahmi i sar., 2017b) i 4,15–4,35 mg EGK/g s.e. (Hanafy i sar., 2017a). U ovom istraživanju određen sadržaj ukupnih fenola u vrsti *M. pulegium* je saglasan sa onim dobijenim u nekoliko drugih studija: Proestos i sar. (2005) (85,10 mg EGK/g s.e.), Karray-Bourani i sar. (2010) (20,10–56,60 mg EGK/g s.e.), Sarikurkcui i sar. (2012) (97,00 mg EGK/g s.e.), Stagos i sar. (2012) (138 mg EGK/g s.e.), Yumrutas i Saygideger (2012) (206,58 mg EGK/g s.e.), Osman (2013) (157,99 mg EGK/g s.e.), Khaled-Khodja i sar. (2014) (72,84 mg EGK/g s.e.), Hajlaoui i sar. (2015) (62,06 mg EGK/g s.e.), Çelik i sar. (2017) (85,10 mg EGK/g s.e.), Jakovljević i sar., (2017) (162,78 mg EGK/g s.e.) i Gülçin i sar. (2020) (53,81 mg EGK/g ekstrakta) u kojima je primenjena ista metodologija. Takođe, najviše vrednosti fenola u ekstraktima ove vrste viši su i u odnosu na dobijene vrednosti izolacijom fenola pomoću metanola, ali iz svežeg biljnog materijala, kao što su to uradili Derakhshani i sar. (2012) (15,95 i 17,88 mg EGK/g). Nasuprot tome, rezultati su niži u odnosu na vrednost 388,29 g GAE/g datu od strane Palić i sar. (2015), čiji uzorak je sa područja Srbije (Balta Berilovac). Na kraju, dobijene vrednosti su veće i u odnosu na saržaj fenola dobijenim pomoću etanola u radovima Brahmi i sar. (2015) (6,10 mg EGK/g s.e.) i Brahmi i sar. (2018) (28,30 mg EGK/g s.e.) i mešavine metanola i acetona 20–30 GAE/g ekstrakta (Žugić i sar., 2014), ali i u skladu sa sadržajem ukupnih fenola izolovanim pomoću vode kao rastvarača koje su sproveli Stagos i sar. (2012) (188 mg EGK/g s.e.) i Gülçin i sar. (2020) (59,62 GAE/g ekstrakta).

Za vrstu *M. microphylla* ne postoji veliki broj podataka o ukupnom sadržaju fenola dobijenim pomoću metanola, tako da se ovi rezultati mogu klasifikovati kao prvi u okviru areala vrste. Opseg variranja ukupnog sadržaja fenola date vrste bio je 153,48–289,18 mg EGK/g s.e. (Tab. 66), što je u skladu sa rezultatima analize ekstrakata dobijenih pomoću vode, a sprovedenih od strane Stagos i sar. (2012) (217 mg EGK/g s.e.) i Koutsogiannopoulou i Aligiannis (2009) (274,5 mg EGK/g s.e.), kao i etanola urađenih od strane Stagos i sar. (2012) (233 mg EGK/g s.e.), ali i manje u odnosu na rezultate Koutsogiannopoulou i Aligiannis (2009) dobijene ekstrakcijom etanolom (315,5 mg EGK/g s.e.).

Sadržaj ukupnih fenola kod ispitivanih uzoraka vrste *M. spicata* kretao se u opsegu od 77,25 do 342,50 mg EGK/g s.e. (Tab. 66). Dobijeni rezultati su veći od onih dobijenih u istraživanjima urađenim od strane Proestos i sar. (2005) (16,50 mg EGK/g s.e.), Hajlaoui i sar. (2015) (39,80 mg EGK/g s.e.) i Hanafy i sar. (2017a) (4,99–6,95 mg EGK/g s.e.), u skladu sa rezultatima koje su publikovali Scherer i sar. (2013) (76,32 mg EGK/g s.e.) i Cirlini i sar. (2016) (262,97 mg EGK/g s.e. ), ali manji od onih navedenih u radu Abdel-Hady i sar. (2018)

(388,20 mg EGK/g ekstrakta). U svim studijama sa kojima su poređene dobijene vrednosti, korištena je ista metodologija. Dodatno, ukupan sadržaj fenola ove vrste je veći u odnosu rezultate publikovane od strane Derakhshani i sar. (2012), koji su izolaciju vršili pomoću metanola, ali iz svežih biljaka (22,43 mg EGK/g s.e.), kao i u odnosu na istraživanja urađena od strane Brahmi i sar. (2015, 2018) gde je kao rastvarač primenjen etanol (12,00 i 30,80 mg EGK/g s.e.).

Hibridni taksoni *M. × dumetorum*, *M. × gentillis* i *M. × verticillata* nisu bili predmet velikog broja studija. Dobijeni rezultati za takson *M. × gentillis* (Tab. 66) je značajno veći od onog koji je zabeležen primenom istog rastvarača od strane Hanafy i sar. (2017a) (2,82 mg GAE/g s.e). Pored toga, sadržaj ukupnih fenola kod hibrida *M. × verticillata* je iznosio 365,20±27,71 mg GAE/g s.e. (Tab. 66), čime je značajno veći u odnosu na rezultate Dorman i sar. (2003), koji su koristili vodu kao medijum za ekstrakciju (128,10 mg GAE/g s.e.). Rezultati dobijeni kod uzoraka hibrida *M. × piperita* su se kretali od 140,86 do 349,26 mg GAE/g s.e. (Tab. 66), što je više u odnosu na rezultate drugih istraživača koji su takođe koristili metanol, pa su na primer Derakhshani i sar. (2012) 19,40 mg GAE/g s.e., Farnad i sar. (2014) 31,57 g GAE/100g s.e., Benabdallah i sar. (2016) 31,40 mg GAE/g s.e., Hanafy i sar. (2017a) 3,37–6,65 mg GAE/g s.e. i Jakovljević i sar. (2017) 171,09 mg GAE/g ekstrakta, dobili različite vrednosti. S druge strane, Atanassova i sar. (2011) su primenom istog rastvarača zabeležili vrednost od 45,25 mg GAE/100g s.e., dok su Lupsor i sar. (2019) uz ekstrakciju fenola iz svežeg biljnog materijala pomoću etanola dali 1560 mg GAE/100g.



Slika 119. Sadržaj ukupnih fenola u vodeno-alkoholnim ekstraktima ispitivanih taksona roda *Mentha*

Sadržaj ukupnih flavonoida ispitanih taksona roda *Mentha* prikazan je u tabeli 66 i na slici 120. U većini analiziranih ekstrakata (>70%) zabeležen je visok sadržaj flavonoida koji se uglavnom kretao preko 55 mg QE/g s.e., a u pojedinim uzorcima iznosio je i preko 155 mg QE/g s.e. Po veoma visokom sadržaju flavonoida posebno se izdvajaju uzorci *M. microphylla* (uzorak 71 – 198,95±13,22 mg QE/g s.e.), *M. longifolia* (uzorak 90 – 189,05±12,76 mg QE/g

s.e.), *M. × verticillata* (uzorak 145 – 156,81±7,52 mg QE/g s.e.) i *M. spicata* (uzorak 57 – 143,24±5,49 mg QE/g s.e.). Najniži sadržaj flavonoida detektovan je kod pojedinih uzoraka *M. longifolia* (npr. uzorci: 111 – 5,23±0,37 mg QE/g s.e., 109 – 5,66±0,06 mg QE/g s.e. i 100 – 5,89±0,37 mg QE/g s.e.), *M. pulegium* (npr. uzorci: 212 – 9,12±0,29 mg QE/g s.e. i 42 – 11,06±0,50 mg QE/g s.e.) i *M. × dumetorum* (uzorak 207 – 11,58±0,32 mg QE/g s.e.) (Prilog, Tab. 16). I u ovom slučaju, uočene su značajne razlike u sadržaju ukupnih flavonoida u zavisnosti od geografskog porekla ispitivanog biljnog materijala.

Rezultati dobijeni nakon spektrofotometrijskog određivanja sadržaja ukupnih flavonoida uzoraka vrste *M. aquatica* (58,51–74,40 mg QE/g s.e.) (Tab. 66) su veći u odnosu na rezultat Conforti i sar. (2008) koji je dobijen primenom etanola (15,75 mg QE/g s.e.), odnosno u skladu sa onim vrednostima u radu Benabdallah i sar. (2016) (31,77 mg QE/g s.e.), koji su za izolaciju koristili metanol.

Sadržaj ukupnih flavonoida kod vrste *M. arvensis* (70,71±0.91 mg QE/g s.e.) (Tab. 66) određen u ovom istraživanju je veći nego u mnogim studijama objavljenim do sada, bez obzira da li je rastvarač bio metanol, kao kod Sulaiman i sar. (2011) (6,30 mg QE/g s.e.), Benabdallah i sar. (2016) (18,20 mg RE/g s.e.) i Wani i Basir (2018) (29,83 mg RE/g s.e.), etanol kao u slučaju Sulaiman i sar. (2011) (2,80 mg QE/g s.e.) i Wani i Basir (2018) (17,20 mg ER/g s.e.), ili voda, koju su koristili Sulaiman i sar. (2011) (5,70 mg QE/g s.e.) i Wani i Basir (2018) (44,14 mg RE/g s.e.).

Opseg variranja ukupnih flavonoida ispitivanih uzoraka vrste *M. longifolia* je bio 5,23–189,05 mg QE/g s.e. (Tab. 66). Rezultati su nešto viši ili u skladu sa onim koji su dobijeni u istraživanjima Hajlaoui i sar. (2009) (63,93 mg CE/g s.e.), Raj i sar. (2010) (42,47 mg QE/g s.e.), Hajlaoui i sar. (2015) (63,93 mg CE/g s.e.) i Jakovljević i sar. (2017) (69,67 mg QE/g s.e.) ili manji od Hassan i sar. (2020) (207,43 mg QE/g s.e.), u kojima je kao rastvarač korišćen metanol. Takođe, vrednosti su u skladu sa rezultatima radova u kojima je primenjen etanol, publikovanim od strane Stanisavljević i sar. (2012) (106,70 g ER/ g s.e.) i Benedec i sar. (2013) (6,75 i 70 g ER/ g s.e.), kao i butanol (153,39 mg QE/g s.e.) ili etil-acetat (182,73 mg QE/g s.e.) (Hassan i sar., 2020), ali značajno manji u odnosu na rezultate dobijene pomoću metilena-hlora (236,23 mg QE/g s.e.) i petroletra (293,86 mg QE/g s.e.) (Hassan i sar., 2020).

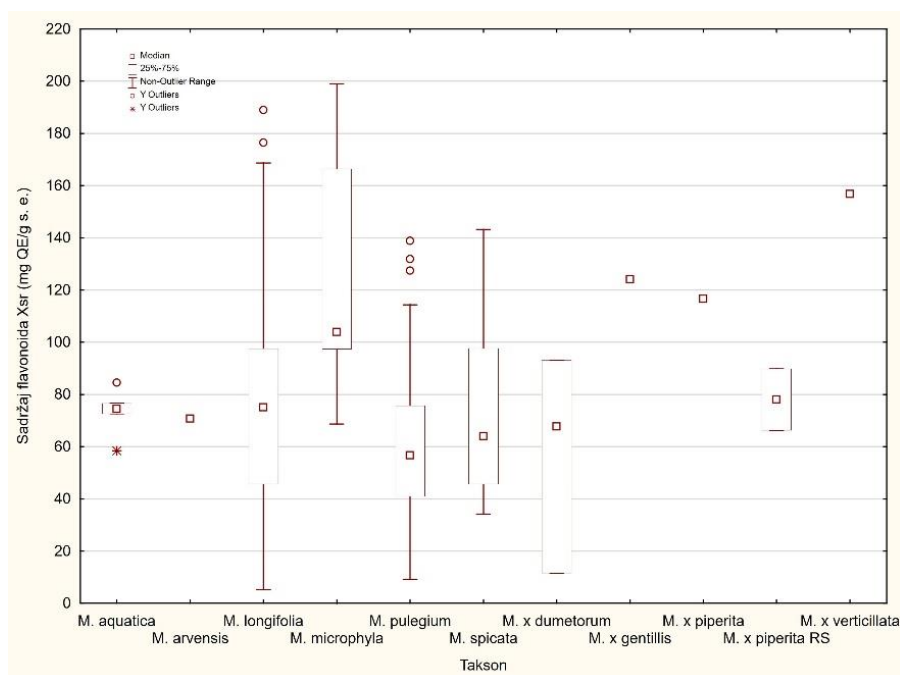
U poređenju sa prethodnim istraživanjima u kojima je primenjivan metanol za ekstrakciju, može se uočiti da su rezultati ukupnih flavonoida kod ispitivanih uzoraka *M. × piperita* (66,29–116,61 mg QE/g s.e.) (Tab. 66) veći u odnosu na vrednosti određene od strane Farnad i sar. (2004) (2,48 g QE/100 g s.e.), Atanassova i sar. (2011) (25,17 mg CE/100 g s.e.) i Benabdallah i sar. (2016) (15,70 mg RE/g s.e.), ali i manji nego oni publikovani od strane Jakovljević i sar. (2017) (167,48 mg RE/g ekstrakta).

Sadržaj ukupnih flavonoida u ekstraktima vrste *M. spicata* (34,15–143,24 mg QE/g s.e.) (Tab. 66) dobijen u okviru ovog istraživanja je mnogo niži od rezultata navedenih od strane Abdel-Hody i sar. (2018) (204,01 mg RE/g ekstrakta), ali veći u odnosu na onaj koji su publikovali Hajlaoui i sar. (2015) (32,83 mg CE/g s.e.). Međutim, sadržaj ukupnih flavonoida je veći nego u studijama sprovedenim od strane Brahmi i sar. (2015; 2018) u kojima je primenjen etanol kao rastvarač (2,45 i 5,20 mg QE/g s.e.).

Veliki broj radova na temu sadržaja ukupnih flavonoida u ispitivanim uzorcima vrste *M. pulegium* je dostupan, a poređenjem rezultata dobijenih u ovom (9,12–138,90 mg QE/g s.e.) (Tab. 66) uočava se saglasnost sa prethodnim istraživanjima, ali i neka odstupanja. Jedini niži sadržaj flavonoida navode Brahmi i sar. (2017b) (5,10 mg QE/g s.e.), dok nešto veći sadržaj daju Palić i sar. (2015) (150,00 mg QE/g s.e.). Rezultati iz većine drugih istraživanja koja su

se između ostalog, bavila hemijskom karakterizacijom vrste *M. pulegium*, su u saglasnosti sa ovim istraživanjem, a posebno se izdvajaju sledeći autori: Hajlaoui i sar. (2009) (33,83 mg CE/g s.e.), Karray-Bouraoui i sar. (2010) (12,90–52,10 mg CE/g s.e.), Sarikurkcui i sar. (2012) (20,88 mg QE/g s.e.), Yumrutas i Saygideger (2012) (46,00 mg QE/g s.e.), Osman (2013) (16,95 mg RE/mg s.e.), Khaled-Khodja i sar. (2014) (13,82 mg QE/g s.e.), Hajlaoui i sar. (2015) (33,83 mg CE/g s.e.), Taamalli i sar. (2015) (13,76 mg CE/g s.e.), Benabdallah i sar. (2016) (13,72 mg RE/g s.e.), Jakovljević i sar. (2017) (93,29 mg R/g ekstrakta) i Gülçin i sar. (2020) (48,21 mg QE/g ekstrakta).

Ono što je bitno na kraju posebno naglasiti je da su rezultati sadržaja ukupnih flavonoida za *M. microphylla*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis* i *M. × verticillata* dobijeni u sklopu ovog istraživanja novi i jedni od retkih za navedene taksone.



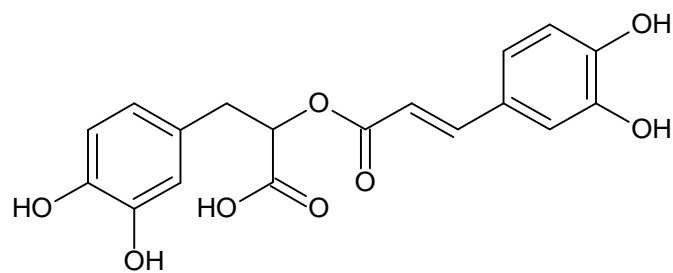
Slika 120. Sadržaj ukupnih flavonoida u vodenom-alkoholnim ekstraktima ispitivanih taksona roda *Mentha*

### 5.3.2 Sekundarna hemijska karakterizacija 11 taksona roda *Mentha* L.

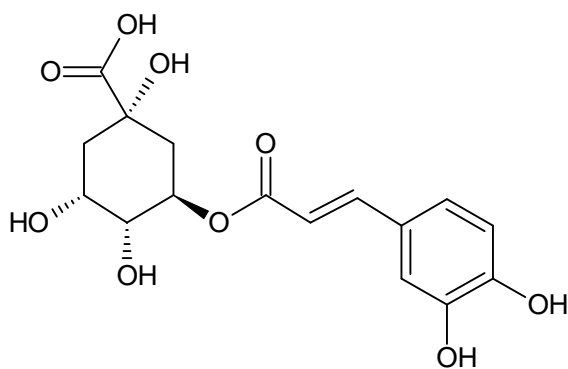
U sklopu sekundarne hemijske karakterizacije, analizirani su prisustvo i sadržaj sedam fenolnih kiselina (ferulna, hlorogenska, kafena, *p*-kumarinska, ruzmarinska, sinapinska i vanilinska) i pet flavonoida, od čega četiri aglikona (apigenin, naringenin, epikatehin i kvercetin) i jedan u formi glikozida (rutin) u 138 ekstrakata poreklom od 11 taksona roda *Mentha* (*M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. longifolia*, *M. microphylla*, *M. spicata*, *M. pulegium*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × piperita*, *M. × piperita* 'Ruska crna' i *M. × verticillata*) sakupljenih na većem broju lokaliteta na području Balkanskog poluostrva i u južnom delu Panonske nizije (Prilog, Tab. 3), primenom visokofikasne tečne hromatografije, koja je bez ili sa modifikacijama, jedna od najčešće primenjivanih hromatografskih metoda za hemijsku karakterizaciju predstavnika roda *Mentha*, odnosno kvalitativnu i kvantitativnu analizu

fenolnih jedinjenja. Hemijske strukture analiziranih fenolnih jedinjenja predstavljene su na slikama 121 i 122.

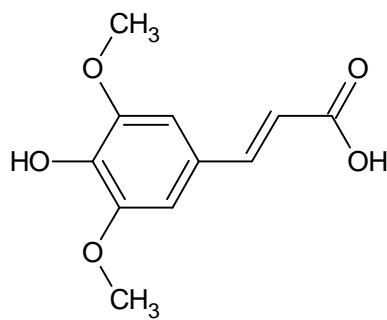
Prema dostupnoj literaturi koja je relativno obimna, do sada su najčešće analizirani gajeni oblici roda, u prvom redu *M. × piperita*, zatim *M. spicata*, a u manjoj meri uzorci iz samoniklih populacija vrsta *M. longifolia*, *M. pulegium*, *M. aquatica* i *M. arvensis*. Ostali taksoni, pre svega oni hibridnog porekla, čiji uzorci su poreklom iz prirodnih populacija su ređe hemijski karakterisani. Što se tiče ispitivanih jedinjenja, ubedljivo najčešće je detektovano prisustvo i analiziran sadržaj ruzmarinske kiseline, a zatim kafene, ferulne, hlorogenske i *p*-kumarinske kiseline, dok su vanilinska i sinapinska kiselina veoma retko bile predmet istraživanja. U okviru flavonoida, čiji su prisustvo i sadržaj u odnosu na fenolne kiseline slabije istraženi, na prvom mestu se nalazi apigenin, a potom naringenin i rutin, dok su kvercetin i epikatehin bili predmet manjeg broja studija. Rezultati svih navedenih jedinjenja u uzorcima roda *Mentha* dobijeni u ovom istraživanju dati su na tabelama 67 i 68, kao i u Prilogu (Tab. 17).



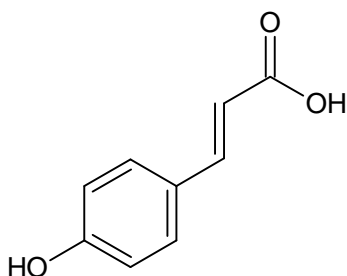
a) ruzmarinska kiselina



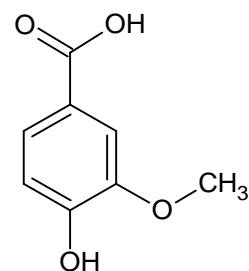
b) hlorogenska kiselina



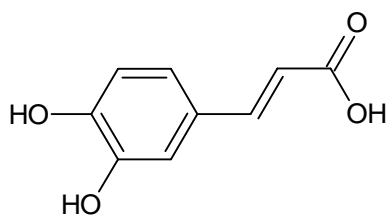
c) sinapinska kiselina



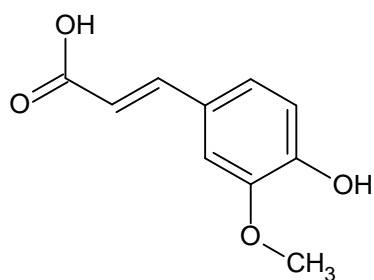
d) *p*-kumarinska kiselina



e) vanilinska kiselina

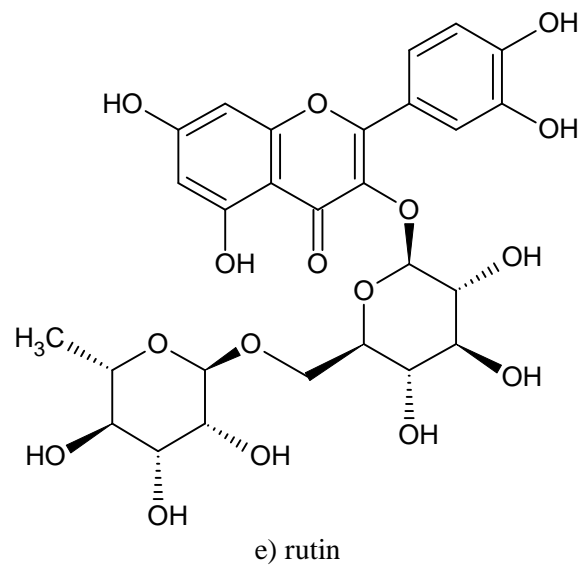
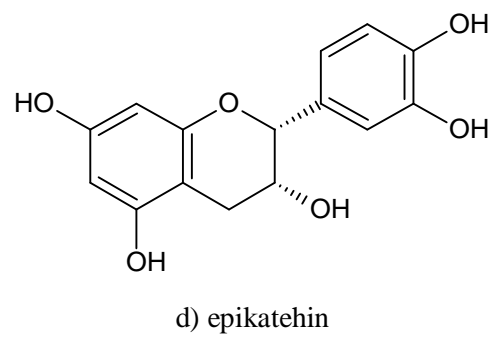
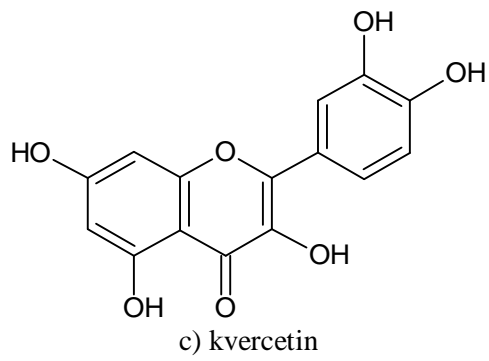
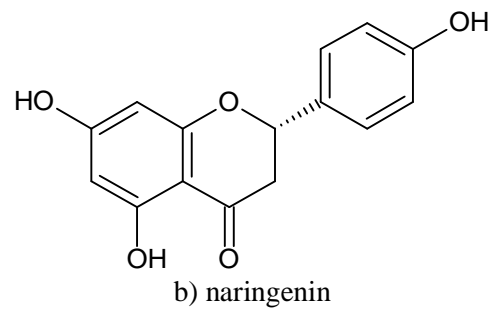
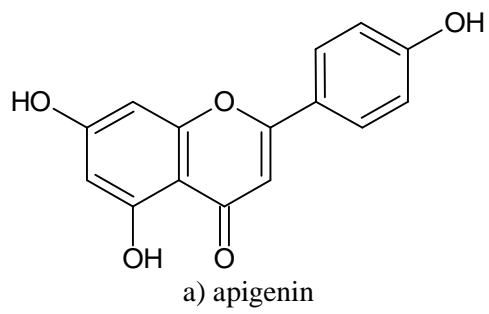


f) kafena kiselina



g) ferulna kiselina

Slika 121. Hemijske strukture sedam analiziranih fenolnih kiselina



Slika 122. Hemijske strukture pet analiziranih flavonoida



Tabela 67. Sadržaj fenolnih kiselina u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

Takson	BU	FA (mg/g)	CHA (mg/g)	CA (mg/g)	KA (mg/g)	RA (mg/g)	SA (mg/g)	VA (mg/g)
MA	8	0,0726–0,2263	0,2320±0,0130	0,0103–0,0512	0,0159–0,2497	0,0443–0,3555	0,0570–0,2202	0,0155–0,1904
Mar	1	0,1550±0,1151	n.d.	0,0121±0,0005	0,0429±0,0005	0,2865±0,0156	0,2309±0,0183	n.d.
ML	79	0,0363–0,7501	0,0218–0,2517	0,0103–0,0999	0,0007–0,2090	0,0403–0,4895	0,0308–0,2434	0,0163–0,4174
MM	7	0,0656–0,5028	0,0289–0,1307	0,0113±0,0003	0,0060–0,0710	0,0554–0,3121	0,0336–0,2349	0,0143–0,1232
MPu	23	0,0187–0,2209	0,0235–0,0253	0,0103–0,0297	0,0036–0,0561	0,0388–0,3262	0,0155–0,1962	0,0136–0,1766
MS	12	0,0546–0,2824	0,0254–0,0753	0,0107–0,0352	0,0051–0,1300	0,0383–0,3334	0,0315–0,2738	0,0130–0,1000
MD	3	0,0983–0,2180	n.d.	0,0252–0,0393	0,0241–0,2253	0,1164–0,3476	0,0546–0,2627	0,0907–0,3426
MG	1	0,0729±0,0031	n.d.	n.d.	0,0370±0,0011	n.d.	0,1041±0,0054	n.d.
MP	1	0,1529±0,0073	0,0362±0,0004	n.d.	0,1165±0,0070	0,1508±0,0002	0,2680±0,0212	0,0840±0,0055
MP RS	2	0,3965–0,6652	0,0402–0,0525	n.d.	0,0978±0,0032	0,3046–0,3644	0,1514±0,0097	0,0931–0,1724
MV	1	0,1157±0,0079	n.d.	n.d.	0,0471±0,0030	0,1303±0,0047	0,1919±0,0095	0,1703±0,0072

Legenda: BU – broj uzoraka po taksonu, FA – ferulna kiselina, CHA – hlorogenska kiselina, CA – kafenea kiselina, KA – *p*-kumarinska kiselina, RA – ružmarinska kiselina, SA – sinapinska kiselina, VA – vanilinska kiselina; MA – *M. aquatica*, Mar – *M. arvensis*, ML – *M. longifolia*, MM – *M. microphylla*, MPu – *M. pulegium*, MS – *M. spicata*, MD – *M. × dumetorum*, MG – *M. × gentillis*, MP – *M. × piperita*, MP RS – *M. × piperita* 'Ruska crna', MV – *M. × verticillata*; n.d. – jedinjenje nije detektovano; ćelije obeležene sivom bojom sadrže i uzorke u kojima nije detektovano dato jedinjenje

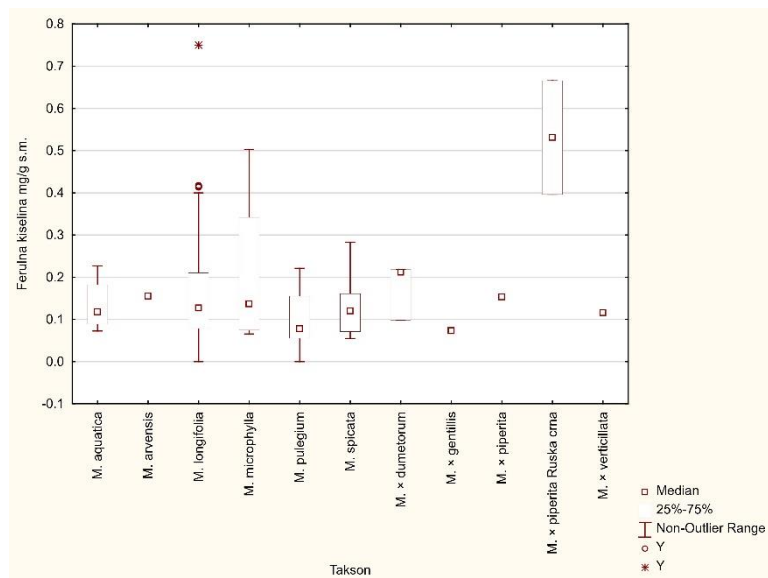
Tabela 68. Sadržaj flavonoida u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

Takson	BU	A (mg/g)	N (mg/g)	E (mg/g)	Q (mg/g)	R (mg/g)
MA	8	0,0626–0,5311	0,0084–0,0217	0,1332–2,4402	0,0678–0,4399	0,0709–0,6177
Mar	1	0,0847±0,0059	0,0207±0,0006	0,2889±0,0034	0,0755±0,0020	0,4113±0,0109
ML	79	0,0093–0,4844	0,0024–0,0231	0,0163–3,6446	0,0340–0,4422	0,0621–0,7041
MM	7	0,0199–0,1249	0,0058–0,0404	0,0147–1,5839	0,0724–0,4204	0,0577–0,6721
MPu	23	0,0101–0,1637	0,0050–0,0179	0,0364–0,5275	0,0231–0,1799	0,0272–0,5146
MS	12	0,0248–0,0867	0,0055–0,0198	0,0873–0,6668	0,0474–0,3190	0,0490–0,5621
MD	3	0,0484–0,1695	0,0086–0,0145	0,02186–1,8763	0,1011–0,1883	0,1825–0,7401
MG	1	0,0995±0,0065	n.d.	0,2815±0,0171	0,1171±0,0050	0,2803±0,0211
MP	1	0,2511±0,0025	0,0095±0,0006	0,7943±0,0533	0,0953±0,0034	0,1215±0,0810
MP RS	2	0,1793–0,2377	0,0262–0,0757	0,3686–0,5479	0,1774–0,2275	0,0777–0,3275
MV	1	0,1254±0,0005	0,0193±0,0000	1,0925±0,0266	0,2235±0,0165	0,3726±0,0023

Legenda: BU – broj uzoraka po taksonu, A – apigenin, N – naringenin, E – epikatehin, Q – kvercetin, R – rutin; MA – *M. aquatica*, Mar – *M. arvensis*, ML – *M. longifolia*, MM – *M. microphylla*, MPu – *M. pulegium*, MS – *M. spicata*, MD – *M. × dumetorum*, MG – *M. × gentillis*, MP – *M. × piperita*, MP RS – *M. × piperita* 'Ruska crna', MV – *M. × verticillata*; n.d. – jedinjenje nije detektovano; ćelije obeležene sivom bojom sadrže i uzorke u kojima nije detektovano dato jedinjenje

### 5.3.2.1 Ferulna kiselina

Ovo jedinjenje je hidroksicimetna kiselina, koja je široko zastupljena kod biljaka jer izgrađuje ćelijski zid, odnosno lignin i pektin. Rezultati određivanja sadržaja ferulne kiseline u prikupljenim uzorcima roda *Mentha* su dati u na slici 123.



Slika 123. Sadržaj ferulne kiseline u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

Identifikovana je kod svih analiziranih taksona i to kod 132 uzorka, od ukupno 138. Nije detektovana samo u pet uzoraka vrste *M. longifolia* (uzorci: 13, 136, 146, 201 i 219) i jednom uzorku vrste *M. pulegium* (uzorak 43) (Prilog, Tab. 17). Ukupan opseg variranja ferulne kiseline je bio 0,0187–0,7501 mg/g s.m. Najveći broj uzoraka imao je nizak sadržaj ferulne kiseline, a samo pojedinačno su zabeležene visoke vrednosti i to kod pojedinih uzoraka taksona *M. longifolia* (uzorak 50 – 0,7501 mg/g s.m.), *M. x piperita* ‘Ruska crna’ (uzorak 56 – 0,6652 mg/g s.m.) i *M. microphylla* (uzorak 83 – 0,5028 mg/g s.m.). Najniže vrednosti zabeležene su u uzorcima vrsta *M. pulegium* (uzorci: 42 – 0,0187 mg/g s.m. i 212 – 0,0343 mg/g s.m.) i *M. longifolia* (uzorak 15 – 0,0363 mg/g s.m.) (Prilog, Tab. 17). Interesantno je da je najveći opseg variranja ove kiseline na istraživanom geografskom području zabeležen za *M. longifolia*, što se vrlo lako može objasniti i velikim brojem ispitivanih uzoraka. Međutim, za *M. microphylla* to objašnjenje se ne može primeniti, s obzirom na neke druge taksone sa mnogo većim brojem uzoraka, kao što su *M. pulegium* ili *M. spicata* već se može pretpostaviti da je kod ove vrste mnogo više do izražaja došao uticaj određenih abiotičkih faktora na različitim lokalitetima na kojima su prikupljeni uzorci za sekundarnu hemijsku karakterizaciju (Sl. 123; Tab. 67).

Većina autora navodi samo kvalitativne podatke o (ne)postojanju ferulne kiseline kod vrste *M. aquatica*. Ipak, detektovane količine ovog jedinjenja kod ove vrste (0,0726–0,2263 mg/g s.m.) (Tab. 67) su u saglasnosti sa Park i sar. (2019) (0,0779 mg/g s.m.) ili veće u odnosu na rezultat Tahira i sar. (2011) (0,0443 mg/g s.m.). Sadržaj ferulne kiseline u uzorku vrste *M. arvensis* dobijen u ovom istraživanju (0,0847±0,0115 mg/g s.m.) (Tab. 67) je veći od 0,036 mg/g s.m. odnosno manji od 4,446, 5,133 i 6,25 mg/g s.m., što su rezultati publikovani u radu Tahira i sar. (2011), koji su analizirali četiri različita gajena, lokalna oblika ove vrste, od koji su tri poreklom iz Pakistana (Islamabad), a jedan iz Kine. Rezultati određivanja sadržaja ferulne

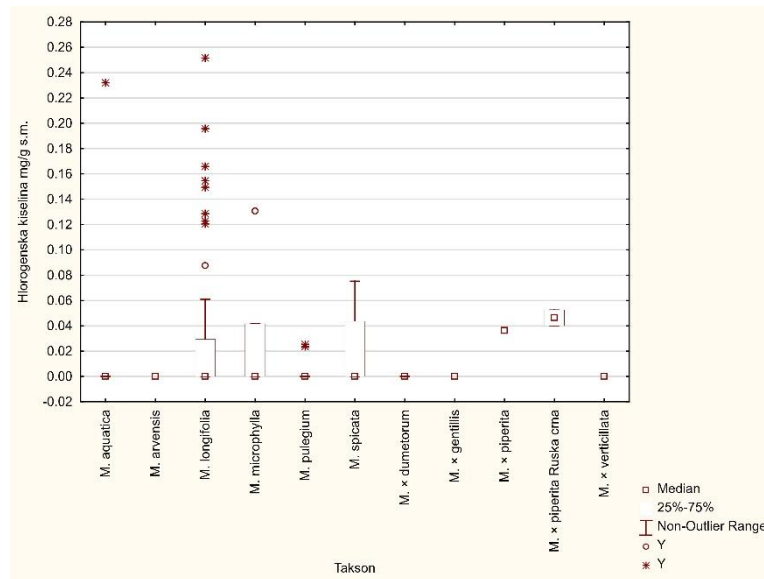
kiseline kod uzorka vrste *M. longifolia* (0,0363–0,7501 mg/g s.m.) (Tab. 67) dobijeni u ovom istraživanju su u saglasnosti onim dobijenim od strane Park i sar. (2019) (0,0387 mg/g s.m.), ali i nešto veći od količina koje su publikovali Tahira i sar. (2011) (0,0094 mg/g s.m.), odnosno Benedec i sar. (2013) (<0,002 mg/g s.m.), pri čemu su ovako male vrednosti dobijene uz primenu etanola kao rastvarača. Takođe, nedetektovanje ove kiseline u nekoliko uzoraka vrste *M. longifolia* je u skladu sa rezultatima objavljenim od strane Patonay i sar. (2017), koji ferulnu kiselinu nisu zabeležili u uzorcima biljaka sa područja Mađarske, koristeći četiri različita rastvarača za ekstrakciju: metanol, etanol, smešu etanola i vode (70:30), kao i smešu etanola i vode (10:90) uz definisanu pH vrednost od 3,5. Međutim, u odnosu na rezultate u okviru ovog istraživanja, isti autori navode manje vrednosti ovog jedinjenja (0,0104 mg/g s.m.) dobijene primenom smeše etanola i vode u odnosu 70:30 (0,0297 mg/g s.m.), odnosno upotrebom vode i etanola u razmeri 90:10 sa pH vrednošću 3,5 (0,0359 mg/g s.m.) (Patonay i sar., 2017). Sadržaj ferulne kiseline u uzorcima vrste *M. pulegium* (0,0187–0,2209 mg/g s.m.) (Tab. 67) je veći u odnosu na 0,0045 mg/g s.m. (Tahira i sar., 2011) ili u saglasnosti sa 0,0612 mg/g s.m. (Park i sar., 2019), ali značajno manji nego sadržaj koji su dobili Proestos i sar. (2005) (2,8 mg/g s.m.). Sadržaj ferulne kiseline određen u uzorcima vrste *M. spicata* (0,0546–0,2824 mg/g s.m.) (Tab. 67) je manji u poređenju sa Tahira i sar. (2011) (0,6771 mg/g s.m.), veći u odnosu na Fiamegos i sar. (2004) (0,0057 mg/g s.m.) i Park i sar. (2019) (0,0224 mg/g s.m.), a rezultati su saglasni sa Proestos i sar. (2005) (0,056 mg/g s.m.). Zabeležen je niži sadržaj ferulne kiseline kod *M. × piperita* (uzorak 99 – 0,1529 mg/g s.m.), odnosno viši u dva uzorka *M. × piperita* ‘Ruska crna’ (uzorak 79 – 0,3965 mg/g s.m. i 56 0,6652 mg/g s.m.) (Tab. 67) u odnosu na podatke koje su publikovali Farnad i sar. (2014) (0,043 mg/g praha), Tahira i sar. (2011) (0,2893 i 0,6388 mg/g s.m.), Vladimir-Knežević i sar. (2014) (0,50 mg/g s.m.) i Park i sar. (2019) (0,0259 mg/g s.m.). Na osnovu dostupne literature, taksoni kao što su *M. microphylla*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × verticillata* i *M. × piperita* ‘Ruska crna’ su veoma slabo istraženi u svetlu sadržaja fenolnih kiselina, te su ovo prvi podaci o količini ferulne kiseline u uzorcima navedenih taksona.

Do sada je ferulna kiselina identifikovana kod *M. spicata* u Alžiru (Brahmi i sar., 2015), Grčkoj (Fiamegos i sar., 2004; Proestos i sar., 2005), Finskoj (Kivilompolo i Hyotylainen, 2007), Koreji (Park i sar., 2019) i Pakistanu (Tahira i sar., 2011), zatim u uzorku *M. pulegium* iz Grčke (Proestos i sar., 2005), Koreje (Park i sar., 2019) i Pakistana (Tahira i sar., 2011), kao i kod *M. × piperita* poreklom iz Hrvatske (Vladimir-Knežević i sar., 2014), Irana (Farnad i sar., 2014), Koreje (Park i sar., 2019) i sa teritorije SAD-a (Lv i sar., 2012). Potvrđena je i u uzorcima *M. longifolia* na području Koreje (Park i sar., 2019), Pakistana (Tahira i sar., 2011) i Rumunije (Benedec i sar., 2013), kod uzoraka *M. aquatica* u Koreji (Park i sar., 2019) i Rumuniji (Gatea i sar., 2015; Teodor i sar., 2015), kao i u uzorcima *M. arvensis* sa područja Pakistana (Tahira i sar., 2011).

Ovim istraživanjem je ferulna kiselina potvrđena za sledeće taksone i države odakle potiču uzorci: *M. arvensis* (Sl), *M. aquatica* (S, CG i SM), *M. microphylla* (B i G), *M. longifolia* (BiH, B, CG, G, SM i S), *M. spicata* (CG, G i S), *M. pulegium* (A, B, CG, G, SM i S), *M. × dumetorum* (CG, G i SM), *M. × gentillis* (S), *M. × piperita* (G i S) i *M. × verticillata* (CG).

### 5.3.2.2 Hlorogenska kiselina

Hlorogenska kiselina je estar kafene i (-)-hine kiseline i predstavlja intermedijerno jedinjenje u sintezi lignina, te je široko zastupljena kiselina kod drvenastih biljaka. Rezultati određivanja sadržaja hlorogenske kiseline u ekstraktima 11 taksona roda *Mentha* dati su na slici 124, tabeli 67 i u Prilogu (Tab. 17).



Slika 124. Sadržaj hlorogenske kiseline u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

Interesantno je da kod većine uzoraka (~70%) ovo jedinjenje nije detektovano, pa se može pretpostaviti da se javlja samo u tragovima, ispod limita detekcije. Zabeležena je za različit broj uzoraka taksona *M. aquatica* (jedan), *M. longifolia* (27), *M. microphylla* (tri), *M. pulegium* (dva), *M. spicata*, (četiri) i *M. × piperita* (jedan), dok u pojedinačnim uzorcima *M. arvensis* (uzorak 78), *M. × dumetorum* (uzorci: 77, 92 i 207), *M. × gentillis* (uzorak 80) i *M. × verticillata* (uzorak 145) nije identifikovana (Prilog, Tab. 17). Opseg variranja ove kiseline kretao se od 0,0218 do 0,2517 mg/g s.m. Najveći broj uzoraka (73%) imao je veoma niske vrednosti (0,0218–0,0838 mg/g s.m.), samo 13% je bilo u opsegu niskih vrednosti, od 0,0838 do 0,1458 mg/g s.m., srednjim vrednostima se odlikuju četiri uzorka *M. longifolia* (uzorci: 4, 19, 101 i 156). Od svih ostalih, izdvajaju se pojedinačni uzorci vrsta *M. longifolia* (uzorak 16 – 0,2517 mg/g s.m.) i *M. aquatica* (uzorak 151 – 0,2320 mg/g s.m.) (Prilog, Tab. 17), koje karakteriše visok sadržaj ove kiseline.

Samo u jednom uzorku vrste *M. aquatica* detektovan je sadržaj hlorogenske kiseline (uzorak 151 – 0,2320 mg/g s.m.) (Prilog, Tab. 17) koji je veći u odnosu na do sada objavljene rezultate od strane Park i sar. (2019) (0,1776 mg/g), dok je Hanafy i sar. (2017a) ne nalaze ili detektuju u tragovima. Kao što je već istaknuto, hlorogenska kiselina nije detektovana u jedinom uzorku vrste *M. arvensis* (uzorak 78) (Prilog, Tab. 17), dok na primer Hanafy i sar. (2017a) beleže vrednost 0,22 mg/g s.m u svom istraživanju. Rezultati količine hlorogenske kiseline u odnosu na pojedine sakupljene uzorke vrste *M. longifolia* su veoma različiti i kreću se u velikom rasponu (0,0218–0,2517 mg/g s.m.) (Tab. 67). Zbog te velike varijabilnosti, oni su veći u odnosu na one publikovane od strane Benedec i sar. (2013) (<0,002 mg/g), značajno manji u odnosu na rezultate koje su navode Elansary i sar. (2020) (0,638 mg/g s.m.) i odgovaraju nekim od dosadašnjih istraživanja (1,50 mg/g s.m. – Vladimir-Knežević i sar. 2014 i 0,1709 mg/g s.m. – Park i sar., 2019). Takođe, donje dobijene vrednosti su vrlo slične rezultatima Bahadori i sar. (2018) dobijenim iz etanolnog ekstrakta (0,027 mg/g s.m.) i infuza (0,064 mg/g s.m.). Zabeležene vrednosti hlorogenske kiseline u uzorcima vrste *M. pulegium* (0,0235–0,0253 mg/g s.m.) (Tab. 67) su niže u odnosu na rezultate koje navode drugi autori, kao na primer Vladimir-Knežević i sar. (2014) (1,64 mg/g s.m.) i Park i sar. (2019) (0,1905 mg/g s.m.). S druge strane, najpribližniji su vrednostima u metanolnom ekstraktu (0,0274 mg/g

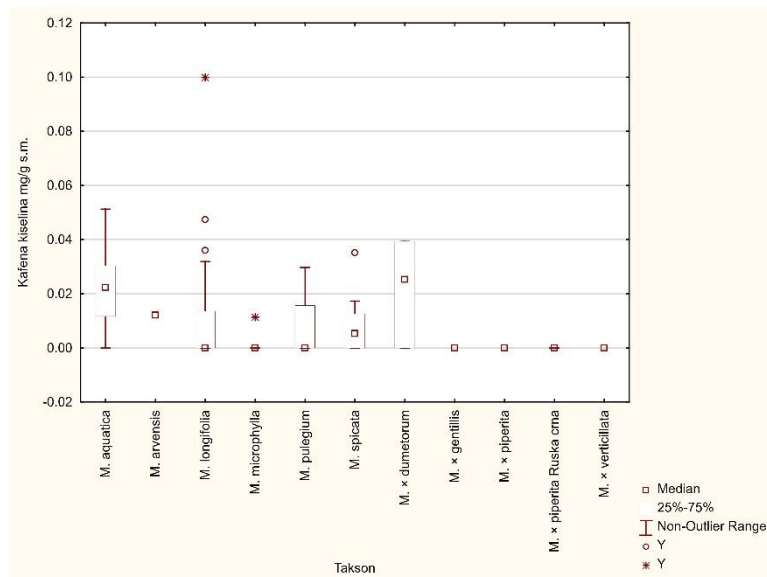
s.m.), ali i nešto veći od vrednosti dobijenih sa vodom kao rastvaračem (0,0146 mg/g s.m.) koje navode Gülcin i sar. (2020). U uzorcima iste vrste, Hanafy i sar. (2017a) navode prisustvo hlorogenske kiseline u tragovima ili je ne detektuju, što je takođe u skladu sa većinom uzoraka ovog istraživanja. Takođe, rezultati sadržaja hlorogenske kiseline kod taksona *M. spicata* (0,0254–0,0753 mg/g s.m.) (Tab. 67) su mnogo manji u poređenju sa rezultatima objavljenim od strane Park i sar. (2019) (0,2389 mg/g s.m.), kao i Hanafy i sar. (2017a) (0,38 mg/g s.m.). Rezultati količine hlorogenske kiseline kod ispitivanih uzoraka *M. × piperita* (uzorak 99 – 0,0362 mg/g s.m.) i *M. × piperita* ‘Ruska crna’ (uzorci: 79 – 0,0402 mg/g s.m. i 56 – 0,0526 mg/g s.m.) (Tab. 67) odstupaju od onih dobijenih u istraživanjima Farnad i sar. (2014) (0,2149 mg/g s.m.), Vladimir-Knežević i sar. (2014) (1,78 mg/g s.m.), Park i sar. (2019) (0,1743 mg/g s.m.), Hanafy i sar. (2017a) (0,13–0,18 mg/g s.m.) i Elansary i sar. (2020) (0,694 mg/g s.m.) i značajno su niži, prisutni gotovo u tragovima. Prema dosadašnjim istraživanjima, slično rezultatima dobijenim u ovoj studiji, nije zabeleženo prisustvo hlorogenske kiseline u ekstraktima taksona *M. arvensis*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis* i *M. × verticillata*, koji se generalno mogu okarakterisati kao slabije analizirani taksoni u pogledu sadržaja pojedinih fenolnih kiselina. Međutim, svi ovi taksoni predstavljeni su vrlo malim brojem uzoraka, od jedan do tri, čime se bar delimično mogu objasniti ovakvi rezultati.

Do sada je hlorogenska kiselina zabeležena za vrstu *M. aquatica* poreklom iz Italije (Marrelli i sar., 2013), Koreje (Park i sar., 2019) i Rumunije (Gatea i sar., 2015; Teodor i sar., 2015), u uzorcima vrste *M. longifolia* sakupljene u Hrvatskoj (Vladimir-Knežević i sar., 2014), Iranu (Bahadori i sar., 2018), Koreji (Park i sar., 2019), Rumuniji (Benedec i sar., 2013) i Saudijskoj Arabiji (Elansary i sar., 2020). Takođe, potvrđena je i u uzorcima *M. spicata* prikupljenim u Alžiru (Brahmi i sar., 2015), Finskoj (Kivilompolo i Hyotylainen, 2007) i Koreji (Park i sar., 2019), kod vrste *M. pulegium* iz Alžira (Brahmi i sar., 2015), Hrvatske (Vladimir-Knežević i sar., 2014), Koreje (Park i sar., 2019) i Turske (Gülcin i sar., 2020), a i u ekstraktima dobijenim iz hibrida *M. × piperita* sakupljenih na području Hrvatske (Vladimir-Knežević i sar., 2014), Irana (Farnad i sar., 2014), Koreje (Park i sar., 2019), Portugalije (Pereira i sar., 2016) i Saudijske Arabije (Elansary i sar., 2020).

Ovim istraživanjem je potvrđena za sledeće taksone i države odakle potiču uzorci: *M. aquatica* (S), *M. microphylla* (B i G), *M. longifolia* (BiH, B, CG, SM i S), *M. spicata* (CG, G i S), *M. pulegium* (CG i S) i *M. × piperita* (G i S).

### 5.3.2.3 Kafena kiselina

Kafena kiselina kao i ruzmarinska, potiče iz hidrosicimetne kiseline i spada u najčešće detektovane kiseline u rodu *Mentha*. Rezultati određivanja sadržaja kafene kiseline u ekstraktima 11 taksona roda *Mentha* dati su na slici 125, tabeli 67 i u Prilogu (Tab. 17). Iako se smatra čestom kiselinom u rodu, navedeno jedinjenje detektovano je kod 43% uzoraka. Nije potvrđena za taksone *M. × piperita* (uzorak 99), *M. × gentillis* (uzorak 80) i *M. × verticillata* (uzorak 145) (Prilog, Tab. 17), upravo one koji su predstavljeni sa po jednim primerkom. Posmatrajući sve dobijene rezultate, ukupan opseg variranja ove kiseline iznosio je 0,0103–0,0999 mg/g s.m. Najviše uzoraka (74%) odlikovalo se niskim vrednostima, koje su bile u rasponu od 0,0103 do 0,0233 mg/g s.m., dok je 20% uzoraka imalo srednje vrednosti 0,0233–0,0363 mg/g s.m., a veće vrednosti beleže se samo pojedinačno i to za uzorke vrsta *M. longifolia* (uzorak 66 – 0,0999 mg/g s.m. i uzorak 89 – 0,0474 mg/g s.m.) i *M. aquatica* (uzorak 76 – 0,0512 mg/g s.m.) (Prilog, Tab. 17).



Slika 125. Sadržaj kafene kiseline u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

Sadržaj kafene kiseline određen u ispitivanim uzorcima vrste *M. aquatica* (0,0103–0,0512 mg/g s.m.) (Tab. 67) je niži u odnosu na vrednosti navedene u radovima Hanafy i sar. (2017a) (0,06–0,15 mg/g s.m.) i Park i sar. (2019) (0,0945 mg/g s.m.). Pored toga, Hanafy i sar. (2017a) kafenu kiselinu u drugim izorcima ove vrste navode u tragovima ili uopšte ne detektuju, što je saglasno sa nekoliko uzoraka *M. aquatica* u okviru ovog istraživanja. U uzorku vrste *M. arvensis* količina istog jedinjenja (0,0121 mg/g s.m.) (Tab. 67) je niža u odnosu na rezultate u studiji publikovanoj od strane Tahira i sar. (2011) (0,0483, 0,0411, 0,0585 i 0,0928 mg/g s.m.), bez obzira na to sa kojim oblikom vrste se upoređuje. Takođe, vrednost je niža nego kod Hanafy i sar. (2017a) (0,02–0,41 mg/g s.m.), koji ovu kiselinu u nekim uzorcima vrste *M. arvensis* i ne detektuju. Kafena kiselina je određena u 32 od ukupno 79 analiziranih ekstrakata vrste *M. longifolia*, a njen opseg variranja je bio 0,0103–0,0999 mg/g s.m. (Tab. 67), što je saglasno sa ili više u odnosu na vrednost koju daju Benedec i sar. (2013) (0,002 mg/g s.m.), dok je značajno niže u poređenju sa rezultatima navedenih od strane drugih autora, kao što su Dudai i sar. (2006) (50–80 mg/g s.m.), Tahira i sar. (2011) (3,148 mg/g s.m.), Vladimir-Knežević i sar. (2014) (1,18 mg/g s.m.) i Elansary i sar. (2020) (0,196 mg/g s.m.) S druge strane, dobijeni rezultati su u saglasnosti sa vrednostima metanolnih (0,0524 i 0,0608 mg/g s.m.) i etanolnih (0,0635 mg/g s.m.) ekstrakata, ali manji od onih dobijenih u vodeno-etanolnim ekstraktima bez definisane pH vrednosti (0,2733 mg/g s.m.), a koje su dobijene u istraživanju Patonay i sar. (2017). Takođe, ukupna zabeležena količina kafene kiseline kod *M. longifolia* je manja u poređenju sa vrednostima koje daju Bahadori i sar. (2018) (0,119 mg/g s.m., infuz i 0,086 mg/g s.m., etanolni ekstrakt) i Park i sar. (2019) (0,0585 mg/g s.m.). Izmereni sadržaj kafene kiseline u ekstraktima vrste *M. pulegium* (0,0103–0,0297 mg/g s.m.) (Tab. 67) odstupa u odnosu na neke od prethodnih rezultata, kao na primer: 0,6 mg/g s.m. (Proestos i sar., 2005), 1,892 mg/g s.m. (Tahira i sar., 2011) i 0,72 mg/g s.m. (Vladimir-Knežević i sar., 2014). Međutim, rezultati dobijeni u ovom istraživanju bliski su onim u studijama autora Park i sar. (2019) (0,0306 mg/g s.m.) i Hanafy i sar. (2017a) (0,02–0,28 mg/g s.m.), dok Gülcin i sar. (2020) navode nešto niže (0,0068 mg/g s.m.) ili više vrednosti (0,0335 mg/g s.m.), u zavisnosti od toga da li je korišćen metanol ili voda za rastvaranje. Takođe, postoje uzorci koji su bez ove kiseline ili u kojima je ona detektovana u tragovima (Hanafy i sar., 2017a), što je slučaj i sa ovim istraživanjem. Količina kafene kiseline kod ekstrakata vrste *M. spicata* varira u rasponu 0,0107–0,0352 mg/g s.m. (Tab. 67) i manja je u

odnosu na rezultate koji su do sada objavljeni (0,06 mg/g s.m. – Proestos i sar., 2005, 0,0872 mg/g s.m. – Tahira i sar. 2011, 0,02–0,14 mg/g s.m. – Hanafy i sar. (2017a), 0,0409 mg/g s.m. – Park i sar. 2019). Pored toga, u nekim uzorcima vrste *M. spicata* ova kiselina nije nađena, što je u skladu sa podacima istraživanja Hanafy i sar. (2017a). Nedetektovanje, odnosno sadržaj kafene kiseline ispod limita detekcije u uzorcima taksona *M. × piperita* (Sl. 125) je kontradiktorno većini studija. U analizirama u kojima je zabeležena, autori navode različite količine ove kiseline: Farnad i sar. (2014) 0,0967 mg/g s.m., Vladimir-Knežević i sar. (2014) 2,15 mg/g, Hanafy i sar. (2017a) 0,02–0,23 mg/g s.m., Park i sar. (2019) 0,0421 mg/g s.m., i Elansary i sar. (2020) 0,174 mg/g s.m. Međutim, Hanafy i sar. (2017a) u nekim uzorcima ovog taksona beleže kafenu kiselinu u tragovima ili je uopšte ne detektuju, što je u skladu sa uzorcima ove disertacije. Dodatno, sadržaj kafene kiseline ispod limita detekcije u ekstraktu hibrida *M. × verticillata* je u skladu sa rezultatima dobijenim od strane Dorman i sar. (2003) i Košar i sar. (2004), koji je nisu detektovali u etanolnom, odnosno metanolnom ekstraktu datog taksona. Prema dosadašnjim radovima, taksoni kao što su *M. microphylla*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × verticillata* i *M. × piperita* 'Ruska crna' nisu često bili predmet ovakvih studija u kojima je određivan sadržaj fenolnih kiselina, te je važno istaći da su ovi rezultati o ukupnom sadržaju kafene kiseline u uzorcima navedenih taksona, jedni od prvih na istraživanom području.

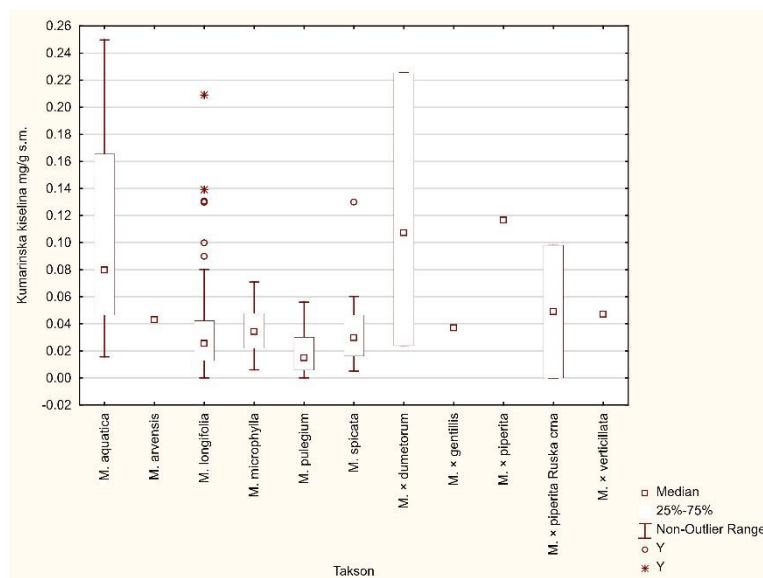
Kafena kiselina je određena je kod hibrida *M. × piperita* i to na području Hrvatske (Mekinić i sar., 2014; Vladimir-Knežević i sar., 2014), Irana (Hadjmohammadi i sar., 2013; Kapp i sar., 2013; Kapp, 2015; Farnad i sar., 2014; ), Koreje (Park i sar., 2019), Meksika (Pérez i sar., 2014), Poljske (Fecka i Turek, 2007), Portugalije (Pereira i sar., 2016), Saudijske Arabije (Elansary i sar., 2020) i SAD-a (Lv i sar., 2012). Osim toga, potvrđena je u uzorcima vrste *M. pulegium* u Alžiru (Brahmi i sar., 2015), Bosni i Hercegovini (Politeo i sar., 2018), Egiptu (Shalaby i sar., 2000; Marzouk i sar., 2018), Hrvatskoj (Vladimir-Knežević i sar., 2014), Grčkoj (Proestos i sar., 2005), Koreji (Park i sar., 2019), Pakistanu (Tahira i sar., 2011) i Turskoj (Gülcin i sar., 2020). Njeno prisustvo detektovano je i kod uzoraka vrste *M. longifolia* sa teritorije Egipta (Marzouk i sar., 2018), Hrvatske (Vladimir-Knežević i sar., 2014), Irana (Shekarchi i sar. 2012; Bahadori i sar. 2018), Izraela (Dudai i sar., 2006), Koreje (Park i sar., 2019), Mađarske (Patonay i sar., 2017), Pakistana (Tahira i sar., 2011), Rumunije (Benedec i sar., 2013), Saudijske Arabije (Elansary i sar., 2020), kao i kod vrste *M. spicata* poreklom iz Alžira (Brahmi i sar., 2015), Finske (Kivilompolo i Hyotylainen, 2007), Grčke (Proestos i sar., 2005), Koreje (Park i sar., 2019) i Pakistana (Tahira i sar., 2011). Identifikovana je i u ekstraktima vrste *M. aquatica* sakupljene u Italiji (Marrelli i sar., 2013), Koreji (Park i sar., 2019) i Rumuniji (Teodor i sar., 2015), kao i kod vrste *M. arvensis* iz Pakistana (Tahira i sar., 2011) i Poljske (Hawrył i sar. 2016a, 2016b).

Ovom studijom kafena kiselina je potvrđena za sledeće taksone i države odakle potiču pojedini uzorci: *M. arvensis* (SI), *M. aquatica* (CG, SM, S), *M. longifolia* (BiH, B, CG, SM, S), *M. microphylla* (B), *M. pulegium* (B, CG, G, SM i S) i *M. spicata* (CG, G i S).

#### 5.3.2.4 *p*-Kumarinska kiselina

Ovo jedinjenje je takođe derivat cimetne kiseline, koji se u prirodi javlja u vidu tri izomera *o*-, *p*- i *m*-, i široko je zastupljena kod biljaka. Rezultati merenja sadržaja *p*-kumarinske kiseline u ekstraktima 11 taksona roda *Mentha* dati su na slici 126, tabeli 67 i u Prilogu (Tab. 17). Detektovana je kod svih analiziranih taksona, i to u 97% uzorka. Ukupan opseg variranja *p*-kumarinske kiseline je bio 0,0007–0,2497 mg/g s.m. Najviše uzoraka (52%) nalazilo se u zoni niskih vrednosti (0,0007–0,0307 mg/g s.m.), nešto manje (32%) je imalo srednje vrednosti, tj. do 0,0607 mg/g s.m., a pojedinačno se beleže visoke vrednosti *p*-kumarinske kiseline. Sa tim u vezi, posebno se izdvajaju uzorci vrste *M. aquatica* (uzorci: 76–0,2497 mg/g

s.m., 209 – 0,1776 mg/g s.m. i 138 – 0,1532 mg/g s.m.), koja se generalno odlikuje velikim količinama ove kiseline, zatim uzorci hibrida *M. × dumetorum* (uzorak 92 – 0,2253 mg/g s.m.), ali i vrste *M. longifolia* (uzorak 141 – 0,2090 mg/g s.m.). Generalno, veoma niske vrednosti zabeležene su za određene uzorke vrsta *M. pulegium* (npr. uzorci: 54 – 0,0036 mg/g s.m., 48 – 0,0042 mg/g s.m. i 202 – 0,0058 mg/g s.m.) i *M. longifolia* (uzorak 13 – 0,0007 mg/g s.m.) (Prilog, Tab. 17).



Slika 126. Sadržaj *p*-kumarinske kiseline u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

Zabeležene su veće vrednosti *p*-kumarinske kiseline u uzorcima vrste *M. aquatica* (0,0159–0,2497 mg/g s.m.) (Tab. 67) u odnosu na rezultat dobijen pomoću metanola kao rastvarača sprovedene od strane Park i sar. (2019) (0,0073 mg/g s.m.), dok u radu gde je primenjen etanol (Gatea i sar. 2015) ova kiselina nije bila detektovana. Rezultati o ukupnom sadržaju *p*-kumarinske kiseline u ekstraktima vrste *M. longifolia* (0,0007–0,2090 mg/g s.m.) (Tab. 67) su značajno niži od vrednosti navedenih u istraživanjima urađenim od strane Dudai i sar. (2006) (0,25 mg/g s.m.) i Elansary i sar. (2020) (1,3 mg/g s.m.), ali i u saglasnosti sa ili viši od rezultata drugih studija, npr. Benedec i sar. (2013) (0,002 mg/g s.m.), Bahadori i sar. (2018) (0,015 mg/g s.m., infuz i 0,005 mg/g s.m., etanolni ekstrakt) i Park i sar. (2019) (0,0062 mg/g s.m.).

U poređenju sa rezultatima količina *p*-kumarinske kiseline u uzorcima *M. pulegium* (0,3969 mg/g s.m.), *M. spicata* (0,0146 mg/g s.m.) i *M. × piperita* (0,0039 mg/g s.m.) zabeleženih od strane Park i sar. (2019), naši rezultati su značajno niži (0,0036–0,0561 mg/g s.m., *M. pulegium*), niži ili manje više jednaki (0,0051–0,1300 mg/g s.m., *M. spicata*) ili viši (0,1165 mg/g s.m. – *M. × piperita* i 0,0978 mg/g s.m. – *M. × piperita* ‘Ruska crna’) (Tab. 67). S druge strane Elansary i sar. (2020) ne detektuju ni jedan oblik kumarinske kiseline u uzorcima *M. × piperita* koje su istraživali. Na osnovu dostupnih istraživanja, ne postoji mnogo podataka o ukupnom sadržaju *p*-kumarinske za taksone *M. arvensis*, *M. microphylla*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × verticillata* i *M. × piperita* ‘Ruska crna’. Stoga, rezultati dobijeni u ovoj studiji predstavljaju jedne od prvih na istraživanoj teritoriji.



*p*-Kumarinska kiselina je identifikovana u uzorcima vrste *M. aquatica* u Koreji (Park i sar., 2019), *M. pulegium* sa područja Alžira (Brahmi i sar., 2015), Bosne i Hercegovine (Politeo i sar., 2018) i Koreje (Park i sar., 2019), zatim kod vrste *M. spicata* u Alžiru (Brahmi i sar., 2015), Finskoj (Kivilompolo i Hyotylainen, 2007) i Koreji (Park i sar., 2019), kao i kod hibrida *M. × piperita* poreklom iz Hrvatske (Mekinić i sar., 2014), Meksika (Pérez i sar., 2014), Koreje (Park i sar., 2019) i SAD-a (Lv i sar., 2012). U okviru vrste *M. longifolia* je ova kiselina najčešće beležena i to u Iranu (Bahadori i sar., 2018), Izraelu (Dudai i sar., 2006), Koreji (Park i sar., 2019), Rumuniji (Benedec i sar., 2013) i Saudijskoj Arabiji (Elansary i sar., 2020).

Sprovedeno istraživanje potvrđuje prisustvo *p*-kumarinske kiseline u uzorcima sledećih taksona i država: *M. arvensis* (SI), *M. aquatica* (S, CG, SM), *M. microphylla* (B i G), *M. longifolia* (BiH, B, CG, G, SM i S), *M. spicata* (CG, G i S), *M. pulegium* (A, B, CG, G, SM i S), *M. × dumetorum* (CG, G i SM), *M. × gentillis* (S), *M. × piperita* (G i S) i *M. × verticillata* (CG).

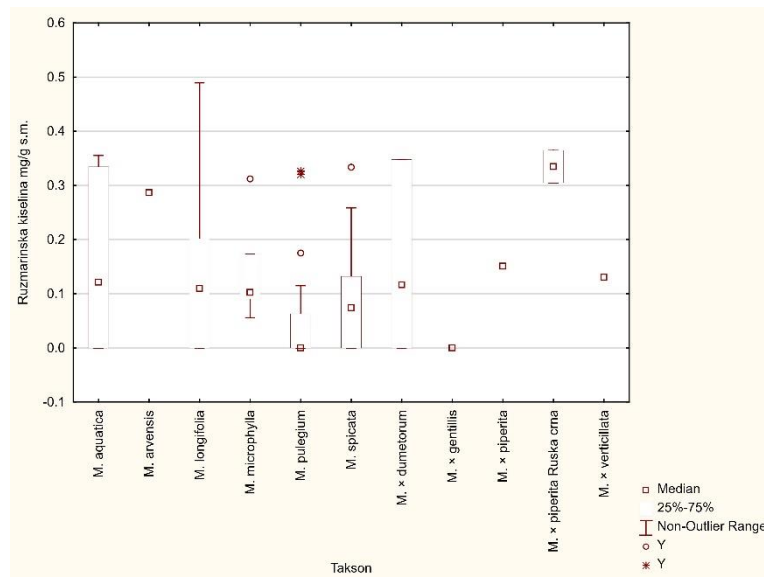
### 5.3.2.5 Ruzmarinska kiselina

Ruzmarinska kiselina ili „tanin“ usnatica je depsid koji je karakterističan za predstavnike potporodice Nepetoideae (Patonay i Németh-Zámboriné, 2020). Rezultati sadržaja ruzmarinske kiseline u ekstraktima 11 taksona roda *Mentha* dati su na slici 127, tabeli 67 i u Prilogu (Tab. 17). Detektovana je kod svih analiziranih taksona, osim kod hibrida *M. × gentillis*, kao i u 65% svih analiziranih uzoraka. Ukupan opseg variranja je bio 0,0383–0,4895 mg/g s.m. Najviše uzoraka (37%) imalo je niske vrednosti ove kiseline (0,0383–0,1233 mg/g s.m.), nešto manje (29%) se odlikovalo srednjim vrednostima (0,1233–0,2083 mg/g s.m.), visoke vrednosti (0,2083–0,3783 mg/g s.m.) beleže se kod 30% uzoraka, dok se izuzetno visoke vrednosti (iznad 0,3783 mg/g s.m.) beleže u pojedinačnim slučajevima. U vezi sa tim, po veoma visokim vrednostima posebno se izdvaja vrsta *M. longifolia*, koja prema sadržaju u pojedinim uzorcima (uzorci: 2 – 0,4895 mg/g s.m., 135 – 0,3924 mg/g s.m., 66 – 0,3893 mg/g s.m. i 20 – 0,3853 mg/g s.m.), premašuje i *M. × piperita* ‘Ruska crna’ (uzorak 79 – 0,3644 mg/g s.m.). Pored toga, visoke vrednosti zabeležene su i kod pojedinačnih uzoraka taksona *M. aquatica* (uzorak 35 – 0,3555 mg/g s.m.), *M. microphylla* (uzorak 71 – 0,312 mg/g s.m.), *M. pulegium* (uzorak 70 – 0,3262), *M. spicata* (uzorak 57 – 0,3334 mg/g s.m.) i *M. × dumetorum* (uzorak 77 – 0,3476 mg/g s.m.). Generalno se svi taksoni u kojima je potvrđeno prisustvo ove kiseline, a koji su u istraživanju zastupljeni sa više od tri uzorka, odlikuju značajnim stepenom variranja (Prilog, Tab. 17).

Rezultati količine ruzmarinske kiseline kod uzoraka vrste *M. aquatica* (0,0443–0,3555 mg/g s.m.) (Tab. 67) su različiti, značajno niži u odnosu na vrednost koju daju Shekarchi i sar. (2012) (24,60 mg/g s.m.), viši od rezultata dobijenih u radu autora Tahira i sar. (2011) (0,2645 mg/g s.m.) i Park i sar. (2019) (0,0377 mg/g s.m.) i saglasni ili manji sa opsegom koje navode Hanafy i sar. (2017a) (0,20–0,59 mg/g s.m.). Sadržaj ruzmarinske kiseline kod vrste *M. arvensis* (0,2865± mg/g s.m.) (Tab. 67) je manji u odnosu na rezultate navedene u radu Tahira i sar. (2011) (0,5674–3,622 mg/g s.m.), bez obzira na to sa kojim od četiri analizirana oblika se upoređuje. Suprotno tome, sadržaj ruzmarinske kiseline je veći u poređenju sa podacima objavljenim od strane Hanafy i sar. (2017a) (0,05 mg/g s.m.). U ekstraktima vrste *M. longifolia* (0,0403–0,4895 mg/g s.m.) (Tab. 67) zabeležene količine su daleko niže u odnosu na gotovo sve dostupne studije. Sadržaj ove kiseline je čak i do nekoliko desetina puta manji u odnosu na vrednosti koje se navode u drugim istraživanjima, kao na primer Dudai i sar. (2006) (~80 mg/g s.m.), Fialova i sar. (2008) (8,80–11,90 mg/g s.m.), Krzyzanowska i sar. (2011) (1,933–21,76 mg/g s.m.), Shen i sar. (2011) (6,99 mg/g s.m.), Tahira i sar. (2011) (0,6174 mg/g s.m.), Shekarchi i sar. (2012) (26,60 mg/g s.m.), Vladimir-Knežević i sar. (2014) (22,33 mg/g s.m.),

Hanafy i sar. (2017a) (0,41–0,52 mg/g s.m.), Patonay i sar. (2017) (0,4428–11,366 mg/g s.m.), Bahadori i sar. (2018) (2,225–6,260 mg/g s.m.) i Elansary i sar. (2020) (7,816 mg/g s.m.). Jedino Park i sar. (2019) beleže nešto niže rezultate (0,0187 mg/g s.m.) u poređenju sa onim dobijenim u ovom istraživanju. Slično kao i u slučaju *M. longifolia*, merenjem količine ruzmarinske kiseline u uzorcima vrste *M. pulegium* (0,0388–0,3262 mg/g s.m.) (Tab. 67) pokazano je da je njen sadržaj niži u odnosu na većinu vrednosti publikovanih od strane Tahira i sar. (2011) (0,6535 mg/g s.m.), Shekarchi i sar. (2012) (23,40 mg/g s.m.) i Vladimir-Knežević i sar. (2014) (34,83 mg/g s.m.), dok samo Park i sar. (2019) navode niže rezultate (0,0025 mg/g s.m.), a Gülçin i sar. (2020) ne detektuju ruzmarinsku kiselinu, kao što je uostalom bio slučaj i sa nekim od uzoraka u okviru ove disertacije. Kao i kod prethodno navedenih vrsta, i kod vrste *M. spicata* je slična situacija. Naime, zabeležene vrednosti ruzmarinske kiseline u ispitivanim ekstraktima (0,0383–0,3334 mg/g s.m.) su viši u odnosu na rezultate publikovane od strane Park i sar. (2019) (0,0265 mg/g s.m.), dok su u odnosu na vrednosti zabeležene u radovima autora Fialova i sar. (2008) (11,92–28,20 mg/g s.m.), Shen i sar. (2011) (10,40–23,51 mg/g s.m.), Tahira i sar. (2011) (2,98 mg/g s.m.) i Shekarchi i sar. (2012) (58,50 mg/g s.m.) značajno niži, a manje više saglasni ili niži u poređenju sa rezultatima Hanafy i sar. (2017a) (0,18–1,13 mg/g s.m.). Takođe, sadržaj ruzmarinske kiseline identifikovan u ekstraktima *M. × piperita* (uzorak 99 – 0,1508 mg/g s.m.) i *M. × piperita* ‘Ruska crna’ (uzorci: 56 – 0,3046 mg/g s.m. i 79 – 0,3644 mg/g s.m.) (Tab. 67) značajno odstupa u negativnom smislu o odnosu na brojna istraživanja. Neke od vrednosti koje se navode za *M. × piperita* su: 11,70–11,91 mg/g s.m. (Fialova i sar., 2008), 7,107 mg/g s.m. (Krzyzanowska i sar., 2011), 6,69 mg/g s.m. (Shen i sar., 2011), 28,20 mg/g s.m. (Shekarchi i sar., 2012), 61,05 mg/g s.m. (Vladimir-Knežević i sar., 2014) i 15,476 mg/g s.m. (Elansary i sar., 2020). Dobijeni rezultati za su jedino viši u odnosu na podatak koji su naveli Park i sar. (2019) (0,0424 mg/g s.m.), a najpribližniji su vrednostima dobijenim u istraživanju Hanafy i sar. (2017a) (0,11–0,49 mg/g s.m.) Na kraju, količina ruzmarinske kiseline dređena u uzorku *M. × verticillata* (uzorak 145 – 0,1303 mg/g s.m.) (Tab. 67) je mnogo niža nego u radovima Dorman i sar. (2003) i Košar i sar. (2004) koji navode identičnu vrednost – 6,45 mg/g s.m. u svojim radovima. Potvrda o detektovanju ruzmarinske kiseline kod taksona *M. × dumetorum* saglasna je sa Akšit i sar. 2014.

Ipak, važno je napomenuti da je većina navedenih studija u odnosu na koje su dobijeni značajno niži rezultati, za uzorke navedenih taksona koristila gajene oblike, koji su verovatno imali ujednačenije uslove i mnogo manje stresa u odnosu na biljke koje rastu u prirodi, odakle je gotovo čitav uzorak ove disertacije. Sa tim u vezi, u dosadašnjim istraživanjima potvrđeno je da na sadržaj ruzmarinske kiseline značajno utiče toplotni stres koji dovodi do njenog smanjenja (Fletcher i sar., 2005), ali i drugi faktori spoljašnje sredine, kao što su tip zemljišta i dužina svetlosnog perioda, kao i ontogenetski stadijum razvića biljke (Fletcher i sar., 2010), što su možda neki od razloga ovako niskih vrednosti ruzmarinske kiseline kod većine analiziranih uzoraka u poređenju sa drugim rezultatima. Daleko je manji broj podataka o ukupnom sadržaju ruzmarinske kiseline za taksona *M. microphylla*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × verticillata* i *M. × piperita* ‘Ruska crna’, pa su rezultati ovog istraživanja značajni u pogledu povećanja saznanja o njihovom hemijskom sastavu na istraživanom području.



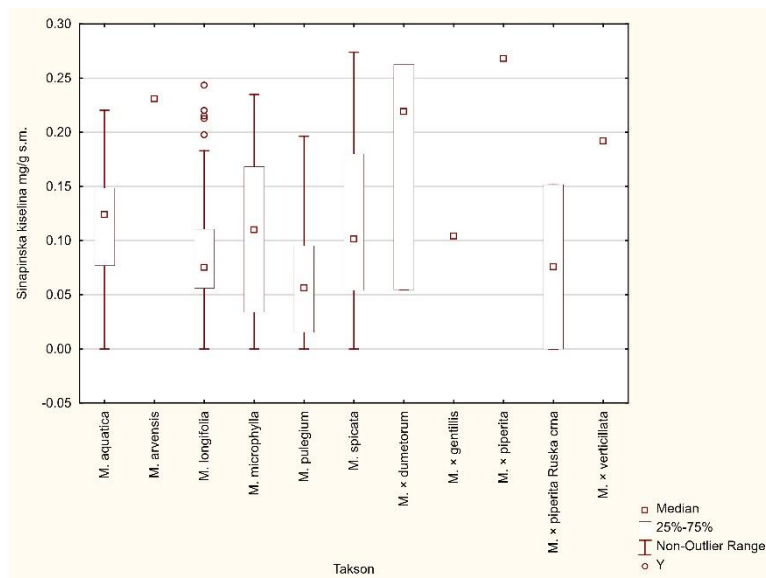
Slika 127. Sadržaj ruzmarinske kiseline u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

Generalno posmatrano, ruzmarinska kiselina je najčešće beležena kiselina, i to svega kod *M. x piperita*, a do sada je identifikovana u mnogo država, kao na primer u Hrvatskoj (Mekinić i sar., 2014; Vladimir-Knežević i sar., 2014), Iranu (Shekarchi i sar., 2012), Francuskoj (Guedon i Pasquier, 1994), Koreji (Park i sar., 2019), Meksiku (Pérez i sar., 2014), Poljskoj (Fecka i Turek, 2007; Fecka i sar., 2007; Krzyzanowska i sar. 2011, Hawrył i sar., 2016a, 2016b), Saudijskoj Arabiji (Elansary i sar., 2020), Slovačkoj (Fialova i sar., 2008) i Srbiji (Mišan i sar., 2011). Pored toga, *M. spicata* se odlikuje ovom kiselinom u svom sastavu, što je pokazano na materijalu poreklom iz Alžira (Brahmi i sar., 2015), Irana (Shekarchi i sar., 2012), Finske (Kivilompolo i Hyotylainen, 2007), Japana (Yamamura i sar., 1998), Koreje (Park i sar., 2019), Pakistana (Tahira i sar., 2011), Slovačke (Fialova i sar., 2008). Detektovano je njeno prisustvo u uzorcima *M. pulegium* sa teritorija Alžira (Brahmi i sar., 2015), Bosne i Hercegovine (Politeo i sar., 2018), Hrvatske (Vladimir-Knežević i sar., 2014), Irana (Shekarchi i sar., 2012), Koreje (Park i sar., 2019) i Pakistana (Tahira i sar., 2011). Takođe, često je identifikovana i u materijalu *M. longifolia* i to u Hrvatskoj (Vladimir-Knežević i sar., 2014), Iranu (Shekarchi i sar., 2012), Izraelu (Dudai i sar., 2006), Koreji (Park i sar., 2019), Mađarskoj (Patonay i sar., 2017), Pakistanu (Tahira i sar., 2011), Poljskoj (Krzyzanowska i sar., 2011), Saudijskoj Arabiji (Elansary i sar., 2020) i Slovačkoj (Fialova i sar., 2008). Potvrđena je kod *M. arvensis* i *M. aquatica* u Poljskoj (Hawrył i sar., 2016a, 2016b) i Pakistanu (Tahira i sar., 2011), *M. x dumetorum* u Turskoj (Akşit i sar., 2014), kao i kod *M. x verticillata* na biljnom materijalu poreklom iz Austrije (Dorman i sar., 2003) i Turske (Koşar i sar. 2004).

Ovo istraživanje potvrđuje prisustvo ruzmarinske kiseline u uzorcima sledećih taksona i država: *M. arvensis* (Sl), *M. aquatica* (S, CG, SM), *M. microphylla* (B i G), *M. longifolia* (BiH, B, CG, G, SM i S), *M. spicata* (CG, G i S), *M. pulegium* (A, B, G, SM i S), *M. x dumetorum* (CG, G i SM), *M. x piperita* (G i S) i *M. x verticillata* (CG).

### 5.3.2.6 Sinapinska kiselina

Iako široko zastupljena kod biljaka, sinapinska kiselina nije često bila predmet istraživanja u predstavnicima roda *Mentha*, te nema mnogo podataka o njenoj prisutnosti i količini. Rezultati sadržaja sinapinske kiseline u ispitivanim ekstraktima predstavnika roda *Mentha* dati su na slici 128, tabeli 67 i u Prilogu (Tab. 17). Određena je kod 86% uzoraka, odnosno kod svih analiziranih taksona.



Slika 128. Sadržaj sinapinske kiseline u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

Ukupan opseg variranja ove kiseline je bio 0,0155–0,2738 mg/g s.m. Uzimajući u obzir sve analizirane uzorke, 19% se odlikovalo veoma niskim vrednostima (0,0155–0,0585 mg/g s.m.), 20% je imalo veoma visoke vrednostima (iznad 0,1445 mg/g s.m.), 22% je bilo u rasponu visokih vrednosti (0,1015–0,1445 mg/g s.m.), najviše uzoraka (39%) se karakterisalo srednjim vrednostima (0,0585–0,1015 mg/g s.m.). Veoma visoke vrednosti bile su karakteristika uzoraka nekoliko taksona, u prvom redu *M. spicata* (uzorci: 22 – 0,2738 mg/g s.m., 57 – 0,2600 mg/g s.m. i 72 – 0,2438 mg/g s.m.), *M. x piperita* (uzorak 99 – 0,2680 mg/g s.m.), *M. x dumetorum* (uzorak 92 – 0,2627 mg/g s.m.), kao i *M. microphylla* (uzorak 73 – 0,2349 mg/g s.m.), *M. arvensis* (uzorak 78 – 0,2309 mg/g s.m) i *M. x verticillata* (uzorak 145 – 0,1919 mg/g s.m), dok su veoma niske vrednosti karakterisale nekoliko uzoraka *M. pulegium* (uzorci: 42 – 0,0155 mg/g s.m. i 212 – 0,0287 mg/g s.m.), *M. longifolia* (npr. uzorci: 94 – 0,0308 mg/g s.m. i 109 – 0,0369 mg/g s.m.) (Prilog, Tab. 17). Primetna je velika varijabilnost u sadržaju sinapinske kiseline kod taksona sakupljenih sa većeg broja lokaliteta na istraživanom području. Ukupan sadržaj sinapinske kiseline kod hibridnih taksona *M. x dumetorum*, *M. x gentillis* i *M. x verticillata* je u manjoj meri bio u fokusu istraživanja, pa su novodobijeni podaci o ukupnom sadržaju ove kiseline važni za bolje poznavanje datih taksona na istraživanom području.

Kao što je pomenuto, prisustvo i sadržaj sinapinske kiseline se veoma retko navode u literaturi i ona nije često istraživana kod predstavnika roda *Mentha*, a za sada je njeno prisustvo potvrđeno samo kod hibrida *M. x piperita* poreklom iz Meksika (Pérez i sar., 2014) i u etanolnim ekstraktima *M. longifolia* poreklom iz Irana (Bahadori i sar., 2018), pa je važno napomenuti da je ovim istraživanjem potvrđeno prisustvo sinapinske kiseline u svim

ispitivanim taksonima, i to u visokom procentu (86%) celokupnog uzorka. Za većinu analiziranih taksona ne postoje podaci koji bi se mogli porediti sa dobijenim, osim u slučaju vrsta *M. aquatica* i *M. longifolia*. Naime, u većini metanolnih ekstrakata vrste *M. aquatica* detektovana je sinapinska kiselina (0,0570–0,2202 mg/g s.m.) (Tab. 67), za razliku od istraživanja urađenog od strane Gatea i sar. (2015), koji su u etanolnim uzorcima iste vrste nisu kvantifikovali. S druge strane, ukupan zabeleženi sadržaj sinapinske kiseline u uzorcima vrste *M. longifolia* (0,0308–0,2434 mg/g s.m.) (Tab. 67) je mnogo niži od onog koji je dobijen iz etanolnih uzoraka populacija poreklom iz Irana, publikovanom od strane Bahadori i sar. (2018) (4,604 mg/g s.m.).

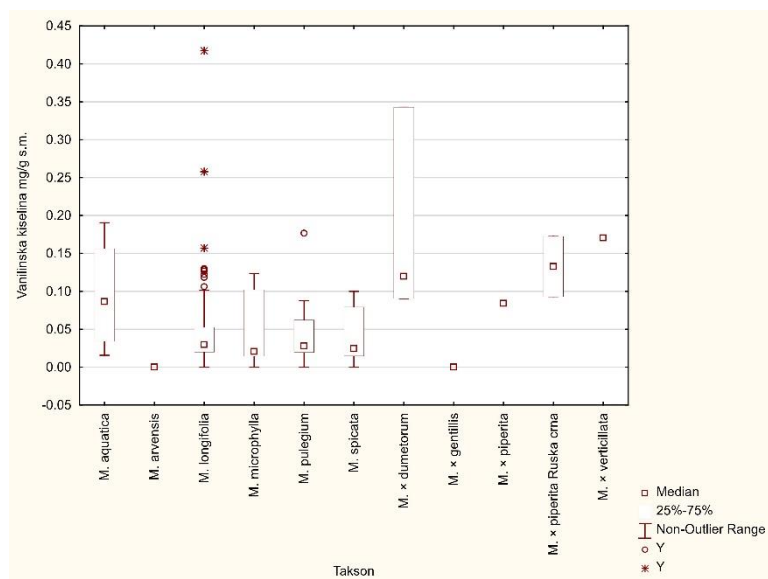
Ovim istraživanjem prisustvo sinapinske kiseline je potvrđeno kod pojedinih taksona sakupljenih na teritoriji sledećih država: *M. arvensis* (SI), *M. aquatica* (S, CG, SM), *M. microphylla* (B i G), *M. longifolia* (BiH, B, CG, G, SM i S), *M. spicata* (CG, G i S), *M. pulegium* (G, SM i S), *M. × dumetorum* (CG, G i SM), *M. × gentillis* (S), *M. × piperita* (G i S) i *M. × verticillata* (CG).

### 5.3.2.7 Vanilinska kiselina

Rezultati sadržaja vanilinske kiseline u ekstraktima ispitivanih predstavnika roda *Mentha* su dati na slici 129, tabeli 67 i u Prilogu (Tab. 17). Vanilinska kiselina detektovana je kod 82% uzoraka, odnosno kod svih taksona obuhvaćenih istraživanjem. Kod 18% ispitanih uzoraka koji su analizirani sa više lokaliteta nije detektovano njeno prisustvo, a uopšte nije zabeleženo za uzorke taksona *M. arvensis* i *M. × gentillis*, verovatno jer su bili predstavljeni samo sa po jednim uzorkom. Kod 62% uzoraka sadržaj ovog jedinjenja se kretao u intervalu niskih vrednosti (0,0130–0,0590 mg/g s.m.), 21% uzorka karakterisalo se srednjim vrednostima (0,0590–0,1050 mg/g s.m.), a 14% visokim (0,1050–0,1970 mg/g s.m.). Najviše vrednosti zabeležene su za pojedine uzorke taksona *M. longifolia* (uzorak 114 – 0,4174 mg/g s.m.) i *M. × dumetorum* (uzorak 77 – 0,3426 mg/g s.m.), dok su najmanje vrednosti karakteristika pre svega *M. microphylla* (uzorak 74 – 0,0143 mg/g s.m.), *M. spicata* (uzorak 113 – 0,0130 mg/g s.m.), ali se beleže i kod *M. longifolia* (npr. uzorak 217 – 0,0163 mg/g s.m.), *M. aquatica* (uzorak 85 – 0,0155 mg/g s.m.) i *M. pulegium* (npr. uzorak 38 – 0,0136 mg/g s.m.) (Prilog, Tab. 17).

Kao i u slučaju sinapinske kiseline, prisustvo i sadržaj vanilinske kiseline se ne navode često u dostupnoj literaturi o rodu *Mentha*, te su svi dobijeni rezultati novi, pa time i izuzetno značajni za bolje poznavanje hemije roda. Za većinu analiziranih taksona ne postoje podaci koji bi se mogli porediti sa dobijenim, osim u slučaju vrsta *M. longifolia*, *M. pulegium*, *M. spicata* i *M. × piperita*. Kod 16 uzoraka vrste *M. longifolia* (uzorci: 2, 17, 18, 20, 21, 25, 87, 88, 94, 95, 100, 102, 109, 116, 130 i 152) nije identifikovana vanilinska kiselina (Prilog, Tab. 17), kao i u slučaju autora Patonay i sar. (2017) koji su analizirajući biljni materijal ove vrste poreklom iz Mađarske izolovali vanilinsku kiselinu samo u rastvoru etanola i vode u razmeri 10:90 sa pH vrednošću 3,5, dok je kvantifikovanje u metanolnom rastvoru izostalo. Sadržaj vanilinske kiseline (0,0163–0,4174 mg/g s.m.) onih uzoraka *M. longifolia* u kojima je potvrđena, odgovara rezultatima sprovedenim u okviru istog istraživanja Patonay i sar. (2017) (0,0438–0,0622 mg/g s.m.). Određena količina vanilinske kiseline uzoraka vrste *M. spicata* (0,0130–0,1000 mg/g s.m.) (Tab. 67) bje viša u odnosu na rezultate datih od strane Proestos i sar. (2005) (0,007 mg/g s.m.), dok su rezultati sa drugim studijama saglasni u smislu odsustva (Fiamegos i sar., 2004), odnosno prisustva (Kivilompolo i Hyotylainen, 2007; Song i sar., 2008) ovog jedinjenja. Sadržaj vanilinske kiseline ekstrakata *M. × piperita* (uzorak 99 – 0,0840 mg/g s.m.) i *M. × piperita* 'Ruska crna' (uzorci: 79 – 0,0931 mg/g s.m. i 56 – 0,1724 mg/g s.m.) (Tab. 67) je viši u odnosu na vrednost, publikovanu u istraživanju autora Farnad i sar.

(2014) (0,0051 mg/g s.m.), dok je njeno prisustvo kod takosna *M. × piperita* potvrđeno rezultatima Lv i sar. (2012).



Slika 129. Sadržaj vanilinske kiseline u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

Za sada je vanilinska kiselina zabeležena u uzorcima vrsta *M. spicata* (Fiamegos i sar., 2004) i *M. pulegium* (Proestos i sar., 2005) u Grčkoj, *M. spicata* u Finskoj (Kivilompolo i Hyotylainen, 2007) i Kini (Song i sar., 2008), kao i kod *M. × piperita* u Iranu (Farnad i sar., 2014) i SAD-u (Lv i sar., 2012).

U okviru ove doktorske disertacije vanilinska kiselina identifikovana je u sledećim taksonima, odnosno državama: *M. aquatica* (S, CG, SM), *M. microphylla* (B i G), *M. longifolia* (BiH, B, CG, G, SM i S), *M. spicata* (CG, G i S), *M. pulegium* (A, B, G, SM i S), *M. × dumetorum* (CG, G i SM), *M. × piperita* (G i S) i *M. × verticillata* (CG).

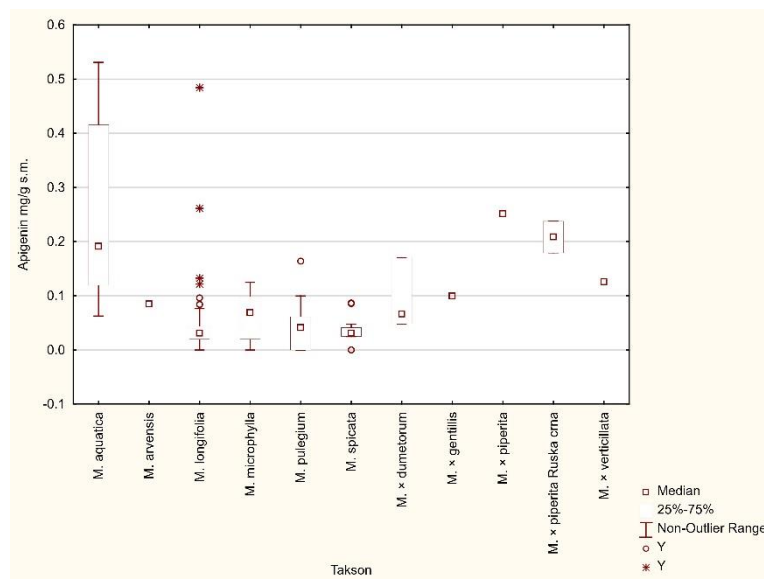
### 5.3.2.8 Apigenin

Apigenin je flavonoid koji pripada klasi flavona, čini aglikonsku komponentu nekoliko glikozida i široko je rasprostranjen kod biljaka. Rezultati količine apigenina u prikupljenim uzorcima roda *Mentha* su dati na slici 130, tabeli 68 i u Prilogu (Tab. 17). Više od 90% uzorka karakteriše se prisustvom apigenina, dok je bio odsutan kod pojedinačnih uzoraka vrsta *M. longifolia* (uzorci: 24, 146 i 208), *M. microphylla* (uzorak 73) i *M. spicata* (uzorci: 105 i 216), kao i kod relativno velikog broja uzoraka vrste *M. pulegium* (uzorci: 39, 40, 45, 47, 48, 202) (Prilog, Tab. 17). Opseg variranja apigenina se na nivou ukupnog uzorka kretao od 0,0093 do 0,5311 mg/g s.m. Najveći broj uzoraka (75%) se nalazio u opsegu niskih vrednosti (0,0093–0,0713 mg/g s.m.), a samo 15% uzoraka imalo je srednje vrednosti ovog jedinjenja (0,0713–0,1333 mg/g s.m.), dok su se visoke vrednosti javljale u svega deset uzoraka. Nizak sadržaj apigenina zabeležen je kod velikog broja uzoraka vrste *M. longifolia* (npr. uzorak 109 – 0,0093 mg/g s.m.) ali i kod vrsta *M. pulegium* (uzorak 42 – 0,0101 mg/g s.m.) i *M. microphylla* (uzorak 69 – 0,0199 mg/g s.m.). S druge strane, visok sadržaj apigenina određen je u uzorcima taksona *M. aquatica* (uzorci: 151 – 0,5311 mg/g s.m. i 76 – 0,3062 mg/g s.m.), *M. longifolia* (uzorci:

114 – 0,4844 mg/g s.m. i 50 – 0,2612 mg/g s.m.) i *M. × piperita* (uzorak 99 – 0,2511 mg/g s.m.) (Prilog, Tab. 17).

Pregledom prethodno publikovanih studija, konstatovano je da je apigenin najčešće samo kvalitativno određivan, bez naglašene količine, a neretko se dešava da navedene količine nisu uporedive jer nedostaje ukupan prinos radi preračunavanja. Na primer, određeno je prisustvo apigenina u uzorcima taksona *M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. longifolia*, *M. spicata* i *M. × piperita* u ranijim istraživanjima (Bimakr i sar., 2011; Kapp i sar., 2013; Hawrył i sar. 2016 a, 2016b; Marzouk i sar. 2018), što je u saglasnosti sa podacima dobijenim u ovom istraživanju. Što se tiče izmerenih vrednosti apigenina, one se razlikuju u odnosu na postojeće rezultate. Tako su dobijene količine ovog flavonoida kod uzoraka *M. aquatica* (0,06–0,053 mg/g s.m.), *M. arvensis* (0,0847 mg/g s.m.) i *M. pulegium* (0,01–0,16 mg/g s.m.) (Tab. 67) generalno niže u odnosu na one date od strane Hanafy i sar. (2017a) za ove taksone (0,29–1,91 mg/g s.m. – *M. aquatica*, 0,45–1,02 mg/g s.m. – *M. arvensis* i 0,25 mg/g s.m. – *M. pulegium*. S druge strane, zabeleženi sadržaj apigenina u uzorcima *M. × piperita* (0,18–0,25 mg/g s.m.) (Tab. 68) je veći u poređenju sa 0,14 mg/g s.m. (Hanafy i sar., 2017a), koji je pored ovoga u nekim uzorcima beleže u tragovima ili uopšte ne detektuju. Za ukupan sadržaj apigenina u ekstraktima vrste *M. longifolia* (0,0093–0,4844 mg/g s.m.) se može reći da je veći u odnosu na vrednost <0,002 mg/g s.m. (Benedec i sar., 2013), u saglasnosti sa rezultatima publikovanim od strane Bahadori i sar. (2018) (0,094 mg/g s.m.) i Patonay i sar. (2017), ali za metanolne (0,0164–0,1442 mg/g s.m.), etanolne (0,01968–0,1672 mg/g s.m.) i vodene ekstrakte (0,0302–0,1252 mg/g s.m.), dok su rezultati nešto niži u odnosu na vodeno-etanolni rastvor uz pH 3,5 (0,0284–0,0558 mg/g s.m.), što su možda najoptimalniji uslovi za izolaciju ovog flavonoida kod *M. longifolia* (Patonay i sar., 2017). Detektovani sadržaj apigenina u ekstraktima vrste *M. spicata* (0,0248–0,0867 mg/g s.m.) (Tab. 68) je nešto veći nego rezultati u radovima Proestos i sar. (2005) (0,007 mg/g s.m.) i Hanafy i sar. (2017a) (0,13–0,47 mg/g s.m.). Za razliku od Dorman i sar. (2003) i Košar i sar. (2004), koji u vodeno-etanolnom, odnosno vodeno-metanolnom uzorku *M. × verticillata* nisu detektovali apigenin, ovom analizom je pokazan njegov relativno visok sadržaj (uzorak 145 – 0,1254 mg/g s.m.) (Tab. 68). Za vrstu *M. pulegium* generalno ima najviše dostupnih informacija o prisustvu apigenina, te se njegovo postojanje navodi u uzorcima nekoliko studija (Zaidi i sar., 1998; Shalaby i sar., 2000; Žugić i sar. 2014; Politeo i sar. 2018), dok Marzouk i sar. (2018) ne utvrđuju prisustvo ovog flavonoida, što je u skladu sa nekim od naših uzoraka (uzorci: 38–40, 45, 47, 48 i 202) (Prilog, Tab. 17). Kada se radi o količini ovog jedinjenja, dobijeni rezultati za vrstu *M. pulegium* (0,0101–0,1637 mg/g s.m.) (Tab. 68) su viši u odnosu na vrednost zabeleženu u vodeno-metanolnom uzorku (0,0089 mg/g s.m.), odnosno saglasni sa rezultatom dobijenim u vodeno-etanolnom ekstraktu (0,0475 mg/g s.m.) (Gülçin i sar., 2020), a Proestos i sar. (2005) beleže nešto više vrednosti (1,10±0,0007 mg/g s.m.) u poređenju sa rezultatima dobijenim u ovom istraživanju. Na kraju, u radu Akšit i sar., (2014) potvrđuje se prisustvo apigenina u uzorcima taksona *M. × dumetorum*, dok je u okviru ove studije zabeležena relativno visoka vrednost u uzorku ovog taksona (uzorak 92 – 0,1695 mg/g s.m.) (Prilog, Tab. 17).

Apigenin je do sada potvrđen u analizama vrsta *M. spicata* i *M. pulegium* iz Grčke (Proestos i sar., 2005), *M. spicata* Malezije (Bimakr i sar., 2011), *M. pulegium* sa područja Alžira (Zaidi i sar., 1998), Bosne i Hercegovine (Proestos i sar., 2018), Egipta (Shalaby i sar., 2000) i Turske (Gülçin i sar., 2020), kao i u uzorcima *M. × piperita* u Iranu (Kapp i sar., 2013) i Poljskoj (Hawrył i sar. 2016a, 2016b). Takođe, zabeležen je u materijalu *M. aquatica*, *M. arvensis* i *M. longifolia* iz Poljske (Hawrył i sar. 2016a, 2016b), kao i kod uzoraka *M. longifolia* sa područja Egipta (Marzouk i sar., 2018), Irana (Bahadori i sar., 2018) i Mađarske (Patonay i sar., 2017).



Slika 130. Sadržaj apigenina u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

Ovim istraživanjem potvrđeno je njegovo prisustvo kod sledećih taksona u državama odakle potiču analizirani uzorci: *M. arvensis* (SI), *M. aquatica* (CG, SM i S), *M. longifolia* (BiH, B, CG, G, SM i S), *M. microphylla* (B i G), *M. pulegium* (A, B, CG, G, SM i S), *M. spicata* (B, CG, G i S), *M. x dumetorum* (CG, SM i S), *M. x gentillis* (S), *M. x verticillata* (CG), *M. x piperita* (G) i *M. x piperita* 'Ruska crna' (S).

### 5.3.2.9 Naringenin

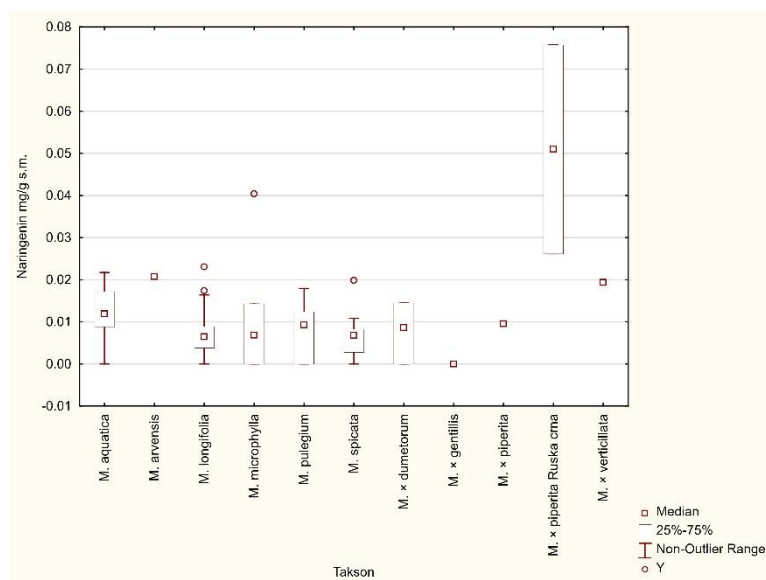
Naringenin je flavonoid, koji pripada klasi flavanona i široko je rasprostranjen kod biljaka. Rezultati ukupnog sadržaja naringenina u ispitivanim ekstraktima predstavnika roda *Mentha* dati na slici 131, tabeli 68 i u Prilogu (Tab. 17). Naringenin je detektovan kod svih analiziranih taksona, osim kod *M. x gentillis*, a ukupno u 79% analiziranih uzoraka roda *Mentha*.

Variranje količine naringenina se kretalo u rasponu od 0,0024 do 0,0757 mg/g s.m. Najveći broj uzoraka (53%) odlikovao se izuzetno niskim vrednostima (0,0024–0,0085 mg/g s.m.) navedenog jedinjenja. U opsegu niskih (0,085-0,0146 mg/g s.m.) nalazilo se 34% uzorka, odnosno 8% u okviru srednjih vrednosti 0,0146-0,0207 mg/g s.m., dok su za 5% bile karakteristične visoke vrednosti, tj. veće od 0,0207 mg/g s.m. Osim uzoraka *M. x piperita* 'Ruska crna' koji karakterišu najveće vrednosti ovog jedinjenja (uzorak 56 – 0,0757 mg/g s.m.), kao i jednog uzorka *M. microphylla* (uzorak 73 – 0,0404 mg/g s.m.) ostali ekstrakti spitivanih taksona roda *Mentha* se generalno odlikuju niskim sadržajem naringenina i nema mnogo varijacija (Prilog, Tab. 17).

Kao i kod apigenina, u do sada publikovanim radovima najčešće je određivano prisustvo i/ili odsustvo naringenina, a sadržaj, u slučaju da je naveden, često je nemoguće preračunati, odnosno uporediti. Prisustvo apigenina je pokazano u uzorcima taksona: *M. aquatica* (Olsen i sar., 2008; Gatea i sar., 2015), *M. longifolia* (Hawrył i sar. 2016b), *M. pulegium* (Brahmi i sar. 2015; Politeo i sar. 2018), *M. spicata* (Proestos i sar., 2005; Bimakr i sar., 2011; Brahmi i sar. 2015; ) i *M. x piperita* (Fecka i Turek, 2007; Mišan i sar., 2011; Pereira i sar., 2016). S druge strane, Patonay i sar. (2017) kod *M. longifolia*, a Hanafy i sar.



(2017a) u ekstraktima pojedinih uzoraka *M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. longifolia*, *M. longifolia* i *M. × piperita* ne detektuju ovaj flavonoid. Merenjem sadržaja naringenina u uzorcima vrste *M. pulegium* (0,0050–0,0179 mg/g s.m.) (Tab. 68) utvrđeno je da su dobijeni rezultati mnogo niži u poređenju sa vrednošću navedenom u radu Proestos i sar. (2005) (0,42 mg/g s.m.). Takođe, dobijena količina ovog jedinjenja kod uzorka vrste *M. arvensis* (uzorak 78 – 0,0207 mg/g s.m.) (Tab. 68) je malo niža u poređenju sa vrednošću 0,06 mg/g s.m. datom od strane Hanafy i sar. (2017a). Količina naringenina u uzorcima vrste *M. spicata* (0,0055–0,0198 mg/g s.m.) (Tab. 68) je veća u odnosu na rezultat koji beleže Fiamegos i sar. (2004) (0,0004 mg/g s.m.), odnosno saglasna ili niža nego vrednost u istraživanju Hanafy i sar. (2017a) (0,01–0,17 mg/g s.m.).



Slika 131. Sadržaj naringenina u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

Do sada je naringenin detektovan u etanolnim ekstraktima *M. aquatica* iz Rumunije (Gatea i sar., 2015), kod *M. spicata* u Alžiru (Brahmi i sar., 2015), Grčkoj (Fiamegos i sar., 2004), Maleziji (Bimakr i sar., 2011), kod *M. × piperita* na području Poljske (Fecka i Turek, 2007; Hawrył i sar., 2016b), Portugalije (Pereira i sar., 2016) i Srbije (Mišan i sar., 2011), u uzorcima *M. pulegium* u Alžiru (Brahmi i sar., 2015), Bosni i Hercegovini (Politeo i sar., 2018) i Grčkoj (Proestos i sar., 2005). Hawrył i sar. (2016b) ga takođe navode u uzorcima *M. longifolia* iz Poljske.

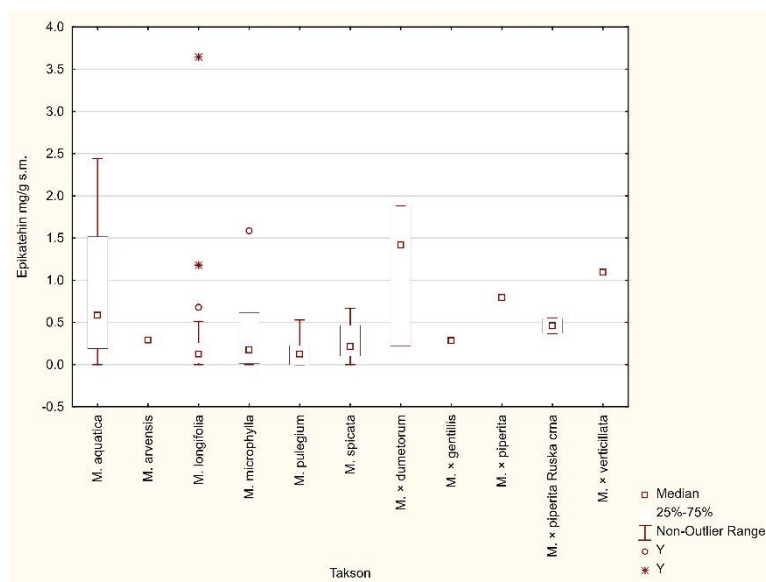
Ovom studijom je potvrđeno prisustvo naringenina u uzorcima sledećih taksona poreklom iz datih država: *M. arvensis* (SI), *M. aquatica* (S, CG, SM), *M. microphylla* (B i G), *M. longifolia* (BiH, B, CG, SM i S), *M. spicata* (CG, G i S), *M. pulegium* (B, CG, G, SM i S), *M. × dumetorum* (CG i G), *M. × piperita* (G i S) i *M. × verticillata* (CG).

### 5.3.2.10 Epikatehin

Epikatehin je flavonoid koji pripada klasi flavanola, jedno je od jedinjenja koja učestvuju u sintezi tanina (proantocijanidina) i široko je zastupljen kod biljaka. Rezultati

sadržaja epikatehina u ekstraktima predstavnika roda *Mentha* su dati na slici 132, tabeli 68 i u Prilogu (Tab. 17).

Detektovan je kod svih analiziranih taksona, i to u 111 od 138 uzoraka obuhvaćenih istraživanjem. Najveći procenat uzoraka (76%) imao je vrednosti u rasponu 0,0147–0,3947 mg/g s.m., dok se visoke vrednosti (0,3947–0,7747 mg/g s.m.) javljaju kod 17 uzoraka, a izuzetno visoke (>0,7747 mg/g s.m.) kod 10 uzoraka. U vezi sa tim, izuzetno visoke vrednosti epikatehina detektovane su kod pojedinih uzoraka sledećih taksona: *M. longifolia* (uzorak 114 – 3,6446 mg/g s.m.), *M. aquatica* (uzorak 76 – 2,4402 mg/g s.m.), *M. × dumetorum* (uzorak 77 – 1,8763 mg/g s.m.), *M. microphylla* (uzorak 83 – 1,5839 mg/g s.m.), *M. × piperita* (uzorak 99 – 0,7943 mg/g s.m.), kao i *M. × piperita* 'Ruska crna' (uzorak 79 – 0,3686 mg/g s.m. i 56 – 0,5479 mg/g s.m.) dok su izuzetno niske vrednosti karakteristične za veći broj ekstrakata vrsta *M. longifolia* (npr. uzorak 116 – 0,0163 mg/g s.m.) i *M. pulegium* (npr. uzorak 48 – 0,0364 mg/g s.m.) koji su i predstavljeni najvećim brojem analiziranih uzoraka (Prilog, Tab. 17). Na osnovu dobijenih rezultata, nisu uočene značajne varijacije u sadržaju epikatehina među uzorcima istog taksona poreklom sa različitih geografskih lokaliteta, osim kod vrste *M. aquatica* (0,1332–2.4402 mg/g s.m.) (Sl. 132).



Slika 132. Sadržaj epikatehina u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

Sadržaj epikatehina u ekstraktima *M. aquatica* (0,1332–0,4402 mg/g s.m.), *M. longifolia* (0,0163–3,6446 mg/g s.m.) i *M. × piperita* (uzorak 99 – 0,7943 mg/g s.m.), kao i *M. × piperita* 'Ruska crna' (uzorak 79 – 0,3686 mg/g s.m. i uzorak 56 – 0,5479 mg/g s.m.) (Tab. 68) u odnosu na rezultate navedene za ove taksone, osim poslednjeg, je veći u poređenju sa vrednostima datih od strane Park i sar. (2019) (0,1037 mg/g s.m. – *M. aquatica*, 0,2241 mg/g s.m. *M. longifolia* i 0,2323 mg/g s.m. – *M. × piperita*). Količine epikatehina u ekstraktima vrsta *M. pulegium* (0,0364–0,5275 mg/g s.m.) i *M. spicata* (0,0873–0,6668 mg/g s.m.) (Tab. 68) su u skladu sa rezultatima koje navode Park i sar. (2019) (0,1084 mg/g s.m. – *M. pulegium* i 0,1777 mg/g s.m. – *M. spicata*). Pored ovoga, Gülçin i sar. (2020) navode različite vrednosti za količinu ovog jedinjenja u uzorcima vrste *M. pulegium*, u zavisnosti da li su primenjeni etanol i metanol (0,0084 mg/g s.m.) ili voda (0,03559 mg/g s.m.) za ekstrakciju. U oba slučaja dobijene

vrednosti su niže u odnosu na rezultate ovog istraživanja. Proestos i sar. (2005) ne beleže postojanje epikatehina u uzorcima *M. spicata* i *M. pulegium*, a drugim istraživanjima je njegovo prisustvo potvrđeno kod *M. spicata* (Bimakr i sar., 2011), odnosno *M. × piperita* (Mekinić i sar., 2014).

Epikatehin je do sada zabeležen samo kod vrste *M. pulegium* u Turskoj (Gülcin i sar., 2020), *M. spicata* na području Malezije (Bimakr i sar., 2011) i *M. × piperita* u Hrvatskoj (Mekinić i sar., 2014), kao i kod taksona *M. aquatica*, *M. pulegium*, *M. spicata* i *M. × piperita* u Koreji (Park i sar., 2019).

Ovim istraživanjem epikatehin je potvrđen za sledeće taksone i države odakle potiču uzorci: *M. arvensis* (Sl), *M. aquatica* (S, CG, SM), *M. microphylla* (B i G), *M. longifolia* (BiH, B, CG, G, SM i S), *M. spicata* (CG, G i S), *M. pulegium* (A, B, CG, G, SM i S), *M. × dumetorum* (CG, G i SM), *M. × gentillis* (S), *M. × piperita* (G i S) i *M. × verticillata* (CG).

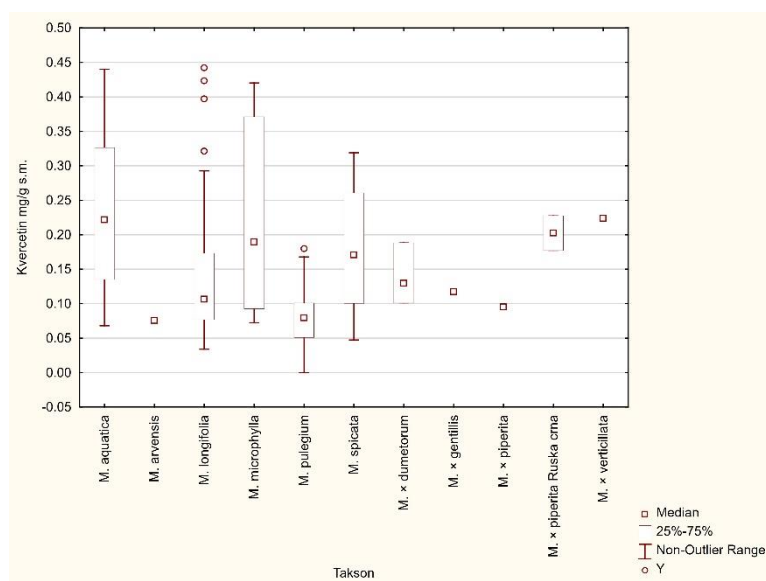
### 5.3.2.11 Kvercetin

Kvercetin je flavonoid koji pripada klasi flavonola i, kao i većina drugih analiziranih jedinjenja, široko je zastupljen kod biljaka. Rezultati sadržaja kvercetina u ekstraktima ispitivanih taksona roda *Mentha* su dati na slici 133, tabeli 68 i u Prilogu (Tab. 17). U gotovo svim analiziranim uzorcima, osim kod jednog *M. pulegium* (uzorak 43), kao i u svim ispitivanim taksonima na istraživanom području, detektovano je prisustvo ovog jedinjenja (Prilog, Tab. 17). Ukupan opseg variranja kvercetina kretao se u rasponu od 0,0231 do 0,4422 mg/g s.m. Najveći broj uzoraka zabeležen je u opsegu minimalnih vrednosti (0,0231–0,0861 mg/g s.m., 45) i srednjih vrednosti (0,0861–0,1491 mg/g s.m., 46), dok je broj uzoraka sa visokim vrednostima (0,1491–0,2751) 34, a sa izuzetno visokim vrednostima (0,2751–0,4641 mg/g s.m.).

Taksoni čiji se uzorci odlikuju naročito visokim sadržajem kvercetina su *M. longifolia* (uzorak 211 – 0,4422 mg/g s.m.), *M. aquatica* (uzorak 144 – 0,4399 mg/g s.m.) i *M. microphylla* (uzorak 73 – 0,42020 mg/g s.m.), dok su kod uzoraka *M. pulegium* (uzorak 42 – 0,0231 mg/g s.m.), ali i *M. longifolia* (uzorak 102 – 0,0340 mg/g s.m.) zabeležene najniže vrednosti ovog jedinjenja (Prilog, Tab. 17). Kod većine analiziranih taksona uočene su značajne razlike u sadržaju kvercetina između uzoraka poreklom sa različitih lokaliteta, pre svega kod vrste *M. longifolia* (0,0340–0,4422 mg/g s.m.) (Sl. 133).

Dobijeni rezultati o ukupnom sadržaju kvercetina u ekstraktima vrste *M. aquatica* (0,0678–0,4399 mg/g s.m.) (Tab. 67) su nešto viši od onih koje navode Park i sar. (2019) (0,018 mg/g s.m.). Detektovni sadržaj kvercetina u uzorcima *M. longifolia* (0,0340–0,4422 mg/g s.m.) (Tab. 67) je saglasan sa Park i sar. (2019) (0,3472 mg/g s.m.), jednak ili veći od vrednosti prikazani kod Patonay i sar. (2017) bez obzira da li je reč o metanolnom (0,003–0,0524 mg/g s.m.), etanolnom (0,0289–0,1550 mg/g s.m.), vodeno-etanolnom (0,1343–0,2863 mg/g s.m.) ili vodeno-etanolnom rastvoru uz pH 3,5 (0,003–0,0284 mg/g s.m.) dok duplo veće vrednosti (0,821 mg/g) beleže Elansary i Mahmoud (2015), ali u infuzu čajeva. Količina kvercetina u ekstraktima *M. pulegium* (0,0231–0,1799 mg/g s.m.) (Tab. 68) je saglasna sa 0,1215 mg/g s.m. (Park i sar., 2019), dok je njegovo odsustvo kod jednog uzorka ove vrste u potkrepljeno drugim publikacijama (Politeo i sar. 2018; Gülcin i sar. 2020). Količina kvercetina u ekstraktima *M. spicata* (0,0474–0,3190 mg/g s.m.) i *M. × piperita* (0,1215 mg/g s.m.) (Tab. 68) je značajno manja od onih koje navode Park i sar. (2019) za ove taksone (1,0711 mg/g s.m. – *M. spicata* i 5,092 mg/g s.m. – *M. × piperita*). Rezultati o sadržaju kvercetina kod *M. spicata* su oprečni, jer ga Papageorgiou i sar. (2008) beleže, a Proestos i sar. (2005) ne. S druge strane, većina

autora navodi prisustvo ovog flavonoida u sastavu *M. × piperita* (npr. Mišan i sar. 2011; Mekinić i sar., 2014; Pérez i sar., 2014).



Slika 133. Sadržaj kvercetina u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

Do sada je kvercetin identifikovan kod *M. aquatica* u Italiji (Marrelli i sar., 2013), Rumuniji (Teodor i sar., 2015), *M. longifolia* u Egiptu (Elansary i Mahmoud, 2015) i Mađarskoj (Patonay i sar., 2017), *M. spicata* u Grčkoj (Papageorgiou i sar., 2008), *M. × piperita* u Hrvatskoj (Mekinić i sar., 2014), Meksiku (Pérez i sar., 2014) i Srbiji (Mišan i sar., 2011), kao i kod uzoraka *M. aquatica*, *M. longifolia*, *M. pulegium*, *M. spicata* i *M. × piperita* u Koreji (Park i sar., 2019).

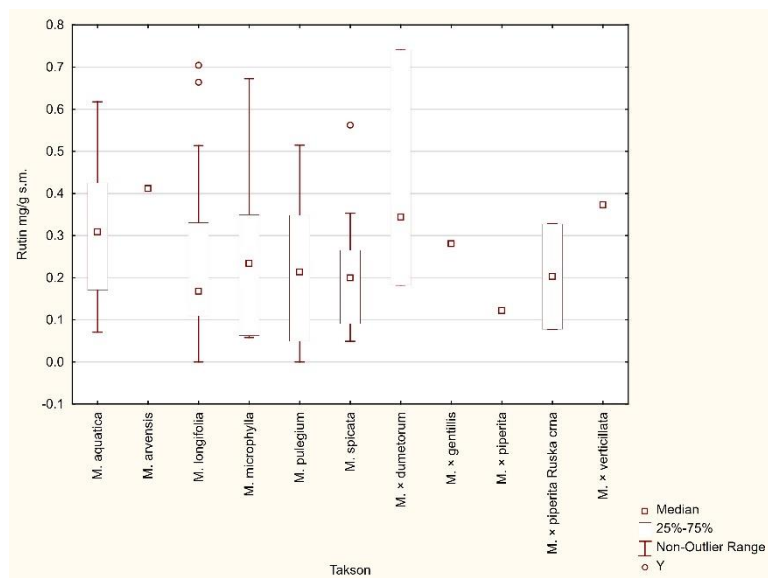
Ovim istraživanjem kvercetin je potvrđen za sledeće taksoni i države odakle potiču uzorci: *M. arvensis* (SI), *M. aquatica* (S, CG, SM), *M. microphylla* (B i G), *M. longifolia* (BiH, B, CG, G, SM i S), *M. spicata* (B, CG, G i S), *M. pulegium* (A, B, CG, G, SM i S), *M. × dumetorum* (CG, G i SM), *M. × gentillis* (S), *M. × piperita* (G i S) i *M. × verticillata* (CG).

### 5.3.2.12 Rutin

Ovo jedinjenje predstavlja glikozid kvercetina i disaharida rutinoze (6-O- $\alpha$ -L-ramnozil D-glukoza) koji je široko rasprostranjen kod biljaka. Rezultati količine rutina u ispitivanim uzorcima roda *Mentha* su dati na slici 134, tabeli 68 i u Prilogu (Tab. 17). Rutin je bio prisutan kod svih analiziranih taksona i u većini ispitanih uzoraka (131; odnosno 95%), osim kod pojedinih uzoraka vrsta *M. pulegium* (uzorci: 47, 54, 94 i 116) i *M. longifolia* (uzorci: 10, 15 i 16) koje i obuhvataju najveću geografsku površinu i predstavljene su najvećim brojem ispitivanih uzoraka (Prilog, Tab. 17).

Ukupan opseg variranja rutina kretao se od 0,0272 do 0,741 mg/g s.m. Najveći broj uzoraka (37%) imao je minimalne ili niske vrednosti (0,0272–0,1372 mg/g s.m.), nešto manji procenat (26%) imao je srednje vrednosti (0,1372–0,2472 mg/g s.m.), dok je najmanje uzoraka (24, 18%) bilo sa visokim vrednostima rutina (0,2472–0,3572 mg/g s.m.). Jako visoke vrednosti i izuzetno visoke vrednosti zabeležene su kod pojedinačnih uzoraka. Najveće

vrednosti rutina konstatovane su kod taksona *M. longifolia* (uzorak 101 – 0,7041 mg/g s.m.), *M. × dumetorum* (uzorak 92 – 0,7401 mg/g s.m.), *M. microphylla* (uzorak 74 – 0,6721 mg/g s.m.), *M. aquatica* (uzorak 75 – 0,6177 mg/g s.m.) i *M. spicata* (uzorak 5 – 0,5621 mg/g s.m.), dok se najmanjom količinom rutina odlikovala vrsta *M. pulegium* (npr. uzorci: 42 – 0,0272 mg/g s.m., 212 – 0,0371 mg/g s.m. i 43 – 0,0443 mg/g s.m.) (Prilog, Tab. 17). Uočene su značajne varijacije u sadržaju rutina među uzorcima istog taksona poreklom sa različitih lokaliteta, kao na primer kod vrste *M. longifolia* (Sl. 134).



Slika 134. Sadržaj rutina u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

Rutin je u dosadašnjim istraživanjima najčešće određivan kvalitativno, u smislu da li postoji ili ne u analiziranim uzorcima. Ipak, zabeležene vrednosti u radu Park i sar. (2019) za vrste *M. aquatica* (1,0599 mg/g s.m.), *M. longifolia* (11,6592 mg/g s.m.) i *M. spicata* (3,1269 mg/g s.m.) su veće u poređenju sa vrednostima tih vrsta u ovoj studiji (Tab. 68; Prilog, Tab. 17). Nasuprot tome, identifikovani sadržaj rutina kod taksona *M. pulegium* (0,0272–0,5146 mg/g s.m.) i *M. × piperita* (0,0953 mg/g s.m.), kao i *M. × piperita* ‘Ruska crna’ (uzorci: 79 – 0,0777 mg/g s.m. i 56 – 0,3275 mg/g s.m.) (Tab. 68) su veći u odnosu na one navedene kod Park i sar. (2019) (*M. pulegium* – 0,070 mg/g s.m. i *M. × piperita* – 0,0579 mg/g s.m.), dok Hanafy i sar. (2017a) na primer ne potvrđuju merljive količine rutina u uzorcima istih taksona. Pored toga, zabeležene količine u uzorcima *M. longifolia* (0,06211–0,7041 mg/g s.m.) (Tab. 68) su veće u odnosu na rezultate publikovane u radu Bahadari i sar. (2018) bez obzira da li se radi o infuzu (0,096 mg/g s.m.) ili vodeno-etanolnom ekstraktu (0,045 mg/g s.m.). Međutim, količine rutina zabeležene u metanolnom (3,91–6,50 mg/g s.m.), etanolnom (1,77–5,23 mg/g s.m.) i vodeno-etanolnom bez jasno definisane pH vrednosti (5,11–7,757 mg/g s.m.) utvrđenih od strane Patonay i sar. (2017) daleko prevazilaze rezultate dobijene u okviru ove studije. Dodatno, rutin nije zabeležen u svega dva uzorka vrste *M. pulegium* (uzorci: 47 i 54), što je saglasno sa Patonay i sar. (2017), Politeo i sar. (2018) i Gülcin i sar. (2020), koji ga takođe ne navode za neke od njihovih ispitivanih uzoraka. Detektovani sadržaj rutina kod vrste *M. spicata* (0,0490–0,5621 mg/g s.m.) (Tab. 68) je veći u odnosu na rezultat naveden u radu Proestos i sar. (2005) (0,014 mg/g s.m.), a utvrđena količina rutina u ekstraktima *M. × piperita* (uzorak 99 – 0,1212 mg/g s.m.) i jednom uzorku *M. × piperita* ‘Ruska crna’ (0,3275

mg/g s.m.) (Tab. 68) je saglasna, tj. veća u odnosu na podatke objavljene u radu Farnad i sar. (2014) (0,112 mg/g s.m.).

Do sada je rutin potvrđen u uzorcima *M. aquatica*, *M. pulegium*, *M. spicata* i *M. × piperita* u Koreji (Park i sar., 2019). Pored toga, identifikovan je u uzorcima *M. spicata* sa područja Alžira (Brahmi i sar., 2015), Grčke (Proestos i sar., 2005; Papageorgiou i sar., 2008), Češke (Adam i sar., 2009), i Malezije (Bimakr i sar., 2011), *M. × piperita* iz Irana (Farnad i sar., 2014), Meksika (Pérez i sar., 2014) i Srbije (Mišan i sar., 2011), *M. aquatica* iz Rumunije (Gatea i sar., 2015; Teodor i sar., 2015), kao i *M. longifolia* iz Irana (Bahadori i sar., 2018).

Ovim istraživanjem rutin je potvrđen za sledeće taksone i države odakle potiču uzorci: *M. arvensis* (Sl), *M. aquatica* (S, CG, SM), *M. microphylla* (B i G), *M. longifolia* (BiH, B, CG, G, SM i S), *M. spicata* (B, CG, G i S), *M. pulegium* (A, B, CG, G, SM i S), *M. × dumetorum* (CG, G i SM), *M. × gentillis* (S), *M. × piperita* (G i S) i *M. × verticillata* (CG).

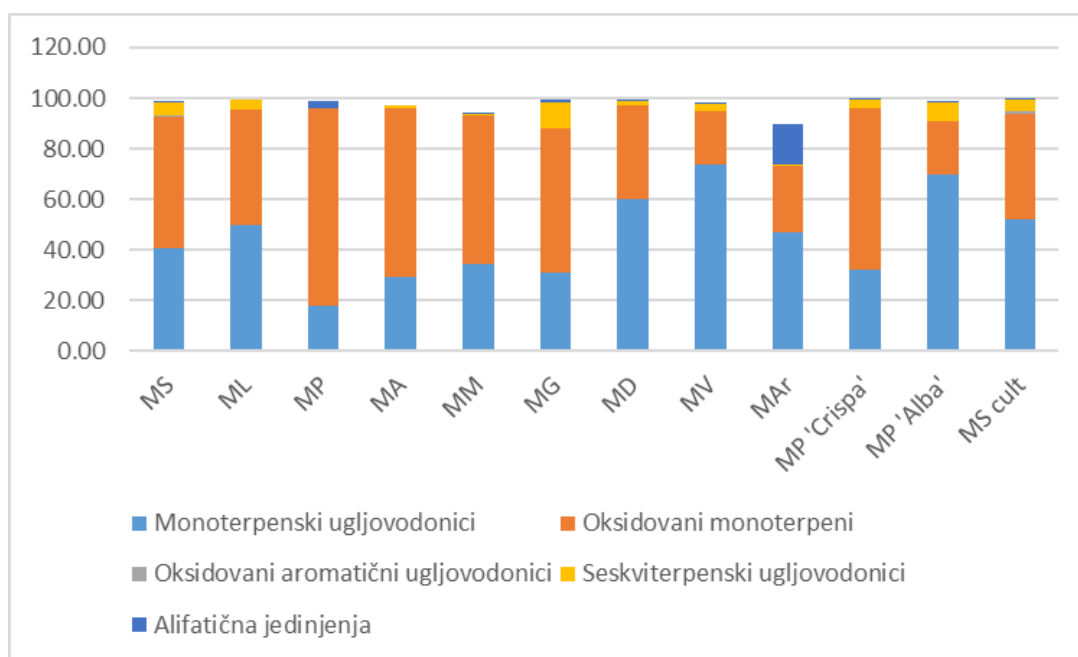
### 5.3.3 Tercijarna karakterizacija 11 taksona roda *Mentha* L.

Hemijska karakterizacija isparljivih komponenti urađena je gasnom hromatografijom sa spektrometrijom masa, uz *headspace* kao autosempler, na ukupno šest osušenih nadzemnih delova samoniklih uzoraka vrsta (*M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. longifolia*, *M. microphylla*, *M. pulegium* i *M. spicata*), tri hibridna taksona (*M. × dumetorum*, *M. × gentillis* i *M. × verticillata*), kao i iz tri uzorka koja su gajena u experimentalnoj bašti u Bačkom Petrovcu (Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Departman za alternativne kulture i organsku proizvodnju) (*M. spicata*, *M. × piperita* ‘Alba’ i *M. × piperita* ‘Crispa’).

Dobijeni rezultati prikazani su u Tabeli 69. Ukupno su identifikovane 54 isparljive komponente, koje su grupisane u pet klasa (Sl. 135). Hromatogrami sa najbolje razdvojenim i/ili pikovima sa najvećim odzivom dati su na slici 136, dok su hemijske strukture najznačajnijih isparljivih jedinjenja priložene na slici 137. Procenat identifikovanih komponenti je kod većine uzoraka bio iznad 94%, sa izuzetkom uzorka *M. arvensis*, kod kojeg je identifikovano 89,99% jedinjenja u isparljivoj frakciji. Oksidovani monoterpeni su bili najzastupljenija klasa isparljivih komponenti u analiziranim uzorcima, čija je koncentracija varirala u opsegu od 21,05 do 78,34%, a nakon nje monoterpenski ugljovodonici (17,67–73,75%). Pored njih, zabeleženi su i seskviterpenski ugljovodonici (0,88%–10,63%), alifatična jedinjenja (0,13–16,14%) i oksidovani aromatični ugljovodonici (0,34%–1,23%), ali u značajno manjem procentu u odnosu na prve dve (Tab. 69, Sl. 135).

Generalno posmatrano, sedam jedinjenja (linalol, limonen, 1,8-cineol,  $\alpha$ -terpinilacetat, pulegon,  $\beta$ -pinen i mentol) su bile najzastupljenije komponente u analiziranim uzorcima. U svih 12 analiziranih uzoraka identifikovana su dva monoterpenska ugljovodonika ( $\alpha$ -pinen i  $\beta$ -pinen), kao i jedan oksidovani monoterpen (1,8-cineol). Pored toga, četiri jedinjenja zabeležena su u samo jednom uzorku i to: *cis*-pulegon oksid u uzorku vrste *M. pulegium*, piperiton oksid kod *M. microphylla*, 3-dekanol u *M. × gentillis* i izomenton u uzorku gajenog oblika vrste *M. spicata* (Tab. 69). Broj isparljivih komponenti zavisi od načina čuvanja biljnog materijala, vremena sakupljanja biljaka, uslova na staništu, kao i osetljivosti primenjene analitičke metode (Salehi i sar., 2018). Shodno tome, kontrolnu grupu su upravo činili specifično odabrani gajeni oblici koji se karakterišu najvećim brojem identifikovanih isparljivih jedinjenja, tj. *M. spicata* (37), *M. × piperita* ‘Alba’ (38) i *M. × piperita* ‘Crispa’ (39). Svi ostali uzorci vrsta i hibrida iz samoniklih populacija imali su manji

broj zabeleženih isparljivih komponenti. U okviru njih, najveći broj je zabeležen kod *M. spicata* (32), zatim kod *M. × verticillata* (31) i *M. arvensis* (28), dok je kod vrste *M. aquatica* identifikovano samo 11 isparljivih jedinjenja.



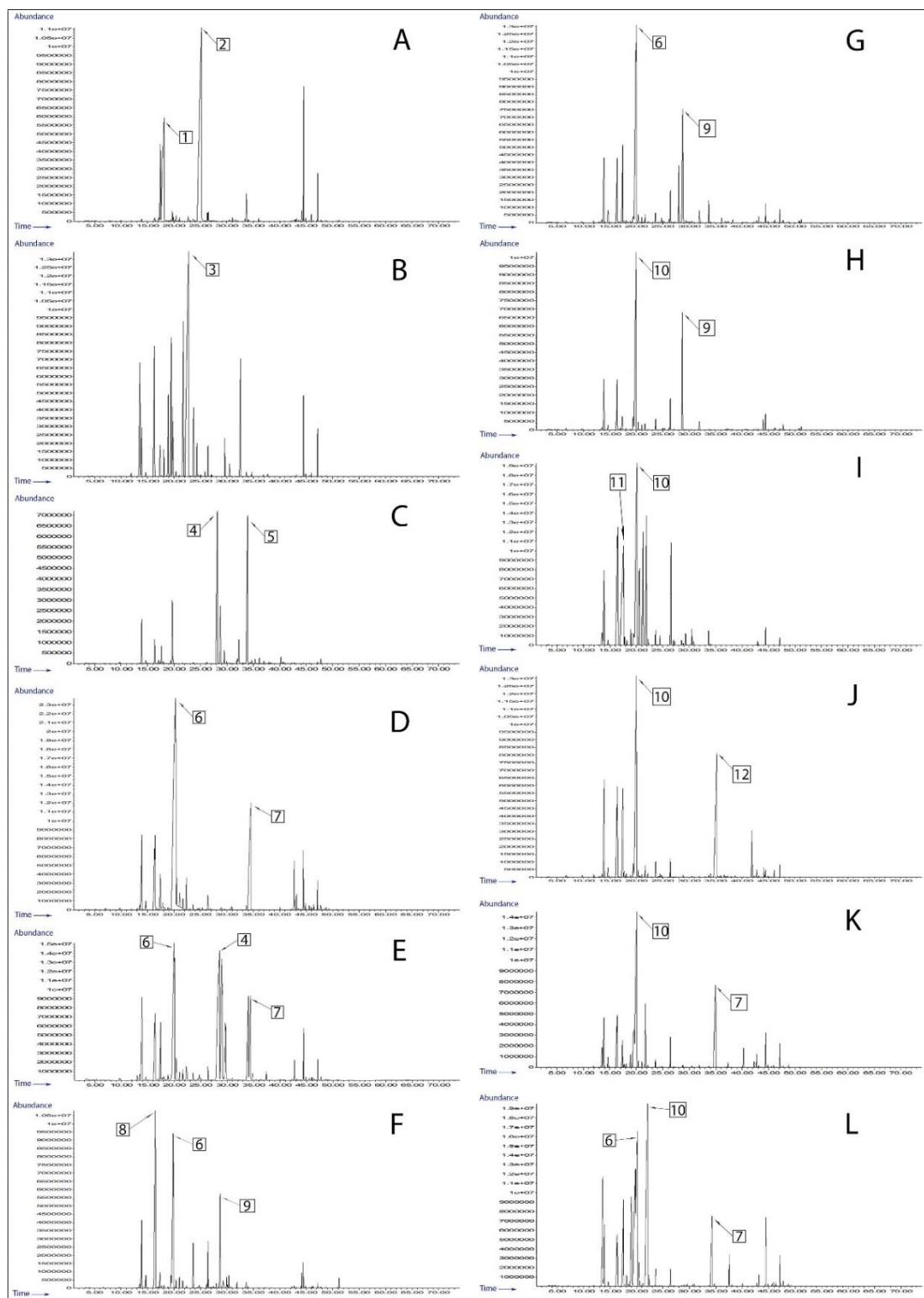
Slika 135. Procentualna zastupljenost isparljivih komponenti prema klasama u ispitivanim taksonima roda *Mentha* (MA – *M. aquatica*; MAr – *M. arvensis*; ML – *M. longifolia*; MM – *M. microphylla*; MPu – *M. pulegium*; MS – *M. spicata*; MS cult. – *M. spicata* gajeni oblik; MD – *M. × dumetorum*; MG – *M. × gentillis*; MP 'Alba' – *M. × piperita* 'Alba'; MP 'Crispa' – *M. × piperita* 'Crispa'; MV – *M. × verticillata*) (preuzeto iz Bokić i sar., 2020 uz modifikacije)

Tabela 69. Isparljive komponente ispitivanih taksona roda *Mentha* (preuzeto iz Bokić i sar., 2020 uz modifikacije)

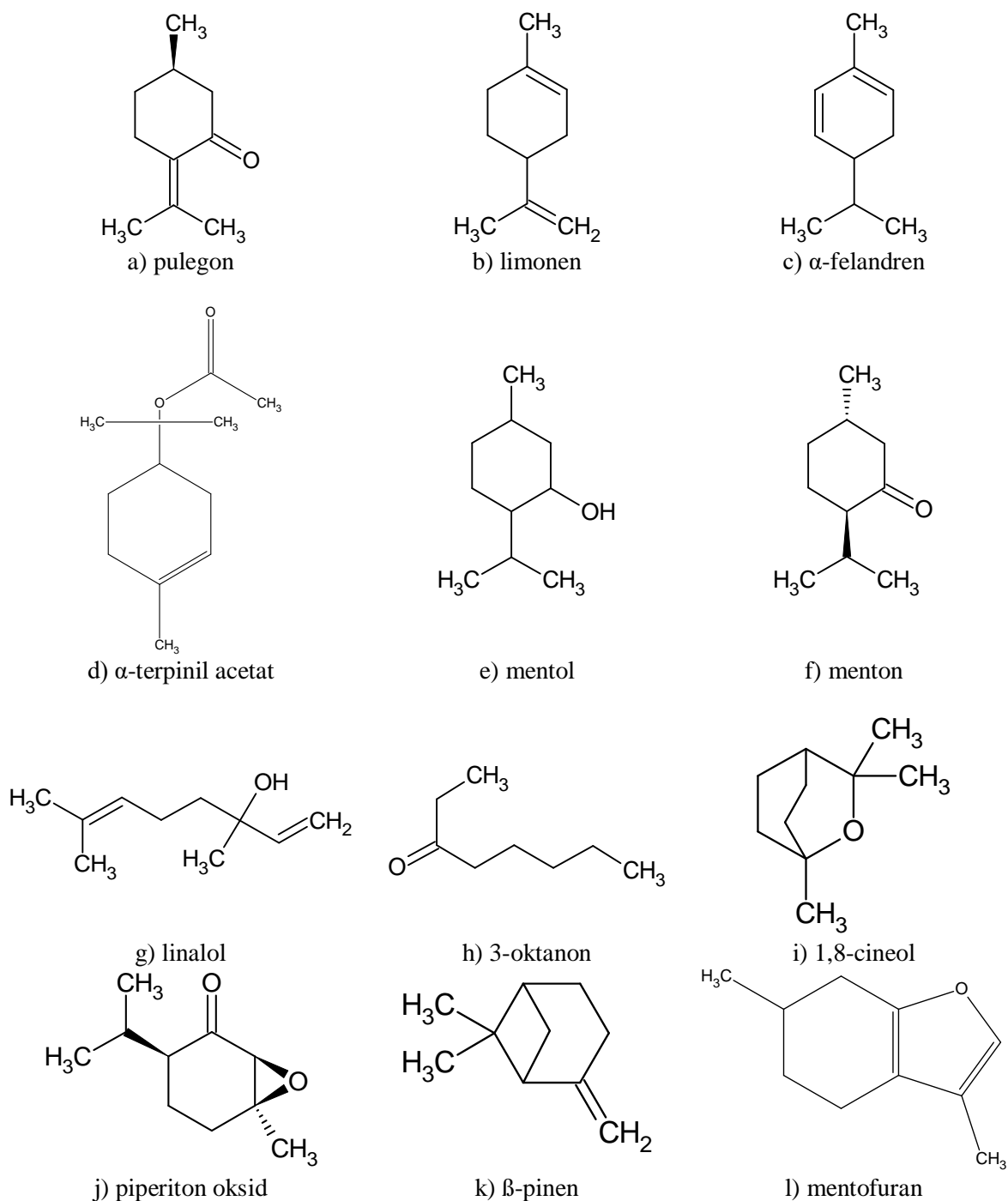
Jedinjenja/Klase	RI <sup>[a]</sup>	MA <sup>[b]</sup>	MAr <sup>[c]</sup>	ML <sup>[d]</sup>	MM <sup>[e]</sup>	MPu <sup>[f]</sup>	MS <sup>[g]</sup>	MS cult. <sup>[h]</sup>	MD <sup>[i]</sup>	MG <sup>[j]</sup>	MP 'Alba' <sup>[k]</sup>	MP 'Crispa' <sup>[l]</sup>	MV <sup>[m]</sup>
MU %		29,12	47,21	49,52	34,45	17,67	40,90	52,03	59,84	30,68	69,82	32,32	73,75
$\alpha$ -tujen	930	0,39	0,96	7,39	0,28	-	2,45	6,75	0,34	-	0,33	0,32	0,47
$\alpha$ -pinen	937	8,04	5,70	2,56	9,08	6,34	5,99	2,76	7,09	0,18	5,64	4,82	7,95
kamfen	954	0,71	0,34	0,23	0,79	0,36	1,18	0,22	1,24	-	0,59	0,15	1,46
sabinen	972	-	9,48	8,27	6,19	-	4,38	2,84	-	0,11	4,96	3,29	-
$\beta$ -pinen	975	9,06	5,55	0,33	6,02	3,17	4,52	2,02	8,82	0,25	3,55	2,53	27,45
$\beta$ -mircen	987	1,79	2,16	1,49	8,23	-	4,52	6,32	8,17	6,57	2,81	3,07	1,34
$\alpha$ -felandren	1003	-	0,22	1,13	0,29	-	0,39	0,70	0,25	21,91	0,31	0,19	0,31
$\alpha$ -terpinen	1015	-	0,88	4,26	0,13	-	1,68	-	-	-	0,18	0,33	-
<i>p</i> -cimen	1025	2,39	0,94	7,21	1,24	0,34	-	8,08	0,73	-	0,13	-	1,69
limonen	1032	-	-	2,87	-	7,46	9,13	15,33	28,95	0,57	48,88	15,52	24,03
$\delta$ -3-karen	1031	0,78	4,52	-	0,11	-	0,38	4,96	-	0,20	0,55	0,26	0,71
<i>trans</i> -b-ocimen	1050	0,53	9,10	0,21	0,33	-	0,39	0,12	0,42	0,29	1,23	0,67	0,60
$\gamma$ -terpinen	1060	0,65	0,20	9,27	0,61	-	5,48	1,28	0,81	-	0,39	0,43	0,51
$\alpha$ -terpinolen	1087	1,50	0,62	3,28	0,21	-	0,79	0,65	0,90	0,13	0,27	0,29	3,89
<i>allo</i> -ocimen	1132	3,28	6,54	1,02	0,94	-	2,07	-	2,12	0,47	-	0,45	3,34
OM %		66,87	25,76	45,83	58,43	78,34	51,88	41,58	37,16	57,18	21,05	63,4	21,25
1,8-cineol	1034	48,24	23,20	1,12	32,35	0,69	33,94	22,40	12,68	0,26	0,12	3,08	6,52
<i>cis</i> -sabinen hidrat	1070	-	-	-	-	-	-	0,34	-	-	0,46	1,20	-
linalol	1099	-	0,34	1,20	-	-	-	0,65	0,33	55,35	0,07	0,49	0,21
<i>trans</i> -iso-pulegon	1151	-	-	-	-	1,47	-	-	-	-	0,62	-	0,51
<i>cis</i> -iso-pulegon	1152	-	-	6,50	-	2,53	-	-	-	-	-	-	-
menton	1153	-	0,17	-	-	31,35	-	-	5,09	-	1,68	11,25	0,34
izomenton	1164	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-
mentofuran	1165	17,84	0,09	-	-	8,30	0,15	0,13	15,99	-	0,39	5,30	11,27
terpinen-4-ol	1177	-	0,15	1,48	-	-	-	0,06	-	-	-	0,08	-
1- $\alpha$ -terpineol	1188	-	-	-	0,14	-	0,28	0,09	-	-	-	-	-
mentol	1174	-	0,45	-	-	-	15,92	11,79	-	-	17,33	23,04	0,79
iso-mentol	1183	-	0,76	0,45	-	-	-	0,09	-	-	0,18	3,54	0,98
pulegon	1237	-	0,55	0,19	0,40	31,56	-	0,11	1,57	1,43	0,09	7,49	0,48
piperiton	1253	-	0,05	0,17	0,28	0,35	-	5,77	0,19	-	-	7,48	-
piperiton oksid	1255	-	-	-	24,76	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -pulegon oksid	1275	-	-	-	-	0,44	-	-	-	-	-	-	-
mentil acetat	1295	-	-	-	-	0,57	-	-	0,31	0,14	-	0,40	-
piperitenon	1343	-	-	-	-	0,72	1,44	0,11	0,72	-	0,11	0,05	-
$\alpha$ -terpinil acetat	1349	-	-	34,72	-	-	0,15	-	-	-	-	-	0,15
mentalakton	1303	0,52	-	-	-	0,36	-	-	-	-	-	-	-
iso-longifolen	1390	0,27	-	-	0,50	-	-	-	0,28	-	-	-	-
OAM %		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	1,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
timol	1290	-	-	-	-	-	0,34	1,23	-	-	-	-	-
SU %		0,97	0,88	4,04	1,11	0,00	5,26	4,49	2,07	10,63	7,42	3,81	2,49
$\alpha$ -kopaen	1377	-	-	-	-	-	0,41	-	-	-	0,02	0,02	-
$\beta$ -burbonen	1382	-	0,11	-	0,37	-	0,85	0,14	0,14	-	2,14	0,74	0,15
$\beta$ -elemen	1392	-	-	0,05	-	-	0,11	0,37	0,31	0,41	0,60	0,05	-
$\alpha$ -gurjunen	1409	0,97	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	0,15
<i>trans</i> -kariofilen	1419	-	0,56	2,59	0,43	-	2,13	2,47	1,02	7,88	2,57	1,82	1,15
$\beta$ -kopaen	1432	-	-	0,08	-	-	0,14	0,07	-	0,13	0,23	0,10	0,12
aromadendren	1441	-	-	-	-	-	0,07	0,03	-	-	0,15	0,06	0,51
$\alpha$ -humulen	1452	-	-	0,09	0,31	-	0,11	0,17	-	0,28	0,10	0,08	-
aloaromadendren	1461	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	0,08	0,12
$\beta$ - <i>trans</i> -famezen	1457	-	-	-	-	-	-	0,11	0,10	-	0,10	0,12	-
germakren D	1490	-	0,21	1,23	-	-	1,21	0,81	0,36	1,93	0,96	0,56	0,29
biciklogermakren	1500	-	-	-	-	-	0,09	0,18	0,14	-	0,21	0,14	-
$\delta$ -kadinen	1524	-	-	-	-	-	0,14	0,14	-	-	0,10	0,04	-
A %		0,00	16,14	0,00	0,42	2,73	0,45	0,16	0,21	0,87	0,62	0,13	0,50
3-oktanon	984	-	15,83	-	-	0,57	-	-	-	0,30	-	-	-
3-oktanol	991	-	0,31	-	0,42	2,16	0,45	0,16	-	-	0,62	0,13	0,18
1,3-octil acetat	1123	-	-	-	-	-	-	-	0,21	0,41	-	-	0,32
3-dekanol	1188	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	-	-	-
Ukupno %		96,96	89,99	99,39	94,41	98,74	98,83	99,49	99,28	99,36	98,91	99,66	97,99

<sup>[a]</sup> RI – retencioni indeksi u odnosu na C<sub>9</sub>-C<sub>24</sub> n-alkani na HP-5MS koloni; <sup>[b]</sup> MA – *M. aquatica*; <sup>[c]</sup> Mar – *M. arvensis*; <sup>[d]</sup> ML – *M. longifolia*; <sup>[e]</sup> MM – *M. microphylla*; <sup>[f]</sup> MPu – *M. pulegium*; <sup>[g]</sup> MS – *M. spicata*; <sup>[h]</sup> MS cult. – *M. spicata* gajeni oblik; <sup>[i]</sup> MD – *M. x dumetorum*; <sup>[j]</sup> MG – *M. x gentilis*; <sup>[k]</sup> MP 'Alba' – *M. x piperita* 'Alba'; <sup>[l]</sup> MP 'Crispa' – *M. x piperita* 'Crispa'; <sup>[m]</sup> MV – *M. x verticillata*; MU – monoterpeni ugljovodoni, OM – oksidovani monoterpeni, OAM – oksidovani aromatični monoterpeni, SU – seskviterpeni ugljovodoni, A – alifatična jedinjenja





Slika 136. Hromatogrami ispitivanih uzoraka roda *Mentha* dobijeni primenom HS/GC – MS; (slovima su obeleženi taksoni, a brojevima najveći i/ili najbolje razdvojeni pikovi najzastupljenijih jedinjenja; *M.* × *gentillia* A; *M. longifolia* B; *M. pulegium* C; *M.* × *piperita* 'Alba' D; *M.* × *piperita* 'Crispa' E; *M.* × *verticillata* F; *M.* × *dumetorum* G; *M. aquatica* H; *M. arvensis* I; *M. microphylla* J; *M. spicata* K i *M. spicata* gajeni oblik L;  $\alpha$ -felandren 1, linalol 2,  $\alpha$ -terpinil acetat 3, menton 4, pulegon 5, limonen 6, mentol 7,  $\beta$ -pinen 8, mentofuran 9, 1,8-cineol 10, 3-oktanon 11, piperiton oksid 12) (preuzeto iz Bokić i sar., 2020 uz modifikacije)



Slika 137. Hemijske strukture najznačajnijih isparljivih jedinjenja zabeleženih kod analiziranih taksona roda *Mentha* na istraživanom području

### 5.3.3.1 *Mentha pulegium* L.

Glavna jedinjenja koja su zabeležena u ispitivanom uzorku vrste *M. pulegium* su bila pulegon (31,56%) i menton (31,35%) (Sl. 136 i 137), i to u veoma sličnim procentualnim vrednostima. Dominantna je klasa oksidovanih monoterpena, dok seskviterpenski ugljovodonici nisu uopšte detektovani (Tab. 69, Sl. 135). Kao što je i naglašeno od strane Lawrence (2007b) etarska ulja vrste *M. pulegium* se smatraju manje hemijski raznovrsnim u odnosu na neke druge vrste porodice Lamiaceae. Razlog ovoga može biti činjenica da nema podataka o hibridizaciji ove vrste sa drugim predstavnicima roda *Mentha*. S druge strane, to može biti uzrokovano manjim diverzitetom staništa koja naseljava ili znatno suvljim staništima na kojima se javlja (Bokić i sar., 2020). Veliki broj autora je navodio pulegon, menton, izomenton, piperiton i piperitenon kao dominantna jedinjenja kod ove vrste. Pulegon je najčešće citiran kao najzastupljenija komponenta, ali sa značajnim razlikama u zastupljenosti: 73,4% (Lorenzo i sar., 2002), 42,9–45,4% (Stoyanova i sar., 2003), 37,8% (Aghel i sar., 2004), 41,1–42,3% (Díaz-Maroto i sar., 2007), 25,2–90,7% (Lawrence, 2007b), 52–82% (Rodriguez i sar., 2013) i 48,70% (Nickavar i Jabbarah, 2018). Nasuprot tome, veći procenat mentona (30,9%) u odnosu na pulegon (14,1%) i neomentol (13,8%) je zabeležen u biljnom materijalu poreklom sa prostora bivše Jugoslavije (Chalchat i sar., 1999). Takođe, Başer i sar. (1999) na području Turske beleže različite vrednosti pulegona (26,6–57,3%), odnosno mentona (25,1–59,1%). Nekoliko hemotipova ove vrste opisano je na području Grčke, koji se razlikuju na osnovu dominantnih komponenti i njihovih procentualnih zastupljenosti. U vezi sa tim, idući od severa ka jugu Grčke, duž klimatskog gradijenta, pokazano je da se sadržaj etarskog ulja i procentualna zastupljenost redukovanih C-3 *p*-mentanskih jedinjenja postepeno povećavaju, dok se istovremeno blago smanjuje procenat pulegona i njegovih derivata (Kokkini i sar., 2002, 2004, Kanakis i sar., 2011). S druge strane, primećene su i promene u sadržaju i procentualnoj zastupljenosti između pulegona i mentona tokom različitih fenofaza, odnosno razvoja biljke na području Portugala, pri čemu je sadržaj pulegona veoma visok tokom vegetativne faze, naglo opada pred fazu cvetanja, a onda ponovo raste, dok menton i izomenton imaju potpuno suprotnu dinamiku (Rodrigues i sar., 2013). Dalje, postoje i dokazi da stres uzrokovan povećanim salinitetom na staništu može uticati na procenat najzastupljenijih jedinjenja, i to tako što snižava nivo mentona, a favorizuje biosintezu pulegona (Karray-Bourauoui i sar., 2009). Dalje, postoje navodi da salinitet povećava nivo mentona i pulegona, dok smanjuje sadržaj mentola (Yu i sar., 2009), što je pokazano kod vrste *M. canadensis*. Imajući u vidu sve navedeno, može se pretpostaviti da gotovo jednak nivo pulegona i mentona, može biti posledica sakupljanja biljaka koje su bile na samom početku cvetanja na staništu koje je zaslanjeno (Bokić i sar., 2020).

### 5.3.3.2 *Mentha aquatica* L.

Isparljive komponente uzorka *M. aquatica* u većoj meri pripadaju klasi oksidovanih monoterpena (Sl. 135), a glavne komponente su bile 1,8-cineol (48,24%) i mentofuran (17,84%) (Tab. 69, Sl. 136 i 137). Važno je istaći da je ovako velika količina 1,8-cineola zabeležena jedino na području Turske, gde su Senatore i sar. (2005) opisali 1,8-cineolski hemotip ove vrste čiji je sadržaj iznosio 55,3%. Međutim, Lawrence (1978) citira ova dva jedinjenja u kombinaciji, ali sa nešto drugačijom zastupljenošću (1,8-cineol – 23,5% i mentofuran 8,1%). S druge strane, u većini prethodnih, a sličnih studija, mentofuran je češće navođen kao dominantno jedinjenje ili kao jedinjenje koje je visoko specifično za datu vrstu, odnosno njene hibride, čija zastupljenost varira u mnogim studijama što navodi i Lawrence (2007b). Na primer beleže se vrednosti: 7,6–48% (Başer i sar., 1999, 2012), 3.978,08 mg/kg<sup>-1</sup>

(Jerković i sar., 2001), 16,94% (Mimica-Dukić i sar., 2003), 23,20% (Morteza-Semnani i sar., 2006) i 51,7% (Rossi i sar., 2007), a ponekad se jedinjenje i ne detektuje (Esmaeili i sar., 2006). Jedno od objašnjenja za variranje sadržaja mentofurana može biti i činjenica da *M. aquatica* sintetiše mentofuran kao vid odbrane od herbivora (*Chrysolina herbacea*) što su pokazali Atsbaha Zebelo i sar. (2011) u svojim istraživanjima, a što navode i Bokić i sar. (2020).

### 5.3.3.3 *Mentha arvensis* L.

Iako se monoterpeni ugljovodoniци izdvajaju kao najzastupljeniji u okviru isparljivih komponenti (Sl. 135) kod *M. arvensis*, 1,8-cineol (23,20%) i 3-oktanon (15,83%) su bile komponente sa najvećim procentualnim udelima (Tab. 69, Sl. 136 i 137). Na osnovu do sada publikovanih radova, oba ova jedinjenja su citirana kao komponente koje mogu biti prisutne u etarskom ulju navedene vrste, dok se 3-oktanon nešto češće navodi kao dominantna komponenta (Kokkini, 1991, Lawrence, 2007b). Sa tim u vezi, zabeležene su različite procentualne zastupljenosti 1,8-cineola (19,1) i 3-oktanona (22,9–71,6%), koji se često javlja uz 3-oktanol ili 3-oktil acetat u uzorcima ove vrste (Lawrence, 2007b). Ipak, interesatno je istaći da ne postoje dostupne studije rađene na uzorcima samoniklih populacija, u kojima se zajedno, sa visokim učešćem, beleže 1,8-cineol i 3-oktanon (Bokić i sar., 2020).

### 5.3.3.4 *Mentha longifolia* (L.) L.

Ova vrsta se karakterisala nešto većom zastupljenošću monoterpenih ugljovodonika u odnosu na ostale analizirane taksone (Sl. 135), iako je jedino isparljivo jedinjenje koje je zabeleženo sa više od 10%  $\alpha$ -terpinil acetat (34,72%) i spada u grupu oksidovanih monoterpena (Tab. 69, Sl. 136 i 137). Dobijeni rezultati su slični sa onim koje su naveli Başer i sar. (1999), analizirajući biljni materijal poreklom sa severa Turske, koji u jednom uzorku beleže visoku zastupljenost ovog jedinjenja (42%). Vrsta *M. longifolia* je bila predmet mnogih hemijskih studija, što je za posledicu imalo izdvajanje velikog broja hemotipova. Na primer, u prirodnim populacijama ove vrste u Grčkoj opisani su linalol i/ili njegovi acetati, karvon/dihidrokarvon ili piperitenon oksid/piperiton oksid kao karakteristična jedinjenja za određene hemotipove (Kokkini, 1992). Na području Irana navode se kao najzastupljenija jedinjenja piperiton (43,9%), limonen (13,7%) i trans-piperitol (12,9%) (Rasool i Baquer Rezaei, 2014), dok Golparvar i sar. (2017) na osnovu dominacije 1,8-cineola (37,16%) izdvajaju istoimeni hemotip. S druge strane, kao dominantne isparljive komponente u biljnom materijalu poreklom iz istočne Srbije izdvajaju se *p*-cimen (14%) i timol (13%), kao i prekursor prvog jedinjenja –  $\gamma$ -terpinen (5%) (Mimica-Dukić i sar., 1993), dok piperiton oksid (63,58%) i 1,8-cineol (12,03%) dominiraju u uzorcima poreklom iz Bosne i Hercegovine (Nikšić i sar., 2012). Na području Maroka se na osnovu podjednagog odnosa piperiton-oksida i piperitenon-oksida opisuje još jedan hemotip (Ghoulami i sar., 2001), dok se u studiji sa biljnim materijalom poreklom iz Tunisa beleži širok spektar jedinjenja: menton (20,7–28,8%), mentol (19,4–32,5%), pulegon (7,8–17,8%), 1,8-cineol (5,6–10,8%), terpinol (3,1–4,9%) i piperiton (2,2–3,3%), sa različitim procentualnim udelima među populacijama, ali i značajnim razlikama na nivou pojedinih organa jedne biljke (Hajlaoui i sar., 2008). Takođe, postoje podaci i o visokom udelu pulegona (11,92–62,54%) i mentona (7,84–34,13%) u Saudijskoj Arabiji (Salman i sar., 2015), odnosno mentona (19,31%) i pulegona (12,42%) u Turskoj (Okut i sar., 2017). Sve navedeno, odnosno velika hemijska raznolikost u hemijskom sastavu isparljivih jedinjenja uopšte ne iznanađuje, ako se uzme u obzir veliki areal vrste *M. longifolia*, praćen širokim spektrom ekoloških uslova koji deluju na staništima koje ona naseljava, kao i njenu ogromnu

morfološku i fiziološku plastičnost. Shodno tome, sasvim je očekivano da se beleže drugačija dominantna jedinjenja u različitim geografskim oblastima u kojima verovatno rastu i drugačije podvrste ove vrste, što je i istaknuto u radu Bokić i sar. (2020).

#### 5.3.3.5 *Mentha microphylla* K. Koch.

Ova vrsta nije detaljno istraživana u pogledu hemijskog sastava isparljivih komponenti, niti je rađena karakterizacija hemotipova do sada, ili barem nije navođena pod imenom *M. microphylla*. Imajući u vidu da je trenutni status ovog taksona sporan, vrlo je moguće da se u okviru rezultata *M. spicata* subsp. *condensata* nalaze rezultati koji se odnose na *M. microphylla*. Većina prethodnih studija odnosi se pre svega na insekticidna svojstva etarskog ulja ove vrste, ali, postoji i nekoliko analiza u kojima su navedene dominantne isparljive komponente. U uzorcima vrste poreklom sa Sardinije navode se pulegon (34,10%), piperiton oksid (32,9%) i piperitenon (11,3%) kao dominantne komponente (Tomei i Manganelli, 2003). Međutim, Halim i sar. (1990) u biljnom materijalu iz Egipta beleže i zajedno kvantifikuju, piperiton oksid i piperitenon oksid (66%) dok je piperitenon (54,2%) naveden kao najzastupljenije jedinjenje u biljnom materijalu iz Libije (Traboulsi i sar., 2002). Rezultati dobijeni u okviru ovog istraživanja pokazali su da su dominantna isparljiva jedinjenja ove vrste, čiji materijal je sakupljen na području Peloponeza (Grčka) bila 1,8-cineol (32,35%) i piperiton oksid (24,76%) (Sl. 136 i 137), a samim tim najzastupljeniji su bili oksidovani monoterpeni (Tab. 69, Sl. 135). Ovi rezultati su novi u pogledu hemijskog diverziteta u okviru pretpostavljenog areala ovog taksona (Bokić i sar., 2020).

#### 5.3.3.6 *Mentha spicata* L.

Glavne komponente ove vrste su bile 1,8-cineol, limonen i mentol kod *M. spicata* gajenog (22,40%, 15,33% i 11,79%), odnosno samoniklog uzorka (33,94%, 3,13% i 15,92%). Dodatno, timol, iako zabeležen u tragovima, bio je jedinstveno jedinjenje za oba uzorka (Tab. 69). Hemijski sastav vrste *M. spicata* je do sada bio predmet velikog broja istraživanja. Iako postoje neslaganja u pogledu dobijenih rezultata, uglavnom se u svim radovima navode karvon i/ili menton kao dominantne isparljive komponente (Lawrence i sar., 2007b; Soković i sar., 2009; Snoussi i sar., 2015; Salehi i sar., 2018), pa rezultati dobijeni u ovom istraživanju zapravo odstupaju od do sada publikovanih. Ipak, Stoeva i Iliev (1997) beleže prisustvo 1,8-cineola (26,3%) i karvakola (17,8%) u uzorku iz Bugarske, a Başer i sar. (1999) takođe navode prisustvo 1,8-cineola (18,8%), uz linalol (17,4%) i karvon (41%) u materijalu sa područja Turske. Međutim, na osnovu sastava uzorka poreklom iz samonikle populacije *M. spicata* iz ovog istraživanja, rezultati su veoma slični sa onim koji su dobijeni analizom biljnog materijala ove vrste poreklom sa ostrva Zakintos (Grčka), gde je zabeležen i izdvojen 1,8-cineolski hemotip prema visokom procentu istoimenog jedinjenja (37,9%) (Cook i sar., 2017).

#### 5.3.3.7 *Mentha × dumetorum* Schult.

Uprkos činjenici da je *M. × dumetorum* bila predmet ograničenog broja studija, ipak postoji relativno veliki broj podataka o njenom hemijskom sastavu (Lawrence, 2007b). Isparljive komponente su dominantno okarakterisane kao monoterpenski ugljovodonici (Sl. 135), a tri najzastupljenija isparljiva jedinjenja bila su limonen (28,95%), mentofuran (15,99%) i 1,8-cineol (12,68%) (Tab. 69, Sl. 136 i 137). Iako većina prethodnih autora koji su istraživali hemijski sastav *M. × dumetorum* navode kao dominantna jedinjenja karvon (51,0%), (*cis*-

piperiton oksid (10,7–43,6%), *trans*-sabinen hidrat (29,%), mentofuran (25,1–27,3%), pulegon (10,4–19%), mentol (11,1%), menton (13,5%) i metil acetat (33,3%) (Lawrence, 2007b), piperiton-oksidi (32%), (–)-menton (16%) i germkren D (16%) (Sitzmann i sar., 2014) ili izdvajaju njihove specifične odnose, mentofuran/pulegon (25%/22%), *trans/cis*-piperiton-oksidi (26–44%) ili mentofuran/1,8-cineol (18–41%/8–13%) (Başer i sar., 1999), pa čak i definišu tri najznačajnija hemotipa (karvon/dihidrokarvonski, piperitenon epoksid/piperiton/mentofuranski) (Kokkini, 1991), ni u jednoj dostupnoj studiji se kao isparljiva jedinjenja sa značajnom procentualnom zastupljenošću ne navode zajedno limonen i 1,8-cineol, kao što je dobijeno u sklopu ovog istraživanja. Ipak, u radovima sprovedenim od strane Yılar i sar. (2013) i Onaran i sar. (2014) određena je mala količina limonena (7,79%), ali su u oba slučaja su biljke gajene u bašti. Imajući u vidu visok procenat limonena i 1,8-cineola u ispitivanom uzorku *M. × dumetorum*, dobijeni rezultati odstupaju od do sada poznatih kao i u radu Bokić i sar. (2020).

#### 5.3.3.8 *Mentha × gentilis* L.

Kao i u slučaju prethodnog taksona, *M. × gentilis* nije često analiziran takson, ali postojeći rezultati ukazuju na relativno veliki hemijski diverzitet (Lawrence, 2007b). Kod analiziranog uzorka najzastupljeniji su bili oskidovani monoterpeni (Sl. 135), dok se kao glavna isparljiva jedinjenja izdvajaju linalol (55,35%) i  $\alpha$ -felandren (21,91%) (Tab. 69, Sl. 136 i 137). Navedene vrednosti su u skladu sa prethodno objavljenim rezultatima od strane Kokkini (1991), koja je na području Grčke identifikovala linalol/linalil acetatski hemotip ovog taksona i definisala dati hibrid kao takson čije je etarsko ulje bogato linalolom. Slični rezultati, odnosno slična jedinjenja sa velikim procentualnim učešćem, kao što su linalil acetat (45,59%) i linalol (31,19%), su dobijeni i u uzorcima koji su gajeni u bašti na području Brazila (Gonçalves i sar., 2009), kao i kod Bokić i sar. (2020).

#### 5.3.3.9 *Mentha × verticillata* L.

Uprkos malom broju studija čiji je cilj bilo ispitivanje etarskih ulja i isparljivih komponenti hibrida *M. × verticillata*, a koje su uglavnom bile usmerene na materijal poreklom iz kulture ili bašte, utvrđeno je da ipak postoji veliki hemijski diverzitet. Najčešće izolovana jedinjenja sa velikom zastupljenošću su:  $\alpha$ -terpinil-acetat (74,6%), mentol (53,3%), 3-oktanol (37,8%), mentofuran (16,9–27,7%), 1,8-cineol (12,5–21,8%),  $\beta$ -kariofilen (10,9–20,3%), decil acetat (20,6%), terpinen-4-ol (19,7%), mentil-acetat (17,4%), geranil-acetat (14,1%), 3-oktanon (13,1%), *trans*-sabinen hidrat (11,4%) i *trans*-piperiton oksid (12,2%) (Lawrence, 2007b). Tokom selekcionog programa ovog hibrida, detektovano je prisustvo velike količine mentola, zbog čega su određeni genotipovi bili predloženi kao novi izvor datog jedinjenja (Maffei, 1990). Nakon toga su menton i mentol uglavnom citirani kao dominantne isparljive komponente, odnosno sastojci etarskog ulja. Pored toga, na području Grčke opisani su hemotipovi sa visokim procentom geraniola ili geranil acetata i mentofurana (Kokkini, 1991), dok je jedino prisustvo germakrena D detektovano u suvim uzorcima poreklom iz Bosne i Hercegovine (Šarić-Kundalić i sar., 2009). Nasuprot do sada publikovanim rezultatima, okviru ovog istraživanja, što navode i Bokić i sar. (2020) zabeleženi su  $\beta$ -pinen (27,45%), limonen (24,03%) i mentofuran (11,27%) kao tri glavne komponente u uzorku *M. × verticillata* (Tab. 69., Sl. 136 i 137).

### 5.3.3.10 *Mentha* × *piperita* L.

Istraživanja isparljivih komponenti verovatno najpopularnije nane – *M. × piperita*, ukazuju na postojanje veoma velike hemijske varijabilnosti. Jedinjenja sa najvećom učestalošću i zastupljenošću su mentol, mentil acetat, menton, mentofuran, neomentol, pulegon, 1,8-cineol i karvon (Lawrence, 2007b). U okviru ovog istraživanja, gajeni oblici ovog taksona poslužili su kao kontrolna grupa s obzirom da sadrže najveći broj različitih isparljivih jedinjenja. Međutim, posmatrajući kvalitativni i kvantitativni hemijski sastav ovih oblika jasno je da su analizirana dva kultivara. Kod *M. × piperita* ‘Alba’ najzastupljeniji su bili monoterpenih ugljovodonici, sa najvećom zastupljenošću limonena (48,88%), dok je kod *M. × piperita* ‘Crispa’ zabeleženo veće učešće oksidovanih monoterpena, a mentol (23,04%) i menton (11,25%) su se izdvojili kao dominantne komponente u isparljivoj frakciji (Tab. 69, Sl. 136 i 137). Rezultati ovog istraživanja potvrđuju prethodno objavljene, u pogledu visokog sadržaja mentola i mentona, ali ne i limonena koji se za ovaj takson ređe navodi (Salehi i sar., 2018), sa izuzetkom Bokić i sar. (2020) koji beleže limonen u velikom procentu. Ipak, svi tri jedinjenja variraju manje ili više i navode se u različitim opsezima, ako uzmemo u obzir prethodno sumirane studije u Salehi i sar. (2018): mentol (5,58–59,73%), menton (12,7–30,63%) i limonena (10,6–37,18%). Kako se u većini analiza hemijskog sastava ovog hibrida samo navodi njegovo ime, bez detaljnih navođenja o kom obliku se tačno radi, vrlo je moguće da je tipično analizirani oblik *M. × piperita* ‘Crispa’, a da je ovo jedan od prvih podataka koji se odnosi na *M. × piperita* ‘Alba’ (Bokić i sar., 2020).

### 5.3.4 Hemotaksonomski značaj rezultata dobijenih sekundarnom i tercijarnom hemijskom karakterizacijom

Prema dosadašnjim istraživanjima, analizirana fenolna jedinjenja (ferulna, hlorogenska, *p*-kumarinska, ruzmarinska, sinapinska i vanilinska kiselina, apigenin, naringenin, epikatehin, kvercetin i rutin) se ne navode kao hemotaksonomski markeri roda *Mentha*, što se može opravdati činjenicom da se ne beleže kod svih taksona konstantno, odnosno da njihov sadržaj značajno varira usled dejstava ekoloških faktora. Takođe, kako ovom studijom nisu obuhvaćeni svi predstavnici roda *Mentha*, može se samo ukazati na to da li neka jedinjenja mogu potencijalno imati značaj u budućim hemotaksonomskim istraživanjima u okviru roda, odnosno u detektovanju određenih hemotipova na nekom geografskom području.

Sasvim je opravdano što se hlorogenska, vanilinska, ruzmarinska i kafena kiselina, kao i naringenin ne smatraju hemotaksonomskim markerima roda, jer ni u ovom istraživanju nisu potvrđeni kod svih analiziranih taksona, a često ni kod većine uzoraka. Na primer, u okviru ovog istraživanja hlorogenska kiselina se ne javlja kod 70% uzoraka roda *Mentha*, niti je zastupljena kod svih analiziranih taksona. Vanilinska kiselina i naringenin se ne javljaju kod svih taksona roda *Mentha*, ali su zabeleženi kod 82%, odnosno 79% uzoraka. Veoma je interesantno da se ruzmarinska kiselina, koja se smatra dobrim markerom za predstavnike potporodice Nepetoideae kojoj i pripada rod *Mentha*, u okviru ovog istraživanja ne javlja kod više od trećine uzorka (35%), a nije zabeležena ni kod svih taksona, tj. nedostaje kod *M. × gentillis*. Na kraju, kafena kiselina, iako se javlja kod svih analiziranih taksona, nije zabeležena kod relativno velikog procenta uzoraka (57%). Ostala jedinjenja (ferulna, *p*-kumarinska i sinapinska kiselina, apigenin, epikatehin, kvercetin i rutin) zabeležena su kod svih analiziranih taksona roda *Mentha*, međutim ne i kod svih ispitivanih uzoraka, iako se javljaju u veoma visokom procentu. Jedinjenja koja su u okviru ovog istraživanja detektovana kod svih taksona, ali nedostaju u određenom broju ispitivanih uzoraka su: apigenin (13), sinapinska kiselina (19)

i epikatehin (27). Kao najzastupljenija jedinjenja izdvajaju se kvercetin, *p*-kumarinska i ferulna kiselina, kao i rutin koji ipak u pojedinim uzorcima nedostaju. Kvercetin nije zabeležen samo u jednom uzorku *M. pulegium*, *p*-kumarinska se ne javlja kod dva uzorka *M. pulegium* i u jednom uzorku vrsta *M. longifolia* i *M. spicata*. Sinapinska kiselina nije identifikovana u pet ekstrakata *M. longifolia* i jednom *M. pulegium*, dok rutin nije potvrđen u sedam ekstrakata *M. longifolia* i dva *M. pulegium*. Iako je prethodnim istraživanjima potvrđeno da je sinteza sekundarnih metabolita uslovljena abiotičkim ekološkim faktorima, na osnovu navedenih rezultata kvercetin, rutin, ferulna i *p*-kumarinska kiselina, kao i apigenin, sinapinska kiselina i epikatehin bi potencijalno mogli imati hemotaksonomsku primenu, uz dodatne studije koje bi uključile ravnomeran broj uzoraka svih predstavnika roda *Mentha* rasprostranjenih na određenom geografskom području, koji bi bili gajeni u istim, a adekvatnim uslovima.

Statistička obrada podataka dobijenih sekundarnom hemijskom karakterizacijom podrazumevala je analizu varijabilnosti ukupnog sadržaja sekundarnih metabolita, odnosno analizu glavnih komponenti i klasifikaciju (PCCA), kao i korespondentnu analizu, dok klaster analiza iskorišćena za grupisanje uzoraka analiziranih taksona roda *Mentha* na osnovu zastupljenosti i količine sva 54 isparljiva jedinjenja.

#### **5.3.4.1 Analiza varijabilnosti ukupnog sadržaja fenolnih jedinjenja – analiza glavnih komponenti i klasifikacija (PCCA)**

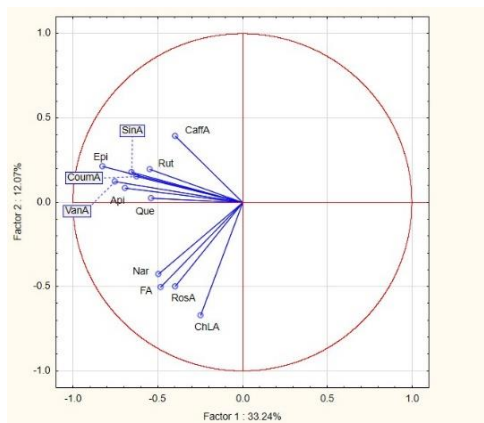
PCCA je odabrana radi redukcije broja varijabli na manji broj reprezentativnih i nekorelisanih, kao i zbog klasifikacije varijabli i uzoraka, jer omogućava analizu podataka čije su vrednosti heterogene, tj. čije su srednje vrednosti, kao i vrednosti standardne devijacije drugačije. Za potrebe primene analize glavnih komponenti i klasifikacije (PCCA) na rezultate hemijske karakterizacije predstavnika roda *Mentha*, dobijene vrednosti ispitivanih varijabli korišćene su za izračunavanje karakterističnih vektora. Time su dobijene glavne ose, te se uočava umereni stepen varijabilnosti u koncentracijama odgovarajućih sekundarnih metabolita, što ukazuje na umerenu ukupnu varijabilnost uzorka, posmatrano na nivou svih uzoraka i svih taksona, te prve dve glavne komponente opisuju oko 45% varijabilnosti uzoraka (Tabela 70). Na slici 138 pokazano je u kojoj meri analizirana jedinjenja doprinose ukupnoj varijabilnosti uzorka, kao i položaj ispitivanih uzoraka u prostoru definisanom dvema glavnim osama (Sl. 139).

Najveći doprinos veličini varijabilnosti po prvog glavnoj osi (PCCA 1) potiče od varijabli koje opisuju sadržaj epikatehina, vanilinske kiseline, apigenina i sinapinske kiseline u uzorcima. Varijable koje opisuju sadržaj hlorogenske, ferulne i ruzmarinske kiseline i naringenina najviše doprinose obliku varijabilnosti po osnovu druge glavne ose (Sl. 138). Položaj ispitanih uzoraka u prostoru definisanom sa prve dve glavne ose (Sl. 139) pokazuje međusobno sličan obrazac varijabilnosti sadržaja sekundarnih metabolita u ispitanim uzorcima predstavnika roda *Mentha* odnosno, u odnosu na obe vektorske ose, ukazuje na veliku varijabilnost sadržaja aktivnih principa u svim ispitanim taksonima što je sigurno posledica izraženog uticaja abiotičkih ekoloških faktora na biosintezu sekundarnih metabolita.

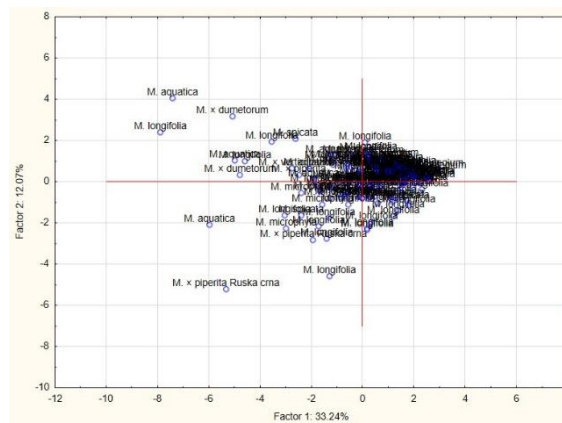


Tabela 70. Vrednosti karakterističnih vektora i procenat kumulativne varijabilnosti za prve dve glavne ose PCCA; hemijska karakterizacija roda *Mentha*

PCoA osa	Vrednosti karakterističnih vektora	Kumulativna varijabilnost (%)
1	3.98911712	33.2426427
2	1.44820422	12.0683685



Slika 138. Opterećenja PCCA 1 i PCCA 2 osa



Slika 139. Položaj ispitivanih uzoraka roda *Mentha* u prostoru definisanom sa prve dve ose

### 5.3.4.2 Analiza zastupljenosti odabranih fenolnih jedinjenja – korespondentna analiza

Korespondentna analiza je izabrana jer omogućava uvid u postojanje veza između međusobno analiziranih varijabla i analiziranog uzorka. U cilju preciznije analize kvalitativnog sastava odabranih fenolnih jedinjenja izvršeno je kodiranje prisustva (1) i odsustva (0) i formirana je matrica za dalju multivarijantnu analizu (Tab. 71). Za obradu ovih podataka, primenjena je korespondentna analiza (CA) kako bi se sagledao opšti obrazac prisustva ili odsustva datih fenolnih jedinjenja. Sa tim u vezi, neophodno je napomenuti da su varijable koje opisuju sadržaj ferulne, *p*-kumarinske i sinapinske kiseline, kao i apigenina, kvercetina, epikatehina i rutina u ispitanim ekstraktima manje više uniformne, odnosno u uzorcima se dominantno javljaju ili ne javljaju, te nisu uzete u obzir prilikom sprovođenja ove analize. Radi slikovitog prikazivanja odnosa fenolnih jedinjenja prema analiziranim taksonima posebno je posmatrano svako jedinjenje, kao i stepen njihove međusobne korelacije.

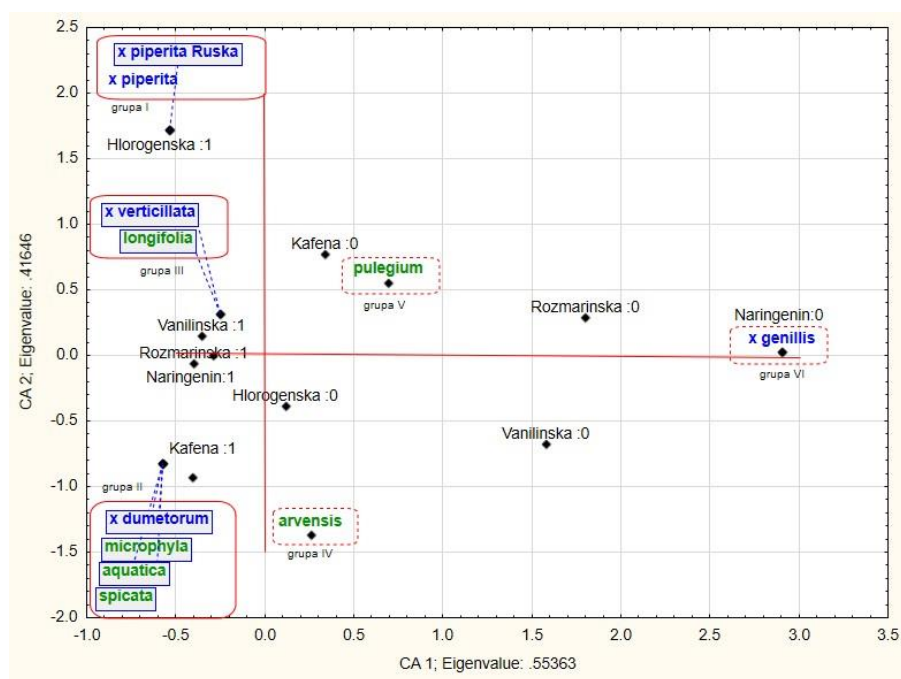
U pozitivnom delu prve korespondentne ose uočava se grupa taksona *M. x gentillis*, *M. pulegium* i *M. arvensis* koja se generalno karakteriše odsustvom određenih jedinjenja. Ovi taksoni u svom sadržaju nemaju hlorogensku kiselinu i još jedno ili nekoliko sledećih jedinjenja: naringenin, ruzmarinsku, vanilinsku i/ili kafenu kiselinu. *M. x gentillis* u svom sastavu nema ni jedno navedeno jedinjenje i potpuno je odvojena od ostalih u pozitivnom delu prve korespondentne ose, dok se u sadržaju *M. pulegium* dominantno ne nalaze hlorogenska, kafena i ruzmarinska kiselina, a *M. arvensis* se karakteriše odsustvom hlorogenske i vanilinske kiseline. S druge strane, u negativnom delu prve korespondentne ose su taksoni *M. x piperita*, *M. x piperita* 'Ruska crna', *M. x verticillata*, *M. longifolia*, *M. x dumetorum*, *M. microphylla*, *M. aquatica* i *M. spicata*, kao posledica detektovanog prisustva vanilinske i ruzmarinske kiseline. U pozitivnom delu CA 2 ose su pozicionirani taksoni *M. x piperita*, *M. x piperita* 'Ruska crna', *M. x verticillata*, *M. longifolia*, *M. pulegium* i *M. x gentillis* čiji su uzorci dominantno okarakterisani odsustvom kafene kiseline, dok su u negativnom delu CA 2 ose *M. x dumetorum*, *M. microphylla*, *M. aquatica*, *M. spicata* i *M. arvensis* zahvaljujući prisustvu naringenina (Sl. 140). Bilo koje od navedenih grupisanja taksona nema potvrdu u prethodnim

istraživanjima, ali ukazuje na sličnost u hemijskom sastavu određenih taksona na istraživanom području.

Tabela 71. Detektovano prisustvo/odsustvo pojedinih fenolnih kiselina i flavonoida u vodeno-metanolnim ekstraktima ispitivanih taksona

Grupa	Takson	HK	RK	VK	KafK	N
I	M×P	+	+	+	-	+
	M×P RS	+	+	+	-	+
II	Maq	-	+	+	+	+
	Mm	-	+	+	+	+
	Ms	-	+	+	+	+
	M×D	-	+	+	+	+
III	MI	-	+	+	-	+
	M×V	-	+	+	-	+
IV	Mar	-	+	-	+	+
V	Mp	-	-	+	-	+
VI	M×G	-	-	-	-	-

Legenda: M×P – *M. × piperita*, M×P RS – *M. × piperita* ‘Ruska crna’, Maq – *M. aquatica*, Mm – *M. microphylla*, Ms – *M. spicata*, M×D – *M. × dumetorum*, MI – *M. longifolia*, M×V – *M. × verticillata*, Mar – *M. arvensis*, Mp – *M. pulegium*, M×G – *M. × gentilis*; HK – hlorogenska kiselina, RK – rozmarinska kiselina, VK – vanilinska kiselina, KafK – kafena kiselina, N – naringenin



Slika 140. Asociranost ispitivanih taksona roda *Mentha* i prisustva/odsustva dominantno zastupljenih fenolnih jedinjenja

Sa tim u vezi, rezultati korespondentne analize ukazuju na moguće pravce diferencijacije analiziranih uzoraka taksona na šest grupa. Na osnovu prisutnosti i odsutnosti, kao i prema broju zastupljenih analiziranih jedinjenja (Tab. 71, Sl. 140) može se primetiti da se taksoni diferenciraju u dva korespondentna para, jednu definisanu grupu i tri zasebne korespondentne jedinice-taksona:

1) Prvi korespondentni par – uzorci *M. × piperita* i *M. × piperita* ‘Ruska crna’; Karakteriše je odsustvo kafene kiseline i dominantno prisustvo naringenina, hlorogenske, ruzmarinske i vanilinske kiseline.

2) Drugi korespondentni par – *M. longifolia* i *M. × verticillata*; U sadržaju dominantno nema hlorogensku i kafenu kiselinu, dok se beleže naringenin, ruzmarinska i vanilinska kiselina.

3) Prva korespondentna grupa – uzorci *M. aquatica*, *M. microphylla*, *M. spicata* i *M. × dumetorum*; Odlikuje je odsustvo hlorogenske kiseline i dominantno prisustvo naringenina, ruzmarinske, vanilinske i kafene kiseline.

4) Zasebna korespondentna jedinica – *M. arvensis*; Ne poseduje hlorogensku i vanilinsku kiselinu, ali ima naringenin, ruzmarinsku i kafenu.

5) Zasebna korespondentna jedinica – *M. pulegium*; U sadržaju dominantno ima samo vanilinsku kiselinu i naringenin, dok odsustvuju hlorogenska, ruzmarinska i kafena kiselina.

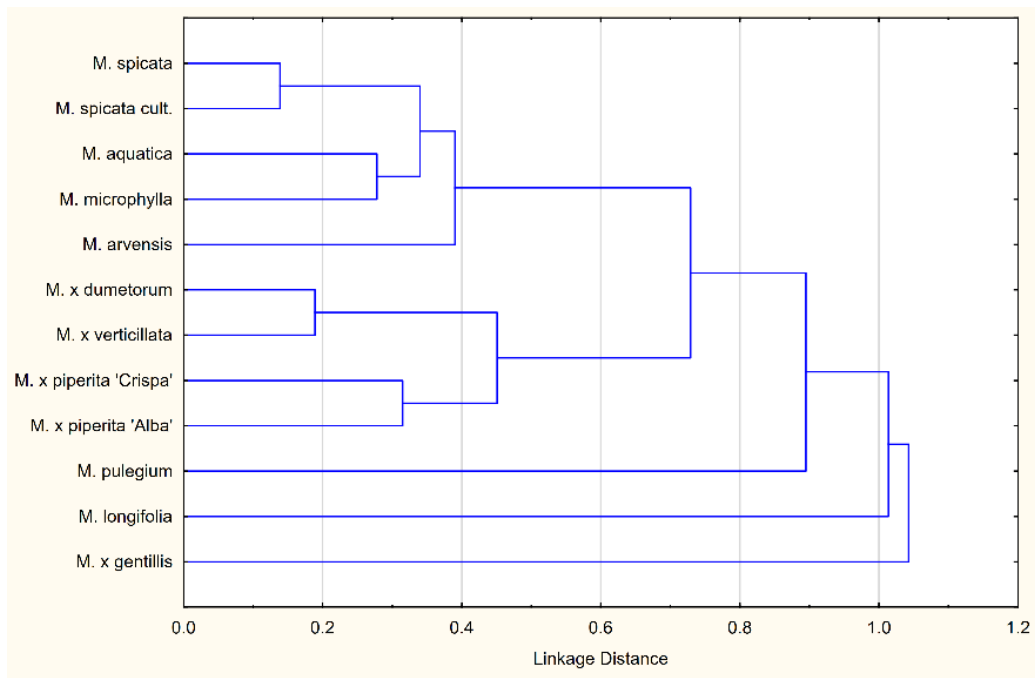
6) Zasebna korespondentna jedinica – *M. × gentillis*; U sadržaju nema ni jedno jedinjenje od navedenih.

#### 5.3.4.3 Klaster analiza na osnovu kvantitativnog i kvalitativnog sadržaja isparljivih jedinjenja

Na klasteru (Sl. 141) se najpre uočava izdvajanje frakcije isparljivih jedinjenja hibrida *M. × gentillis* od svih ostalih uzoraka, a usled visokog sadržaja linalola i  $\alpha$ -felandrena. Potom, uzorak vrste *M. longifolia* formira zasebnu granu zbog visoke koncentracije  $\alpha$ -terpinil acetata. Takođe, uočava se izdvajanje vrste *M. pulegium* kao posledica visokog i gotovo jednakog udela pulegona i mentona u frakciji isparljivih komponenti.

U ostatku dendrograma je velika i raznovrsna grupa koja se može podeliti na dve glavne podgrupe. Prvu podgrupu čine uzorci hibrida *M. × piperita*, *M. × dumetorum* i *M. × verticillata*, koji su zajedno grupisani usled visoke koncentracije limonena sa još jednim pratećim isparljivim jedinjenjem. Dodatno, gajeni oblici *M. × piperita* se izdvajaju zahvaljujući visokom udelu limonena i mentola, dok se *M. × dumetorum* i *M. × verticillata* karakterišu velikim procentom limonena i mentofurana. Drugu podgrupu čine isključivo uzorci vrsta *M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. microphylla* i *M. spicata*. Njihova zajednička karakteristika je visok sadržaj 1,8-cineola u kombinaciji sa još jednim isparljivim jedinjenjem. U slučaju uzorka vrste *M. aquatica*, to jedinjenje je mentofuran, dok je kod *M. microphylla* to piperiton oksid. Unutar ove podgrupe, uzorak vrste *M. arvensis* se od ostalih taksona izdvaja zbog 1,8-cineola i 3-oktanona. Uzorci vrste *M. spicata* su na dendrogramu grupisani zajedno usled velike količine 1,8-cineola, limonena i mentola (Sl. 141).

Dobijena podela ne odgovara ni jednoj prethodnoj u okviru rodu *Mentha*, niti se o tome može diskutovati s obzirom na ovako skroman uzorak, ali ona donekle oslikava različit hemijski sastav uzoraka roditeljskih taksona u odnosu na hibridne, sa istraživanog područja.



Slika 141. Klaster analiza na osnovu sadržaja 54 isparljiva jedinjenja u uzorcima ispitivanih taksona roda *Mentha*

## 6. ZAKLJUČAK

Istraživanja dve sekcije roda *Mentha* (sect. *Pulegium* i sect. *Mentha*), čiji su predstavnici prisutni na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije, realizovana su u tri pravca: 1) preliminarna analiza strukture populacija četiri vrste (*M. pulegium*, *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*), u cilju potvrđivanja postojanja ginodiecizma i utvrđivanja frekvencije funkcionalno ženskih jedinki, 2) morfološka istraživanja karaktera vegetativnih i generativnih organa i komparativna taksonomska analiza tri vrste (*M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*), u cilju definisanja njihove varijabilnosti, kao i intra- i interspecijskih razlika, i 3) primarna, sekundarna i tercijarna hemijska karakterizacija različitih taksona (*M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. longifolia*, *M. microphylla*, *M. pulegium*, *M. spicata*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × piperita*, *M. × piperita* 'Alba', *M. × piperita* 'Crispa', *M. × piperita* 'Ruska crna' i *M. × verticillata*) u cilju ukazivanja na prirodne nedovoljno istražene resurse i radi utvrđivanja sličnosti i razlika u sastavu u svrhu eventualne primene u hemotaksonomiji.

Ovo je prva studija koja se bavi postojanjem ginodiecizma u populacijama vrsta roda *Mentha* na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije, a time predstavlja i polaznu tačku za bolje definisanje biologije i ekologije ovog roda, odnosno nudi novi pristup za dalje praćenje i rešavanje statusa problematičnih populacija, koje su kompleksne i promenljive u prostoru i vremenu. Preliminarnom analizom strukture populacija četiri vrste, ustanovljeno je da se sve populacije vrste *M. pulegium* hermafroditne sa dvopolnim (=normalnim) cvetovima čije su antere krupne, nedeformisane i sadrže punu količinu polena. Za razliku od njih, 11 populacija ostale tri vrste (*M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*) uključivale su dvopolne i funkcionalno ženske jedinke sa odgovarajućim tipom cvetova, zbog čega su date populacije okarakterisane kao ginodiecke. Potvrđeno je pravilo da su funkcionalno ženski cvetovi manjih dimenzija u odnosu na dvopolne cvetove kod sve tri vrste u čijim populacijama su zabeleženi. Te razlike su najuočljivije u odnosu na dimenzije prašnika, a potom i čašice i krunice, dok na osnovu dužine plodnika, stubića i žiga nema jasne diferencijacije između dvopolnih i funkcionalno ženskih cvetova analiziranih vrsta. Osim toga, u po jednoj populaciji *M. longifolia* i *M. spicata* pronađene su intermedijerne jedinke, koje istovremeno imaju i dvopolne i funkcionalno ženske cvetove. U populacijama vrste *M. longifolia* zabeleženi su cvetovi i jedinke nejasnog statusa, koje zahtevaju dodatne analize fertiliteta polena, kako bi se mogao izvesti zaključak da li oni predstavljaju protandrične cvetove čija je muška funkcija vremenski pomešana u odnosu na žensku ili cvetove sa polenom koji je u manjem procentu fertilan u odnosu na dvopolne cvetove. Zabeležena je različita frekvencija funkcionalno ženskih jedinki u populacijama, koja je varirala u velikom opsegu i često prevazilazila polovinu ukupne veličine populacije. Na osnovu analize zastupljenosti ginodieckih populacija vrste *M. longifolia* ustanovljeno je da ne postoji pravilnost u pogledu nadmorske visine, ali da se ove populacije najčešće nalaze na otvorenim, travnatim, vlažnim staništima. Zasižno je prostorna i vremenska dinamika održanja ovih populacija roda *Mentha* veoma kompleksna i zavisi kako od genetičkih, tako i od abiotičkih i biotičkih faktora na samom staništu, što svakako navodi na istraživanje ove problematike. Ova preliminarna analiza naglašava potrebu za detaljnim istraživanjem ginodiecizma u populacijama predstavnika roda *Mentha*, koje bi obuhvatilo veće uzorke jedinki u populacijama i praćenje frekvencije odnosa različitih tipova jedinki nekoliko godina uzastopno, analizu povezanosti datih frekvencija sa nekim od ekoloških faktora, kao i

kvalitativnu i kvalitativnu analizu produkcije semena kod različitih tipova cvetova/jedinki, zbog definisanja njihove adaptivne vrednosti.

Na osnovu analize morfoloških karaktera vegetativnog i generativnog regiona pokazana je statistički značajna varijabilnost većine analiziranih karaktera, što ukazuje na pravce varijabilnosti. Karakteri vegetativnog regiona i cvasti imaju izraženu varijabilnost u odnosu na karaktere cveta koji je sličan i konzervativan kod tri ispitivane vrste. Prema dobijenim vrednostima koeficijenata korelacije, karakteri u okviru vegetativnog regiona i cvasti su nezavisno promenljivi, dok su u okviru cveta izdvojeni korelacioni parovi, odnosno nizovi karaktera koji variraju zajedno. Na osnovu dobijenih rezultata jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) izdvojeni su najkonzervativniji i najvarijabilniji karakteri, kao i oni karakteri koji su zahvaljujući statistički značajnoj varijabilnosti primenljivi za intra- ili interspecijsku diferencijaciju analiziranih vrsta. Analiza glavnih komponenti (PCA) dala je uvid u obrazac varijacije kvantitativnih karaktera, a posmatrajući nezavisno analizirane regione, karakteri vegetativnog regiona i cvasti su u zoni umerene i povećane varijabilnosti, dok je većina karaktera generativnog regiona i brakteje u zoni niske ili umerene varijabilnosti. Na nivou ukupnog, kao i pojedinačnih uzoraka izdvojeni su karakteri koji bi mogli ukazati na pravce varijabilnosti analiziranih vrsta. Opšta slika varijabilnosti cveta upućuje na postojanje definisanih modela varijabilnosti kod svake od tri vrste, koji se donekle preklapaju usled niske varijabilnosti generativnog regiona, česte hibridizacije i njihove bliske filogenetske veze. Zahvaljujući rezultatima CDA analiza i višefaktorske analize varijanse (MANOVA) izdvojeni su karakteri sa većim značajem u diskriminaciji *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* na vegetativnom i generativnom nivou, kao i za potencijalnu infraspecijsku diferencijaciju navedenih vrsta na istraživanom području. Na osnovu morfometrijskih karaktera cveta i brakteje napravljen je predlog ključa za razlikovanje tri analizirane vrste, a definisani su i setovi morfometrijskih diskriminatorskih karaktera na nivou zasebno analiziranih delova cveta (čašica, krunica, prašnici, kao i plodnik, stubić i žig) na osnovu kojih su dati predlozi ključeva separacije *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*.

Rezultati sprovedenih analiza varijabilnosti morfoloških karakteristika generativnog regiona ukazuju na potrebu za promenom pristupa i statusne pozicije spornog taksona označenog kao *M. microphylla*, koji je prema trenutno aktuelnoj podeli uvršten u okviru podvrste *M. spicata* subsp. *condensata* kao sinonim. Neophodna je revizija i ponovno razmatranje populacija taksona *M. microphylla* i to pre svega odgovarajućih populacija iz Grčke, ali i ostalih submediteranskih i mediteranskih delova Balkanskog poluostrva, uz uključivanje uzoraka sa Apeninskog poluostrva, kako bi bio obuhvaćen celokupan pretpostavljeni areal. Kako tipski materijal ovog taksona nije izdvojen i smatra se izgubljenim, prvi naredni korak je označavanje tipova. S druge strane, morfološkim analizama vegetativnog i generativnog regiona pokazana je velika kompleksnost uzoraka vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* koja se ogleda u njihovoj velikoj sličnosti na istraživanom području, pri čemu veliki broj populacija karakterišu zajedničke osobine, tradicionalno upotrebljavane u ključevima za njihovo razdvajanje. Stoga su definisani zasebni ključevi isključivo sa morfometrijskim podacima cveta i brakteje, kao i zasebnih organa u cvetu, koji dodatno mogu poslužiti za razdvajanje ovih hipervarijabilnih vrsta. Osim suštinski značajne analize morfoloških razlika na vegetativnom i generativnom nivou, potrebno je analizirati da li, i ako postoje, i kog stepena su genetičke razlike između *M. microphylla* i ostalih sličnih i/ili srodnih vrsta iz roda, a u prvom redu *M. longifolia*, *M. spicata* i *M. suaveolens*.

U odnosu na kvalitativne karaktere analizirane na nivou stabla, listova, brakteja i cvasti analizirani uzorak nije uniforman, tj. *a priori* definisane vrste se veoma jasno odvajaju

međusobno, kao i neke populacije unutar ispitivanih njih. Stoga, kvalitativni karakteri mogu imati primenu i u diferencijaciji infraspecijskih taksona.

Usled nepostojanja jedinstvenog shvatanja roda *Mentha* na Balkanskom području i u južnom delu Panonske nizije, u ovoj disertaciji prihvaćeni su elementi dva različita taksonomska koncepta: tradicionalni i novi. Dobijeni rezultati delimično odgovaraju tradicionalnom shvatanju roda *Mentha*, koji pretpostavlja postojanje tri zasebne vrste – *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*, ali sa nešto drugačijim vrednostima. Dodatno, ono što takođe ide u prilog tradicionalnom shvatanju roda *Mentha*, je činjenica da na osnovu slučajno sakupljenog uzorka populacija veoma varijabilne vrste *M. longifolia*, a bez datih ključeva za identifikaciju, uz korišćenje originalnih ili opisa u postojećim florama, nije bilo moguće odvojiti i potvrditi postojanje svih potencijalnih podvrsta koje su prema novoj podeli roda predložene, sa izuzetkom oblika koji liče na „*M. longifolia* subsp. *grissella*“ čije postojanje i satus se jasno moraju potvrditi. Sa tim u vezi, vitalno je sakupiti biljni materijal sa tipskih lokaliteta i staništa potencijalno prisutnih podvrsta u okviru vrste *M. longifolia*, koji bi bio korišten za poređenje, ali i eventualno gajenje u istim eksperimentalnim uslovima, u cilju morfoloških i genetičkih analiza.

Posmatrano na osnovu svih rezultata hemijske karakterizacije generisani su novi podaci o hemijskom diverzitetu roda *Mentha* na istraživanom području, a u prvom redu o slabije analiziranim i hibridnim taksonima. Ovo istraživanje je do sada najobimnije u smislu nivoa hemijske karakterizacije, kako prema broju uzoraka, taksona i analiziranih fenolnih jedinjenja, tako i prema primenjenim metodama i tehnikama.

Na osnovu rezultata primarne hemijske karakterizacije, većina uzoraka odlikovala se niskim do veoma niskim procentom prinosa, a zabeleženo je i umereno variranje između ekstrakata taksona roda *Mentha* sakupljenih sa velikog geografskog područja koji broje veliki broj uzoraka. Rezultati primarne hemijske karakterizacije ukazuju na veliko bogatstvo roda *Mentha* u pogledu sadržaja fenola i flavonoida na istraživanom području jer se većina analiziranih ekstrakata karakteriše njihovim visokim ili veoma visokim sadržajem., što je od velikog značaja za buduća istraživanja u cilju potencijalne primene onih taksona koji do sada nisu uopšte ili su u nedovoljnoj meri bili korišteni.

Na osnovu dobijenih rezultata sekundarne hemijske karakterizacije potvrđeno je prisustvo ferulne, *p*-kumarinske i sinapinske kiseline, kao i apigenina, naringenina, epikatehina, kvercetina i rutina kod svih analiziranih taksona, ali sa različitom zastupljenošću, dok su ostala jedinjenja zabeležena kod svih taksona predstavljenih većim brojem uzoraka od sedam. U pogledu učestalosti, na prvom mestu se izdvaja kvercetin, a zatim *p*-kumarinska i ferulna kiselina, kao i rutin i apigenin. Sa nešto manjom zastupljenošću zabeleženi su sinapinska i vanilinska kiselina, kao i epikatehin i naringenin, dok su ruzmarinska i kafena kiselina, iako najčešće određivane kiseline roda *Mentha*, zabeležene u mnogo manjem procentu uzoraka, a na poslednjem mestu je svakako hlorogenska kiselina. Prema određenom sadržaju, analizirana fenolna jedinjenja su se karakterisala veoma niskim vrednostima koje su ipod limita detekcije (hlorogenska kiselina), niskim vrednostima (apigenin, naringenin, epikatehin, ferulna i vanilinska kiselina) ili niskim i srednjim vrednostima (kvercetin, rutin, kafena, ruzmarinska i sinapinska kiselina,). Sa tim u vezi, najvećom varijabilnošću u pogledu dobijenih vrednosti se odlikuju kafena, ruzmarinska i sinapinska kiselina, što je najuočljivije kod vrsta koje su predstavljene većim brojem uzoraka koji su sakupljeni na velikom geografskom prostoru. Pored visokog sadržaja apigenina, ruzmarinske i ferulne kiseline u uzorcima *M. × piperita* ‘Ruska crna’ i epikatehina kod *M. × piperita*, zabeležene su i veće vrednosti analizarnih

fenolnih jedinjenja kod drugih taksona roda *Mentha*. Uzimajući u obzir sadržaj ruzmarinske kiseline može se uočiti da uzorci vrste *M. longifolia* premašuju vrednosti ekstrakata *M. × piperita* 'Ruska crna'. Takođe, u uzorcima *M. longifolia*, *M. aquatica* i *M. microphylla* kvantifikovan je visok nivo kvercetina, dok su uzorci istih taksona uz *M. × dumetorum* bogati rutinom i epikatehinom. Dodatno, zabeležen je visok sadržaj hlorogenske i kafene kiseline, kao i apigenina u pojedinim uzorcima vrsta *M. longifolia* i *M. aquatica*, a na osnovu dobijenih rezultata ferulne kiseline prema visokim vrednostima ističu se uzorci *M. longifolia* i *M. microphylla*. Međutim, neophodno je pomenuti i visok sadržaj sinapinske kiseline kod *M. spicata* i *M. × dumetorum*, odnosno vanilinske kiseline u uzorcima *M. longifolia* i *M. × dumetorum*. Sve navedeno ukazuje na opravdanost daljih studija u cilju eksploatacije ovih manje korištenih predstavnika roda *Mentha* i to u prvom redu vrste *M. longifolia*. S druge strane, vrsta *M. pulegium* se generalno karakteriše niskim vrednostima kvercetina, epikatehina, hlorogenske, kafene, *p*-kumarinske i sinapisne kiseline. Ustanovljen je značajan opseg variranja ukupnog sadržaja fenola i flavonoida, kao i prilične razlike u prisutnosti i sadržaju 12 analiziranih fenolnih jedinjenja u okviru ekstrakata vrsta predstavljenih znatnim brojem uzoraka, prikupljenih sa velikog geografskog područja (*M. longifolia*, *M. pulegium*, *M. spicata*, *M. aquatica* i *M. microphylla*). Data varijabilnost je pre svega posledica velikog uzorka, ali je i u vezi sa različitim geografskim poreklom biljnog materijala, što ukazuje na značaj abiotičkih ekoloških faktora prilikom sinteze sekundarnih metabolita biljaka. Osim toga, na osnovu poređenja dobijenih vrednosti ukupnog sadržaja fenola i flavonoida, kao i pojedinačnih vrednosti 12 analiziranih fenolnih jedinjenja u predstavnicima roda *Mentha*, sa postojećom literaturom, utvrđeno je da na njihov sadržaj veliki uticaj ima izbor rastvarača i primenjeni način ekstrakcije. Dobijeni rezultati su pre svega saglasni sa onim istraživanjima u kojima je primenjena ista metodologija, tj. izolacija iz suvog biljnog materijala pomoću vodenometanolnog rastvarača. Analizom zastupljenosti i sadržaja ispitivanih fenolnih jedinjenja pokazan je međusobno sličan obrazac varijabilnosti ispitivanih uzoraka predstavnika roda *Mentha*. Ipak, velika varijabilnost u sadržaju ovih jedinjenja na nivou pojedinačnog taksona, ukazuje na njihovu potencijalnu primenu u hemotaksonomiji prirodnih populacija, ali uz merenje određenih ekoloških parametara.

Tercijarnom hemijskom karakterizacijom, identifikovano je prisustvo relativno velikog broja jedinjenja, grupisanih u pet klasa. Većina identifikovanih isparljivih jedinjenja je bila terpenske prirode, uz mono- i seskviterpene, a u maloj meri zabeležena su i alifatična jedinjenja. Uzorci ispitivanih taksona međusobno se razlikuju u odnosu na kvalitativni i kvantitativni sastav isparljivih komponenti. Potvrđeni su prethodno navedeni rezultati sa drugih geografskih područja o hemijskom diverzitetu i najzastupljenijim isparljivim komponentama taksona *M. aquatica*, *M. longifolia*, *M. pulegium*, *M. spicata* i *M. × gentillis*. Pored toga, dobijeni i novi rezultati o dominantnim isparljivim jedinjenjima taksona *M. arvensis*, *M. microphylla*, *M. × dumetorum* i *M. × verticillata* u odnosu na prethodno publikovane, a po prvi put su izdvojeni podaci o hemijskom diverzitetu taksona označenog kao *M. × piperita* 'Alba'. Iako je uzorak bio relativno mali, na osnovu kvalitativnog i kvantitativnog sadržaja svih isparljivih jedinjenja, a prema rezultatima klaster analize, uočljiv je drugačiji hemotipski obrazac hibridnih taksona u odnosu na roditeljske vrste. Prema sadržaju isparljivih komponenti, a na osnovu jednog ili dva najzastupljenija jedinjenja, taksoni su podeljeni u pet hemotipova, tj. tri zasebne jedinice i dve grupe taksona na istraživanom području.



## 7. LITERATURA

1. Abdel-Hady, H., El-Wakil, E. A., Abdel-Gawad, M. (2018): GC-MS Analysis, Antioxidant and Cytotoxic Activities of *Mentha spicata*. *European Journal of Medicinal Plants*, **26**(1): 1–12. <https://doi.org/10.9734/ejmp/2018/45751>
2. Adam, M., Dobias, P., Eisner, A., Ventura, K. (2009): Extraction of antioxidants from plants using ultrasonic methods and their antioxidant capacity. *Journal of Separation Science*, **32**: 288–294. doi: 10.1002/jssc.200800543
3. Adams, R.P. (2001): Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy; Allured Publishing Corp.: Carol Stream, IL, USA.
4. Afanas'ev, I.B., Dcrozko, A.I, Brodskii, A. V., Kostyuk, V.A., Potapovitch, A.I. (1989): Chelating and free radical scavenging mechanisms of inhibitory action of rutin and quercetin in lipid peroxidation. *Biochemical Pharmacology*, **38**:1763–1769. doi:10.1016/0006-2952(89)90410–3
5. Aghel, N., Yamini, Y., Hadjiakhoondi, A., Pourmortazavi, S.M. (2004): Supercritical carbon dioxide extraction of *Mentha pulegium* L. essential oil. *Talanta*, **62**: 407–411. 10.1016/j.talanta.2003.08.011
6. Ågren, J. i Willson, M.F. (1991): Gender variation and sexual differences in reproductive characters and seed production in gynodioecious *Geranium maculatum*. *American Journal of Botany*, **78**: 470–480. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1991.tb15213.x>
7. Ahmad, N., Fazal, H., Ahmad, I., Abbasi, B.H. (2012): Free radical scavenging (DPPH) potential in nine *Mentha* species. *Toxicology and Industrial Health*, **28**(1): 83–89. doi:10.1177/0748233711407238
8. Anonymous (2020). “*Mentha arvensis* (Wild Mint)”. World of Flowering Plants, dostupno na: <https://worldoffloweringplants.com/mentha-arvensis-wild-mint/> (pristupljeno 11. novembra 2020.).
9. Arjun, P., Semwal, D., Semwal, R., Malaisamy, M., Sivaraj, C., Vijayakumar, S. (2017). Total Phenolic Content, Volatile Constituents and Antioxidative Effect of *Coriandrum sativum*, *Murraya koenigii* and *Mentha arvensis*. *The Natural Products Journal*, **7**(1): 65–74. <https://doi.org/10.2174/2210315506666161121104251>
10. Akşit, H., Çelik, S.M., Şen, Ö., Erenler, R., Demirtaş, İ., Telci, İ., Elmastaş, M. (2014): Complete Isolation and Characterization of Polar Portion of *Mentha dumetorum* Water Extract. *Records of Natural Products*, **8**(3): 277–280.
11. Alatalo, J.M. i Molau, U. (1995): Effect of altitude on the sex ratio in population of *Silene acaulis* (Caryophyllaceae). *Nordic Journal of Botany*, **15**: 25–256.
12. Anačkov, G., Rat, M., Radak, B., Bokić, B., Radanović, M., Božin, B. (2011): Biodiversity of *Mentha* L. species (Lamiaceae) in pannonian part of Serbia. International Conference “Medicinal and aromatic plants in generating new values in 21st century”, 9–12<sup>th</sup> November 2011. Sarajevo, Bosnia and Hercegovina. Book of Abstracts, 14.

13. Antal, T., Figiel, A., Kerekes, B., Sikolya, L. (2011): Effect of drying methods on the quality of the essential oil of spearmint leaves (*Mentha spicata* L.). *Drying Technology*, **29**: 1836–1844. <https://doi.org/10.1080/07373937.2011.606519>
14. Ashman, T.L. (1994): Reproductive allocation in hermaphrodite and female plants of *Sidalcea oregana* ssp. *spicata* (Malvaceae) using four currencies. *American Journal of Botany*, **81**: 433–438. <https://doi.org/10.2307/2445492>
15. Ashman, T.-L. (2002): The role of herbivores in the evolution of separate sexes from hermaphroditism. *Ecology*, **83**: 1175–1184. <https://doi.org/10.2307/3071932>
16. Ashman, T.-L., Bradburn, M., Cole, D.H., Blaney, B.H., Raguso, R.A. (2005): The scent of a male: the role of floral volatiles in pollination of a gender dimorphic plant. *Ecology*, **86**: 2099–2105. <https://doi.org/10.1890/04-1161>
17. Ashman, T-L. i Penet, L. (2007): Direct and indirect effects of a sexbiased antagonist on male and female fertility: Consequences for reproductive trait evolution in a gender-dimorphic plant. *American Naturalist*, **169**: 595–608. DOI: 10.1086/513150
18. Atanassova, M., Georgieva, S., Ivancheva, K. (2011): Total phenolic and total flavonoid contents, antioxidant capacity and biological contaminants in medicinal herbs. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, **46**(1): 81–88.
19. Atanasova, M., Kostadinović Veličkovska, S., Naumova, L.G. Mihajlov, Lj., Podea, P.-V. (2016): Volatile composition, antioxidant and antimicrobial activity of essential oil from *Mentha Arvensis* L. organically planted from Macedonia. SOE DAAD “From Molecules to Functionalized Materials”, 1-5<sup>th</sup> Sept 2016, Ohrid, Macedonia.
20. Atsbaha Zebelo, S., Berteau, C.M., Bossi, S., Occhipinti, A., Gnani, G., Maffei, M. (2011): *Chrysolina herbacea* Modulates Terpenoid Biosynthesis of *Mentha aquatica* L. *PLoS ONE*, **6**: e17195. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017195>
21. Bahadori, M.B., Zengin, G., Bahadori, S., Dinparast, L., Movahhedini, N. (2018): Phenolic composition and functional properties of wild mint (*Mentha longifolia* var. *calliantha* (Stapf) Briq.). *International Journal of Food Properties*, **21**(1): 198–208. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1440238>
22. Bailey, M.F. i Delph, L.F. (2007): A field guide to models of sex-ratio evolution in gynodioecious species. *Oikos*, **116**: 1609–1617. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15315.x>
23. Barchan, A., Bakkali, M., Arakrak, A., Pagán, R., Laglaoui, A. (2014): The effects of solvents polarity on the phenolic contents and antioxidant activity of three *Mentha* species extract. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, **3**(11): 399–412. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.01.01>
24. Barrett, S.C.H i Helenurm, K. (1981): Floral sex ratios and life histories in *Aralia nudicaulis* (Araliaceae). *Evolution*, **35**: 752–762. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1981.tb04935.x>
25. Barros, A., Morais, S., Ferreira, P., Vieira, Í., Craveiro, A., Fontenelle, R., Menezes, J., Silva, F., & Sousa, H.. (2015): Chemical composition and functional properties of essential oils from *Mentha* species. *Industrial Crops and Products*, **76**: 557–564. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.07.004>

26. Başer, K.H.C., Kürkçüoğlu, M., Demirci, B., Özek, T., Tarımcılar, G. (2012): Essential oils of *Mentha* species from Marmara region of Turkey. *Journal of Essential Oil Research*, **24**: 265–272. <https://doi.org/10.1080/10412905.2012.676775>
27. Başer, K.H.C., Kürkçüoğlu, M., Tarımcılar, G., Kaynak, G. (1999): Essential oils of *Mentha* species from Northern Turkey. *Journal of Essential Oil Research*, **11**: 579–588. <https://doi.org/10.1080/10412905.1999.9701218>
28. Beaumont, A.J., Edwards, T.J., Smith, F.R. (2006): The first record of gynodioecy in a species *Gnidia* (Thymeleaceae) from South Africa. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **152**: 219–233. DOI: 10.1111/j.1095-8339.2006.00566.x
29. Belhassen E, L Trabaud, D Couvet, PH Gouyon (1989): An example of nonequilibrium processes: gynodioecy of *Thymus vulgaris* L. in burned habitats. *Evolution*, **43**:662–667. <https://doi.org/10.2307/2409069>
30. Belhassen, E., Dommée, B., Atlan, A., Gouyon, P.H., Pomente, D., Assouad, W., Couvet, D. (1991): Complex determination of male sterility in *Thymus vulgaris* L.: genetic and molecular analysis. *Theoretical and Applied Genetics*, **82**: 137–143. <https://doi.org/10.1007/BF00226204>
31. Benabdallah, A., Rahmoune, C., Boumendjel, M., Aissi, O., Messaoud, C. (2016): Total phenolic content and antioxidant activity of six wild *Mentha* species (Lamiaceae) from northeast of Algeria. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, **6**(9), 760–766. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.06.016>
32. Benedec, D., Vlase, L., Oniga, I., Mot, A.C. (2013): LC-MS analysis and antioxidant activity of phenolic compounds from two indigenous species of *Mentha*. Note I. *Farmacia*, **61**(2): 262–267.
33. Benevides, C.R., Haddad, I.V.N., Barreira, N.P., de Rodarte, A.A.T., Galetto, L., de Santiago-Ferdandes, L.D.R., de Lima, H.A. (2013): *Maytenus obtusifolia* Mart. (Celastraceae): a tropical woody species in a transitional evolutionary stage of the gynodioecy-dioecy pathway. *Plant Systematics and Evolution*, **299**: 1693–1707. <https://doi.org/10.1007/s00606-013-0826-6>
34. Bidel, L.P.R., Coumans, M., Baissac, Y., Dumas, P., Jay-Allemand, C. (2010): Biological activity of phenolics in plant cells. U: Santos-Buelga, C., Escribano-Bailon, M.T., Lattanzio, V. (Ur.): *Recent Advances in Polyphenol Research*, vol. 2, str. 163e205. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
35. Bilušić Vundać, V. (2019): Taxonomical and Phytochemical Characterisation of 10 *Stachys* Taxa Recorded in the Balkan Peninsula. Flora: A Review. *Plants*, **8**: 32. DOI: 10.3390/plants8020032
36. Bimakr, M., Abdul Rahman, R., Saleena Taip, F., Ganjloo, A., Md Salleh, L., Selamat, J., Hamid, A., Zaidul, I.S.M. (2011): Comparison of different extraction methods for the extraction of major bioactive flavonoid compounds from spearmint (*Mentha spicata* L) leaves. *Food and Bioproducts Processing*, **89**: 67–72. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2010.03.002>
37. Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew (2020). “*Mentha spicata* L. A specimen from Kew's Herbarium – K000494921”. Kew Science, Plants of the World Online, <https://www.kew.org/plants-of-the-world> dostupno na:

<http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:451162-1>  
(pristupljeno 11. novembra 2020.).

38. Bokić, B., Radak, B., Rat, M., Božin, B., Anačkov, G. (2015): Hybrids of the genus *Mentha* L. in Vojvodina (Serbia) - Diversity and distribution. III Simpozijum biologa i ekologa Republike Srpske, 12-14<sup>th</sup> November. Banja Luka, Bosna i Hercegovina. Zbornik sažetaka, 150.
39. Bokić, B., Radak, B., Knežević, J., Božin, B., Anačkov, G. (2016): Variability of morphological characters of the genus *Mentha* L. in Republic of Macedonia. 5th Congress of Ecologists of the Republic of Macedonia with International Participation. 19–22<sup>nd</sup> October 2016. Ohrid Lake, Macedonia. Abstract book, 27–28.
40. Bokić, B., Rat, M., Kladar, N., Anačkov, G., Božin, B. (2020): Chemical Diversity of Volatile Compounds of Mints from Southern Part of Pannonian Plain and Balkan Peninsula – New Data. *Chemistry & Biodiversity*, 17(8): e2000211. DOI: 10.1002/cbdv.202000211
41. Borissova, A.G. (1968): *Mentha*. U: Shishkin, B.K (Ur.). *Flora of the U.S.S.R., Labiatae*, vol. XXI, str. 427–432. Botanical Institute of the Academy of Sciences of the USSR, Moskva-Leningrad. (Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1976).
42. Božin, B., Mimica-Dukić, N., Anačkov, G., Zlatković, B., Igić, R. (2006): Variability of Content and Composition of *Mentha aquatica* L. (Lamiaceae) Essential Oil in Different Phenophases. *Journal of Essential Oil Bearing Plants (JEOBP)*, 9(3): 223–229. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2006.10643495>
43. Bräuchler, C., Doroszenko, A., Esser, H. J., Heubl, G. (2008): *Killickia* (Lamiaceae): a new genus from KwaZulu-Natal, South Africa. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 157: 575–586. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2008.00816.x>
44. Brahmi, F., Hauchard, D., Guendouze, N., Madani, K., Kiendrebeogo, M., Kamagaju, L., Stévigny, C., Chibane, M., Duez, P. (2015): Phenolic composition, in vitro antioxidant effects and tyrosinase inhibitory activity of three Algerian *Mentha* species: *M. spicata* (L.), *M. pulegium* (L.) and *M. rotundifolia* (L.) Huds (Lamiaceae). *Industrial Crops and Products*, 74: 722–730. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.04.038>
45. Brahmi, F., Madani, K., Chibane, M., Duez, P. (2017a): Chemical Composition and Biological Activities of *Mentha* Species. *Aromatic and Medicinal Plants - Back to Nature*, Hany A. El-Shemy, IntechOpen, DOI: 10.5772/67291. Dostupno na: <https://www.intechopen.com/books/aromatic-and-medicinal-plants-back-to-nature/chemical-composition-and-biological-activities-of-mentha-species>
46. Brahmi, F., Dahmoune, F., Kadri, N., Chibane, M., Dairi, S., Remini, H., Oukmanou-Bensidhoum, S., Mouni, L., Madani, K. (2017b): Antioxidant capacity and phenolic content of two Algerian *Mentha* species *M. rotundifolia* (L.) Huds, *M. pulegium* L., extracted with different solvents. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 14(4): 1–9. <https://doi.org/10.1515/jcim-2016-0064>
47. Brahmi, F., Nury, T., Debbabi, M., Hadj-Ahmed, S., Zarrouk, A., Prost, M., Madani, K., Boulekbache-Makhlouf, L., Lizard, G. (2018): Evaluation of antioxidant, anti-inflammatory and cytoprotective properties of ethanolic mint extracts from Algeria on 7-ketocholesterol-treated murine RAW 264.7 macrophages. *Antioxidants*, 7(12): 1–15. <https://doi.org/10.3390/antiox7120184>

48. Bräuchler, C., Meimberg, H., Heubl, G. (2010): Molecular phylogeny of Menthinae (Lamiaceae, Nepetoideae, Mentheae)—taxonomy, biogeography and conflicts. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **55**: 501–523. DOI: 10.1016/j.ympev.2010.01.016
49. Briquet, J. (1894): Fragmenta monographie Labiatarum. *Bulletin de L'herbier Boissier*, **2**(12): 676–696.
50. Briquet, J. (1896): Fragmenta monographie Labiatarum. *Bulletin de L'herbier Boissier*, **4**: 689–709.
51. Briquet, J. (1889): Fragmenta monographie Labiatarum. Fascicule 1er. Révision systématique des groupes spécifiques et subsécifiques dans le sous-genre *Menthastrum* du genre *Mentha*. *Bulletin de la Société botanique de Genève*, **5**: 20–107.
52. Briquet, J. (1897): *Preslia, Mentha*. U: Engler, A. i Prantl, K. (Ur.): Die Natürlichen Pflanzenfamilien IV 3a, str. 317–324. Leipzig: Wilhelm Engelmann.
53. Buleandra, M., Oprea, E., Popa, D.E., David, I.G., Moldovan, Z., Mihai, I., Badca, A.I. (2016): Comparative Chemical Analysis of *Mentha piperita* and *M. spicata* and a Fast Assessment of Commercial Peppermint Teas. *Natural Product Communications*, **11**: 551–555. <https://doi.org/10.1177/1934578X1601100433>
54. Bunsawat, J., Elliott, N.E., Hertweck, K.L., Sproles, E., Lawrence, A. (2004): Phylogenetics of *Mentha* (Lamiaceae): Evidence from Chloroplast DNA Sequences. *Systematic Botany*, **29**(4): 959–964. <https://doi.org/10.1600/0363644042450973>
55. Cantino, P.D. (1992): Toward a phylogenetic classification of the Labiatae. U: Harley, R. M. i Reynolds, T. (Ur.). *Advances in Labiate science*, str. 27–37. Royal Botanic Gardens, Kew, London. ISBN 0-947643-52-4
56. Cantino, P.D. i Sanders, R.W. (1986): Subfamilial classification of Labiatae. *Systematic Botany*, **11**: 163–185. <https://doi.org/10.2307/2418955>
57. Cappellari, L. del R., Chiappero, J., Santoro, M.V., Giordano, W., Banchio, E. (2017): Inducing phenolic production and volatile organic compounds emission by inoculating *Mentha piperita* with plant growth-promoting rhizobacteria. *Scientia Horticulturae*, **220**: 193–198. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.04.002>
58. Carochó, M., Barreiro, M.F., Morales, P., Ferreira, I.C.F.R. (2014): Adding molecules to Food, pros and cons: a review of synthetic and natural food additives. *Food Science and Food Safety*, **13**: 377e399. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12065>
59. Carochó, M., Morales, P., Ferreira, I.C.F.R. (2015): Natural food additives: *Que vadis?* *Trends in Food Science & Technology*, **45**: 284–295. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2015.06.007>
60. Casimiro-Soriguer, I., Buide, M.L., Narbona, E. (2013): The roles of female and hermaphroditic flowers in the gynodioecious-gynomoecious *Silene littorea*: insights into the phenology of sex expression. *Plant Biology*, **15**: 941–947. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2012.00697.x>
61. Chalchat, J.-C., Gorunović, M.S., Maksimović, Z.A., Petrović, S.D. (1999): Essential Oil of Wild Growing *Mentha pulegium* L. from Yugoslavia. *Journal of Essential Oil Research*, **12**: 598–600. <https://doi.org/10.1080/10412905.2000.9712166>

62. Chen, Y. P. et al. (2016): Resolving the phylogenetic position of *Ombrocharis* (Lamiaceae), with reference to the molecular phylogeny of tribe Elsholtzieae. *Taxon*, **65**: 123–136. DOI: 10.12705/651.8
63. Chenuil, A. (1989): 9 Stérilité mâle chez *Thymus vulgaris* L.: de la variabilité moléculaire a la variabilité sexuelle. DEA, Université Montpellier, II. France.
64. Cheynier, V., Comte, G., Davies, K.M., Lattanzio, V., Martens, S. (2013): Plant phenolics: Recent advances on their biosynthesis, genetics and ecophysiology. *Plant Physiology and Biochemistry*, **72**: 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2013.05.009>
65. Cheype, J.-L. (2020). “*Mentha x dumetorum* Schult. [1809]”. Tela Botanica, dostupno na: <https://api.tela-botanica.org/img:000088116X3L.jpg> (pristupljeno 11. novembra 2020.).
66. Choupani, A., Shojaeiyan, A., Maleki, M. (2019): Genetic relationships of Iranian endemic mint species, *Mentha mozaffariani* Jamzad and some other mint species revealed by ISSR markers. *BioTechnologia*, **100**(1): 19–28. doi: 10.5114/bta.2019.83208
67. Chrysargyris, A., Mikallou, M., Petropoulos, S., Tzortzakis, N. (2020): Profiling of essential oils components and polyphenols for their antioxidant activity of medicinal and aromatic plants grown in different environmental conditions. *Agronomy*, **10**(5): 1–28. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050727>
68. Cirlini, M., Mena, P., Tassotti, M., Herrlinger, K.A., Nieman, K.M., Dall’Asta, C., Rio, D. Del. (2016): Phenolic and volatile composition of a dry spearmint (*Mentha spicata* L.) extract. *Molecules*, **21**(8): 1–15. <https://doi.org/10.3390/molecules21081007>
69. Cohen, J. (2019): How to build distylous flowers: comparative floral development and evolution of distylous species across the angiosperms. *American Journal of Botany*, **106**(10): 1285–1299. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1363>
70. Conforti, F., Ioele, G., Statti, G.A., Marrelli, M., Ragno, G., Menichini, F. (2008): Antiproliferative activity against human tumor cell lines and toxicity test on Mediterranean dietary plants. *Food and Chemical Toxicology*, **46**(10): 3325–3332. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.08.004>
71. Cook, C., Kokkini, S., Lanaras, T. (2007): *Mentha Spicata* Essential Oils Rich In 1,8-Cineole And 1,2-Epoxy-P-Menthane Derivatives From Zakynthos (Ionian Island, W Greece). *Journal of Essential Oil Research*, **19**: 225–230. <https://doi.org/10.1080/10412905.2007.9699266>
72. Cook, C., Maloupa, E., Kokkini, S., Lanaras, T. (2007): Differences Between the Inflorescence, Leaf and Stem Essential Oils of Wild *Mentha Pulegium* Plants from Zakynthos, Greece. *The Journal of Essential Oil Research*, **19**: 239–243. [10.1080/10412905.2007.9699269](https://doi.org/10.1080/10412905.2007.9699269).
73. Cook, N. i Samman, S. (1996): Flavonoids—chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, **7**(2):66–76. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(95\)00168-9](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(95)00168-9)
74. Craft, J., Satyal, P., Setzer, W. (2017): The Chemotaxonomy of Common Sage (*Salvia officinalis*) Based on the Volatile Constituents. *Medicine*, **4**: 47. DOI: 10.3390/medicines4030047
75. Croteau, R. (1991): Metabolism of monoterpenes in mint (*Mentha*) species. *Planta Medica*, **57**: 10–14. <https://doi.org/10.1055/s-2006-960223>

76. Çelik, S.E., Tufan, A.N., Bekdeşler, B., Özyürek, M., Güçllü, K., Apak, R. (2017): Identification and determination of phenolics in lamiaceae species by UPLC-DAD-ESI-MS/MS. *Journal of Chromatographic Science*, **55**(3): 291–300. <https://doi.org/10.1093/chromsci/bmw184>
77. Dai, J. i Mumper, R.J. (2010): Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules*, **15**: 7313–7352. <https://doi.org/10.3390/molecules15107313>
78. Damjanović-Vratnica, B., Šuković, D., Perović, S. (2016): Essential oil components and antimicrobial activity of peppermint (*Mentha piperita*) from Montenegro. *Agriculture and Forestry*, **62**(1): 259-268. DOI: 10.17707/AgricultForest.62.1.29
79. Darwin, C.R. (1877): The different forms of flower on plants of the same species. University of Chicago Press, London.
80. De Sousa Guedes, J.P., da Costa Medeiros, J.A., de Silva, R.S.d.S., de Sousa, J.M.B., da Conceição, M.L., de Souza, E.L. (2016): The efficacy of *Mentha arvensis* L. and *M. piperita* L. essential oils in reducing pathogenic bacteria and maintaining quality characteristics in cashew, guava, mango, and pineapple juices. *International Journal of Food Microbiology*, **238**: 183–192. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.09.005>
81. Delph, L.F. (1990a): Sex-differential resource allocation patterns in the subdioecious shrub *Hebe subalpina*. *Ecology*, **71**:1342–1351. <https://doi.org/10.2307/1938271>
82. Delph, L.F. (1990b): Sex-ratio variation in the gynodioecious shrub *Hebe strictissima* (Scrophulariaceae). *Evolution*, **44**: 134–142. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1990.tb04284.x>
83. Delph, L.F. i Lloyd, D.G. (1991): Environmental and genetic control of gender in the dimorphic shrub *Hebe subalpina*. *Evolution*, **45**: 1957–1964. <https://doi.org/10.2307/2409844>
84. Derakhshani, Z., Hassani, A., Pirzad, A., Abdollahi, R., Dalkani, M. (2012): Evaluation of phenolic content and antioxidant capacity in some medicinal herbs cultivated in Iran. *Botanica Serbica*, **36**(2): 117–122.
85. Dhakad, A.K., Ikram, M., Sharma, S., Khan, S., Pandey, V.V., Singh, A. (2019): A biological, nutritional, and therapeutic significance of *Moringa oleifera* Lam. *Phytotherapy Research*, **33**: 2870–2903. <https://doi.org/10.1002/ptr.6475>
86. Díaz-Maroto, M.C., Castilo, N., Castro-Vázquez, L. M.A., González-Viñaz, M.S., Pérez-Coello, M.S. (2007): Volatile composition and olfactory profile of pennyroyal (*Mentha pulegium* L.) plants. *Flavour and Fragrance Journal*, **22**: 114–118. DOI: 10.1002/ffj.1766
87. Dorman, H.J.D., Koşar, M., Kahlos, K., Holm, Y., Hiltunen, R. (2003): Antioxidant properties and composition of aqueous extracts from *Mentha* species, hybrids, varieties and cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **51**(16): 4563–4569. <https://doi.org/10.1021/jf034108k>
88. Drew, B.T. i Sytsma, K.J. (2012): Phylogenetics, biogeography, and staminal evolution in the tribe Mentheae (Lamiaceae). *American Journal of Botany*, **99**(5): 933–953. DOI: 10.3732/ajb.1100549
89. Dudai, N., Segev, D., Havkin-Frenkel, D., Eshel, A. (2006): Genetic variation of phenolic compounds content, essential oil composition and antioxidative activity in Israel-grown

- Mentha longifolia* L. *Acta Horticulturae*, **709**: 69–78. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.709.8>
90. Dudareva, N. i Pichersky, E. (2008): Metabolic engineering of plant volatiles. *Current Opinion in Biotechnology*, **19**: 181–189. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2008.02.011>
  91. Dudash, R.M. (1990): Relative fitness of selfed and outcrossed progeny in a self-compatible protandrous species, *Sabatia angularis* L. (Gentianaceae): a comparison in three environments. *Evolution*, **44**: 1129–1139.
  92. Duffay, M. i Billard, E. (2012): How much better are females? The occurrence of female advantage, its proximal causes and its variation within and among gynodioecious species. Review: Part of a special issue on plant mating systems. *Annals of Botany*, **109**: 505–519. doi:10.1093/aob/mcr062
  93. Dulberger, R. i Horovitz, A. (1984): Gender polymorphism in flowers of *Silene vulgaris* (Moench) Garcke (Caryophyllaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, **89**: 101–117. DOI: 10.1111/j.1558-5646.1990.tb05220.x
  94. Dykstra, A.B., Brock, M.T., Delph, L.F., Weinig, C. (2009): Sex-specific trade-offs and responses to foliar shade in the gynodioecious species *Silene vulgaris* (Caryophyllaceae). *International Journal of Plant Sciences*, **170**: 575–583. <https://doi.org/10.1086/597781>
  95. Edris, A.E. (2007): Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: A review. *Phytotherapy Research*, **21**: 308–323. DOI: 10.1002/ptr.2072
  96. Eckhart, V.M. (1992): Resource compensation and the evolution of gynodioecy in *Phacelia linearis* (Hydrophyllaceae). *Evolution*, **46**: 1313–1328. DOI: 10.1111/j.1558-5646.1992.tb01126.x
  97. Elansary, H. i Mahmoud, E. (2015): Egyptian herbal tea infusions' antioxidants and their antiproliferative and cytotoxic activities against cancer cells. *Natural Product Research* **29**(5): 474–479. DOI: 10.1080/14786419.2014.951354
  98. Elansary, H.O., Szopa, A., Kubica, P., Ekiert, H., Klimek-Szczykutowicz, M., El-Ansary, D.O., Mahmoud, E.A. (2020): Polyphenol Profile and Antimicrobial and Cytotoxic Activities of Natural *Mentha × piperita* and *Mentha longifolia* Populations in Northern Saudi Arabia. *Processes*, **8**(4): 479. DOI: 10.3390/pr8040479
  99. Elzinga, J.A. i Varga, S. (2017): Prolonged stigma and flower lifespan in females of the gynodioecious plant *Geranium sylvaticum*. *Flora*, **226**: 72–81. doi:10.1016/j.flora.2016.11.007
  100. Erdtman, G. (1945): Pollen morphology and plant taxonomy IV: Labiatae, Verbenaceae and Avicenniaceae. *Svensk Botanisk Tidskrift*, **39**: 279–285.
  101. Esmaili, A., Rustaiyan, A., Masoudi, S., Nadji, K. (2006): Composition of the Essential Oils of *Mentha aquatica* L. and *Nepeta meyeri* Benth. from Iran. *Journal of Essential Oil Research*, **18**: 263–265. <https://doi.org/10.1080/10412905.2006.9699082>
  102. Farnad, N., Heidari, R., Aslanipour, B. (2014): Phenolic composition and comparison of antioxidant activity of alcoholic extracts of Peppermint (*Mentha piperita*). *Journal of Food Measurement and Characterization*, **8**(2): 113–121. <https://doi.org/10.1007/s11694-014-9171-x>



103. Fecka, I. i Turek, S. (2007): Determination of water soluble polyphenolic compounds in commercial herbal teas from Lamiaceae: peppermint, melissa, and sage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **55**: 10908–10917. <https://doi.org/10.1021/jf072284d>
104. Fecka, I., Raj, D., Krauze-Baranowska, M. (2007): Quantitative determination of four water soluble compounds in herbal drugs from Lamiaceae using different chromatographic techniques. *Chromatographia*, **66**: 87–93. <https://doi.org/10.1365/s10337-007-0233-7>
105. Fenwick, A.L. i Ward, S.M. (2001): Use of random amplified polymorphic DNA markers for cultivar identification in mint. *Hort Science*, **36**: 761–764. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.36.4.761>
106. Fialová, S., Tekel'ová D., Rendeková K., Klinčok J., Kolárik M., Kurucová K., Grančai D. (2015): Phenolic compounds variation in *Mentha* L. species in the course of a four-years period. *Acta Facultatis Pharmaceuticae Universitatis Comenianae*, **62** (9): 2–7. <https://doi.org/10.1515/afpuc-2015-0013>
107. Fiamegos, Y.C., Nanos, C.G., Vervoort, J., Stalikas, C.D. (2004): Analytical procedure for the in-vial derivatization-extraction of phenolic acids and flavonoids in methanolic and aqueous plant extracts followed by gas chromatography with mass-selective detection. *Journal of Chromatography*, **1041**: 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.04.041>
108. Fletcher, R., Slimmon, T., Mc Auley, C.Y., Kott, L.S. (2005): Heat stress reduces the accumulation of rosmarinic acid and the total antioxidant capacity in spearmint (*Mentha spicata* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **85**: 2429–2436. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2270>
109. Fletcher, R.S., Slimmon, T., Kott, L.S. (2010): Environmental Factors Affecting the Accumulation of Rosmarinic Acid in Spearmint (*Mentha spicata* L.) and Peppermint (*Mentha piperita* L.). *The Open Agriculture Journal*, **4**: 10–16. <http://dx.doi.org/10.2174/1874331501004010010>
110. Frank, S.A. (1989): The evolutionary dynamics of cytoplasmic male sterility. *The American Naturalist*, **133**: 345–376.
111. Franz, C. i Novak, J. (2010): Sources of Essential Oils. U: Baser, K.H.C. i Buvhbauer, G. (Ur.). *Handbook of essential oils: science, technology and applications*, str. 39–82. Boca Raton, London, New York: CRC Press, Taylor and Francis Group.
112. Fukumoto, L., Mazza, G. (2000): Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **44**(8): 3597–3604. <https://doi.org/10.1021/jf000220w>
113. Gatea, F., Teodor, E.D., Matei, A.O., Badea, G.I., Radu, G.L. (2015): Capillary Electrophoresis Method for 20 Polyphenols Separation in Propolis and Plant Extracts. *Food Analytical Methods*, **8**: 1197–1206. DOI 10.1007/s12161-014-0006-5
114. GBIF (2020). Global Biodiversity Information Facility. Dostupno na: <https://www.gbif.org/what-is-gbif> (Pristupljeno 30. septembra, 2020).
115. Ghouлами S, Idrissi A, Fkih-Tetouani S (2000): Phytochemical study of *Mentha longifolia* of Morocco. *Fitoterapia*, **72**: 596–598. [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(01\)00279-9](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(01)00279-9)

116. Gilca, M., Tiplica, G. S., Salavastru, C.M. (2018): Traditional and ethnobotanical dermatology practices in Romania and other Eastern European countries. *Clinics in Dermatology*, **36**(3): 338–352. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2018.03.008>
117. Gobert, V., Moja, S., Colson, M., Taberlet, P. (2002): Hybridization in the section *Mentha* (Lamiaceae) inferred from AFLP markers. *American Journal of Botany*, **89**: 2017–2023. <https://doi.org/10.3732/ajb.89.12.2017>
118. Gogina, E.E. (1990): Mutability and form development in the genus *Thymus* L. Moscow: Nauka.
119. Gouyon, P.H. i Couvet, D. (1985): Selfish cytoplasm and adaptation: variations in the reproductive system of thyme. U: Haeck, J. i Woldendorp, J.W. (Ur.), *Structure and functioning of plant populations*, vol 2, str. 299-319. North-Holland, New York.
120. Golparvar, A.R., Hadipanah, A., Gheisari, M.M., Salehi, S., Khaliliazar, R., Ghasemi, O. (2017): Comparative analysis of chemical composition of *Mentha longifolia* (L.) huds. *Journal of Herbal Drugs*, **7**: 235–241.
121. Gonçalves, R.S., Battistin, A., Pauletti, G., Rota, L., Serafini, L.A. (2009): Antioxidant properties of essential oils from *Mentha* species evidenced by electrochemical methods. *The Revista Brasileira de Plantas Medicinalis*, **11**: 372–382. DOI: 10.1590/S1516-05722009000400004
122. Grayer RJ, Eckert MR, Veitch NC, Kite GC, Marin PD, Kokubun T, Simmonds MSJ, Paton AJ (2003) The chemotaxonomic significance of two bioactive caffeic acid esters, nepetoidins A and B, in the Lamiaceae. *Phytochemistry*, **64**: 519–528. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00192-4](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00192-4)
123. Greuter, W. i Raus, T. (1985): Med-Checklist Notulae, 10. *Willdenowia*, **14**(2): 299–308.
124. Greuter, W., Burdet H. M., & Long, G. (Ur.) (1986): Med-Checklist 3. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Geneve - Med-Checklist Trust of OPTIMA, Geneve.
125. GRIN-Global (2020). Germplasm Resources Information Network-Global, US National Plant Germplasm System. Available at: <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/search.aspx> (Pristupljeno 30 septembra, 2020).
126. Guédon, D.J. i Pasquier, B.P. (1994): Analysis and Distribution of Flavonoid Glycosides and Rosmarinic Acid on 40 *Mentha × piperita* Clones. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **42**: 679–684.
127. Guşuleac, M. (1960): *Mentha*. U: Săvulescu, T. (Ur.) *Flora Republicii Populare Romîne*, vol 8, str. 339–399. Academia Republicii Populare Romîne, Bucureşti, România.
128. Gülçin, İ., Gören, A., Taslimi, P., Alwasel, S., Kılıc, O., Bursal, E. (2020): Anticholinergic, antidiabetic and antioxidant activities of Anatolian pennyroyal (*Mentha pulegium*)-analysis of its polyphenol contents by LC-MS/MS. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* **23**: 104441. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101441>
129. Hadjmohammadi, M., Karimiyan, H., Sharifi, V. (2013): Hollow fibre-based liquid phase microextraction combined with high-performance liquid chromatography for the analysis of flavonoids in *Echinophora platyloba* DC and *Mentha piperita*. *Food Chemistry*, **141**: 731–735. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.02.083

130. Hajdari, A., Mustafa, B., Hyseni, L., Bajrami, A., Mustafa, G., Quave, C.L., Nebija, D. (2020): Phytochemical Study of Eight Medicinal Plants of the Lamiaceae Family Traditionally Used as Tea in the Sharri Mountains Region of the Balkans. *Scientific World Journal*, **2020**: 4182064. <https://doi.org/10.1155/2020/4182064>
131. Hajlaoui, H., Snoussi, M., Jannet B.H., Mighri, Z., Bakhrouf, A. (2008): Comparison of chemical composition and antimicrobial activities of *Mentha longifolia* L. ssp. *longifolia* essential oil from two Tunisian localities (Gabes and Sidi Bouzid). *Annals of Microbiology*, **58**(3): 103–110. <https://doi.org/10.1007/BF03175551>
132. Hajlaoui, H., Trabelsi, N., Noumi, E., Snoussi, M., Fallah, H., Ksouri, R., Bakhrouf, A. (2009): Biological activities of the essential oils and methanol extract of two cultivated mint species (*Mentha longifolia* and *Mentha pulegium*) used in the Tunisian folkloric medicine. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, **25**(12): 2227–2238. <https://doi.org/10.1007/s11274-009-0130-3>
133. Hajlaoui, H., Mighri, H., Hamdaoui, G., Aouni, M. (2015): Antioxidant activities and RP-HPLC identification of polyphenols in the methanolic extract of *Mentha* genus. *Tunisian Journal of Medicinal Plants and Natural Products (TJMPNP)*, **14**: 1–11.
134. Halim, A.F., Mashaly, M.M., Sandra, P. (1990): Constituents of the essential oil of *Mentha microphylla* C. Koch. *Egyptian Journal of Pharmaceutical Sciences*, **31**: 437–441.
135. Hanafy, D.M., Prenzler, P.D., Burrows, G.E., Ryan, D., Nielsen, S., El Sawi, S.A., El Alfy, T.S., Abdelrahman, E.H., Obied, H.K. (2017a): Biophenols of mints: Antioxidant, acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase and histone deacetylase inhibition activities targeting Alzheimer's disease treatment. *Journal of Functional Foods*, **33**: 345–362. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.03.027>
136. Hanafy, D.M., Burrows, G.E., Prenzler, P.D., Hill, R.A. (2017b): Potential Role of Phenolic Extracts of *Mentha* in Managing Oxidative Stress and Alzheimer's Disease – Review. *Antioxidants*, **9**: 631. doi:10.3390/antiox9070631
137. Hanafy, D.M., Burrows, G.E., Prenzler, P.D., Hill, R.A. (2020): Potential role of phenolic extracts of *Mentha* in managing oxidative stress and alzheimer's disease. *Antioxidants*, **9**(7): 1–26. <https://doi.org/10.3390/antiox9070631>
138. Handa, K.L., Smith, D.M., Nigram, I.C., Levi, N. (1964): Essential Oils and Their Constituents XXIII: Chemotaxonomy of the Genus *Mentha*. *Journal of Pharmaceutical Science*, **53**(11): 1407–1409.
139. Hanlidou, E., Karousou, R., Kleftoyanni, V., Kokkini, S. (2004): The herbal market of Thessaloniki (N Greece) and its relation to the ethnobotanical tradition. *Journal of Ethnopharmacology*, **91**(2–3): 281–299. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.01.007>
140. Harborne, JB, Turner, BL (1984) Plant Chemosystematics. Academic Press, London.
141. Harborne, J.B., Tomas-Barberan, F.A., William, C.A., Gil, M.I. (1986): A chemotaxonomic study of flavonoids from European *Teucrium* species. *Phytochemistry*, **25**(12): 2811–2816. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)83747-4](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)83747-4)
142. Harley, R.M. (1972): *Mentha*. In Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A. (Ur.): *Flora Europaea*, vol. 3, str. 183–186. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

143. Harley, R.M. (1982): *Mentha*. U: Davis, P.H. (Ur.) *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, vol. 7, str. 384–394. University of Edinburgh, Edinburgh.
144. Harley, R.M. i Brighton C.A. (1977): Chromosome number in the genus *Mentha* L. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **74**: 71–96. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1977.tb01168.x>
145. Harley, B. i Кузманов, Б. (1989): Род *Mentha* L. U: Велчев, В. и Кузманов, Б. (Ур.). *Флора на Народна Република България*, vol. IX, str. 260–280. Българска академия на науките. София, България.
146. Harley, R.M., Atkins, S., Budantsev, A.L., Cantino, P.D., Conn, B.J., Grayer, R.J., Harley, M.M., de Kok, R.P.J., Krestovskaja, T.V., Morales, R., Paton, A.J., Ryding, O. (2004): Labiatae. U: Kubitzki, K. i Kadereit, J.W. (Ur.). *The Families and Genera of Vascular Plants*, vol. 7, str. 167–275. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany. ISBN 978-3-540-40593-1.
147. Harris, W. (1968): Environmental effects on the sex ratio of *Rumex acetosella* L. *Proceedings (New Zealand Ecological Society)*, **15**: 51–54.
148. Hassan, R., Abotaleb, S., Hamed, H., Eldeen, M. (2020). Antioxidant and Biological Activities of *Mentha longifolia*, L. Extracts. *Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology* **11**(3): 59–62. <https://doi.org/10.21608/jacb.2020.86996>
149. Hausner, E. i Poppenga, E. (2013): Hazards Associated with the Use of Herbal and Other Natural Products. U: Peterson, M. i Talcott, P. (Ur.). *Small Animal Toxicology*, 3. izdanje, str. 335–356. Saunders. ISBN 9781455707171.
150. Hawrył M.A., Skalicka-Woźniak, K. Świeboda, P., Niemiec, M., Stępak, K., Waksmundzka-Hajnos, M., Hawrył, A., Szymczak, G. (2015): GC-MS fingerprints of mint essential oils. *Open Chemistry*, **13**: 1326–1332. [10.1515/chem-2015-0148](https://doi.org/10.1515/chem-2015-0148).
151. Hawrył, M., Niemiec, M.A., Słomka, K., Waksmundzka-Hajnos, M., Szymczak, G. (2016a): Two-Dimensional Micro-TLC Phenolic Fingerprints of Selected *Mentha* sp. on Cyano-Bonded Polar Stationary Phase. *Journal of Chromatographic Science*, **54**(1): 64–69. <https://doi.org/10.1093/chromsci/bmv093>
152. Hawrył, M.A., Niemiec, M., Słomka, K., Waksmundzka-Hajnos, M., Szymczak, G. (2016b): Micro-2D-TLC Separation of phenolics in some species of mint and their fingerprints on diol bonded polar stationary phase. *Acta Chromatographica*, **28**: 119–127. <https://doi.org/10.1556/AChrom.28.2016.1.9>
153. Hayes, J., Stavanja, M., Lawrence, B. (2007): Biological and Toxicological Properties of Mint Oils and Their Major Isolates: Safety Assessment. U: Lawrence, B. (Ur.). *Mint: The genus Mentha, Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles*, Vol. **44**, str. 421–496. Taylor & Francis Group, LLC, Boca Raton, USA.
154. Hedge, I.C. (1992): A global survey of the biogeography of the Labiatae. U: Harley, R.M. i Reynolds, T. (Ur.). *Advances in Labiate Science*, str. 7–17. Royal Botanical Gardens, Kew. ISBN 0-947643-52-4
155. Hilty, J. (2020). “Field Mint, *Mentha arvensis*”. Illinois Wildflowers, dostupno na: [http://www.illinoiswildflowers.info/prairie/plantx/wild\\_mintx.htm](http://www.illinoiswildflowers.info/prairie/plantx/wild_mintx.htm) (pristupljeno 11. novembra 2020.).

156. Hong, S.P. i Moon, H.K. (2003): Gynodioecy in *Lycopus maackianus* Makino (Lamiaceae) in Korea: floral dimorphism and nutlet production. *Flora*, **198**: 461–467. <https://doi.org/10.1078/0367-2530-00119>
157. Hussain I.A., Anwar, F., Nigam, P., Ashraf, M., Gilani, A. (2010): Seasonal variation in content, chemical composition and microbial and cytotoxic activities of essential oils from four *Mentha* species. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **90**: 1827–1836. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4021>
158. Ivancheva, S., i Stantcheva, B. (2000): Ethnobotanical inventory of medicinal plants in Bulgaria. *Journal of Ethnopharmacology*, **69**(2): 165–172. [https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(99\)00129-4](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(99)00129-4)
159. Jabeen, A., Guo, B., Abbasi, B.H., Shinwari, Z.K., Mahmood, T. (2012): Phylogenetics of selected *Mentha* species on the basis of rps8, rps11 and rps14 chloroplast genes. *Journal of Medicinal Plants Research*, **6**: 30–36. DOI: 10.5897/JMPR11.658
160. Jakovljević, D., Bojović, B., Topuzović, M., Stanković, M. (2017): Antioksidativna aktivnost vrsta *Mentha longifolia*, *M. piperita* i *M. pulegium* (Lamiaceae). XXII Savetovanje o biotehnologiji, 10-11.03.2017. Čačak, Srbija. Zbornik radova 2, str. 573–577.
161. Jančić, R. (1984a): Taksonomska istraživanja roda *Mentha* L. na teritoriji SR Srbije. Doktorska disertacija, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
162. Jančić, R. (1984b): Anatomske osobine biljaka roda *Mentha* L. (Lamiaceae). *Biosistematika*, **10**(2): 69–89.
163. Jančić, R. (1984c): Taksonomska istraživanja *Mentha aquatica* L. (Lamiaceae) u SR Srbiji. *Glasnik prirodnjačkog muzeja u Beogradu, serija B*, **39**: 23–39.
164. Jančić, R. (1986): Hibridi roda *Mentha* L. (Lamiaceae) I – *Mentha* × *verticillata* L. *Biosistematika*, **12**(2): 99–110.
165. Jančić, R. (1987a): Comparative investigations of morphological variability in the populations of *Mentha longifolia* L. Huds. and *Mentha spicata* L. (Lamiaceae). *Arhiv bioloških nauka*, **39**(1–4):69–81.
166. Jančić, R. (1987b): Hibridi roda *Mentha* L. (Lamiaceae) II – *Mentha* × *hirta* Willd. (*M. aquatica* × *M. longifolia*) *Mentha* × *dalmatica* Tausc. (*M. arvensis* × *M. longifolia*). *Biosistematika*, **13**(1): 7–18.
167. Jančić, R. i Polić, Đ. (1989): Morfologija polenovih zrna roda *Mentha* L. (Lamiaceae). *Acta Botanica Croatica*, **48**: 161–164.
168. Jančić, R. (1988-1989): *Mentha serbica* R.Jančić, sp. nov- a new species of the genus *Mentha* L. (Lamiaceae). *Glasnik prirodnjačkog muzeja u Beogradu, serija B*, **43/44**: 27–33.
169. Jang, T.S. i Hong, S.P. (2011): Gynodioecy and floral dimorphism of *Glechoma longituba* (Nakai) Kuprian. (Lamiaceae) in Korea. *Korean Journal of Plant Taxonomy*, **41**: 202–208. <https://doi.org/10.11110/kjpt.2011.41.3.202>
170. Jang, T.-S. i Hong, S.-P. (2015): Floral morphology and microsporogenesis of the gynodioecious herb *Glechoma longituba* (Lamiaceae). *The Nordic Journal of Botany*, **33**: 708–714. <https://doi.org/10.1111/njb.00844>

171. Jang, T.-S., Moon, H.-K., Hong, S.-P. (2015): Sex expression, population structure and floral dimorphism in a gynodioecious herb, *Agastache rugosa* (Lamiaceae) in Korea. *Flora*, **215**: 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2015.06.004>
172. Jarić, S., Mačukanović-Jocić, M., Đurđević, L., Mitrović, M., Kostić, O., Karadžić, B., Pavlović, P. (2015): An ethnobotanical survey of traditionally used plants on Suva planina mountain (south-eastern Serbia). *Journal of Ethnopharmacology*, **175**: 93–108. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.09.002>
173. Jarić, S., Mitrović, M., Karadžić, B., Kostić, O., Đurđević, L., Pavlović, M., Pavlović, P. (2014a): Plant resources used in Serbian medieval medicine. Ethnobotany and Ethnomedicine. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **61**(7), 1359–1379. <https://doi.org/10.1007/s10722-014-0118-1>.
174. Jarić, S., Mitrović, M., Pavlović, P. (2014b): An Ethnobotanical and Ethnomedicinal Study on the Use of Wild Medicinal Plants in Rural Areas of Serbia. U: Pieroni, A. i Quave, C.L. (Ur.): *Ethnobotany and Biocultural Diversities in the Balkans*, str. 87-112. Springer Science+Business Media, New York.
175. Jarić, S., Popović, Z., Mačukanović-Jocić, M., Đurđević, L., Mijatović, M., Karadžić, B., Mitrović, M., Pavlović, P. (2006): An ethnobotanical study on the usage of wild medicinal herbs from Kopaonik Mountain (Central Serbia). *Journal of Ethnopharmacology*, **111**(1): 160–175. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.11.007>
176. Jávorka, S. i Csapody, V. (1975): *Iconographia Florae Partis Austro-orientalis Europae Centralis*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
177. Jedrzejczyk, I. i Rewers, M. (2018): Genome size and ISSR markers for *Mentha L.* (Lamiaceae) genetic diversity assessment and species identification. *Industrial Crops and Products*, **120**: 171–179. doi: 10.1016/j.indcrop.2018.04.062
178. Jerković, I. i Mastelić, J. (2001): Composition of free and glycosidically bound volatiles of *Mentha aquatica L. Croatica Chemica Acta*, **74**: 431–439.
179. Jia, Z., Tang, M., Wu, J. (1999): The determination of flavonoids content in mulberry and scavenging effect on superoxide radicals. *Food Chemistry*, **64**: 555–599. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)
180. Kamath, A., Levin, A.R., Miller, S.J. (2017): Floral size and shape evolution following the transition to gender dimorphism. *American Journal of Botany*, **104**(3): 1–10. DOI: 10.3732/ajb.1600442
181. Kanakis, C.D., Petrakis, E., Kimbaris, A., Pappas, C., Tarantilis, P.A., Polissiou, M. (2011): Classification of Greek *Mentha pulegium L.* (Pennyroyal) Samples, According to Geographical Location by Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *Phytochemical Analysis*, **23**: 34–43. DOI: 10.1002/pca.1322
182. Kanatt, S., Chander, R., Sharma, A. (2007): Antioxidant potential of mint (*Mentha spicata L.*) in radiation-processed lamb meat. *Food Chemistry*, **100**(2): 451–458. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.066>
183. Kapp, K., Hakala, E., Orav, A., Pohjala, L., Vuorela, P., Püssa, T., Vuorela, H., Raal, A. (2013): Commercial peppermint (*Mentha × piperita L.*) teas: antichlamydial effect and polyphenolic composition. *Food Research International*, **53**:758–766. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.015>

184. Kapp, K. (2015): Polyphenolic and Essential Oil Composition of *Mentha* and Their Antimicrobial Effect. PhD Thesis, Faculty of Pharmacy, University of Helsinki, Finland.
185. Karousou, R., Balta, M., Hanlidou, E. Kokkini, S. (2006): "Mints", smells and traditional uses in Tesseloniki (Greece) and other Mediterranean countries. *Journal of Ethnopharmacology*, **109**(2): 248–257. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.07.022>
186. Karray-Bouraoui, N., Ksouri, R., Falleh, N., Rabhi, M., Jaleel, C.A., Grignon, C., Lachaâl, M. (2010): Effects of environment and development stage on phenolic content and antioxidant activities of *Mentha pulegium* L. *Journal of Food Biochemistry*, **34**(1): 79–89. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2009.00303.x>
187. Karray-Bouraoui, N., Rabhi, M., Neffati, M., Baldan, B., Ranieri, A., Marzouk, B., Lachaâl, M., Smaoui, A. (2009): Salt effect on yield and composition of shoot essential oil and trichome morphology and density on leaves of *Mentha pulegium*. *Industrial Crops and Products*, **30**: 338–343. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.06.003>
188. Kew Science (2020): Sadržaj dostupan na: <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30016176-2> (Pristupljeno 30. septembra, 2020).
189. Khadraoui, A., Hachama, K., Khodja, M., Khelifa, A., Mehdaoui, R., Harti, H., Abid, S., Agnieszka Najda, B., Chahboun, N. (2015): Extraction study and the antibacterial activity of phenol and flavonoid contents in *Mentha pulegium* L. from Algeria. *Journal of Materials and Environmental Science*, **6**(9): 2501–2508.
190. Khaled-Khodja, N., Boulekbache-Makhlouf, L., Madani, K. (2014): Phytochemical screening of antioxidant and antibacterial activities of methanolic extracts of some Lamiaceae. *Industrial Crops and Products*, **61**: 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.06.037>
191. Khan, N., Singh, S., Dhawan, S. S. (2017): Development of species specific SCoT markers and analysis of genetic diversity among *Mentha* genotypes. *International Journal of Innovative Science, Engineering and Technology*, **4** (2): 244–264.
192. Khanuja, S.P.S., Shasany, A.K., Srivastava, A., Kumar, S. (2000): Assessment of genetic relationships in *Mentha* species. *Euphytica*, **111**: 121–125. <https://doi.org/10.1023/A:1003829512956>
193. Kharazian, N. (2014): Chemotaxonomy and flavonoid diversity of *Salvia* L. (Lamiaceae) in Iran. *Acta Botanica Brasilica*, **28**(2): 281–292. DOI: 10.1590/S0102-33062014000200015
194. Kikuzawa, K. (1989): Floral biology and evolution of gynodioecism in *Daphne kamtchatica* var. *jezoensis*. *Oikos*, **56**: 196–202. doi:10.2307/3565336
195. Kivilompolo, M. i Hyotylainen, T. (2007): Comprehensive two-dimensional liquid chromatography in analysis of Lamiaceae herbs: characterization and quantification of antioxidant phenolic acids. *Journal of Chromatography*, **1145**: 155–164. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2007.01.090>
196. Koelewijn, H.P. i Van Damme, J.M.M. (1996): Gender variation, partial male sterility and labile sex expression in gynodioecious *Plantago coronopus*. *New Phytologist*, **132**: 67–76. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.1996.tb04510.x>

197. Kofidis, G., Bosabalidis, A., Kokkini, S. (2004): Seasonal Variation of Essential Oils in a Linalool-Rich Chemotype of *Mentha spicata* Grown Wild in Greece. *The Journal of Essential Oil Research*, **16**: 469–472. 10.1080/10412905.2004.9698773. <https://doi.org/10.1080/10412905.2004.9698773>
198. Kohn, J.R. (1989): Sex ratio, seed production, biomass allocation, and the cost of male function in *Cucurbita foetidissima* Hbk (Cucurbitaceae). *Evolution*, **43**: 1424–1434. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1989.tb02593.x>
199. Kokkini, S. (1991): Chemical Races Within the Genus *Mentha* L. U: Linskens, H.F. i Jackson, J.F. (Ur.): *Essential Oils and Waxes. Modern Methods of Plant Analysis*, vol. 12, str. 63–78. Springer, Berlin, Heidelberg.
200. Kokkini, S. (1992): Essential Oils as a Taxonomic Markers in *Mentha*. U: Harley, R.M. i Reynolds, T. (Ur.). *Advances in Labiatae Sciences*, str. 325–334. Royal Botanic Gardens, Kew. ISBN: 0 947643 52 4
201. Kokkini, S. i Papageorgiou, V.P. (1982): Morphological, cytological and chemical investigations of *Mentha spicata* L. in Greece. U: Margaris, N., Koedam, A. Vokou, D. (Ur.): *Aromatic Plants: Basic and Applied Aspects*, str. 131–140. Martinus Nijhoff Publication, The Hague.
202. Kokkini, S., Karousou, R., Lanaras, T. (1995): Essential oils of spearmint (Carvone-rich) plants from the island of Crete (Greece). *Biochemical Systematics and Ecology*, **23**(4): 425–430. [https://doi.org/10.1016/0305-1978\(95\)00021-L](https://doi.org/10.1016/0305-1978(95)00021-L)
203. Kokkini, S. i Papageorgiou, V.P. (1988): Constituents of Essential Oils from *Mentha X rotundifolia* Growing Wild in Greece. *Planta Medica*, **54**(2): 166–7. doi: 10.1055/s-2006-962381. PMID: 17265232.
204. Kokkini, S. i Vokou, D. (1989): *Mentha spicata* (Lamiaceae) chemotypes growing wild in Greece. *Economic Botany*, **43**: 192–202. <https://doi.org/10.1007/BF02859860>
205. Kokkini, S., Hanildou, E., Karousou, R., Lanaeas, T. (2001): Variation of Pulegone Content in Pennyroyal (*Mentha pulegium* L.) Plants Growing Wild in Greece. *Journal of Essential Oil Research*, **14**(3): 224–227. <https://doi.org/10.1080/10412905.2002.9699830>
206. Kokkini, S., Hanildou, E., Karousou, R., Lanaeas, T. (2003): Clinal variation of *Mentha pulegium* Essential Oils Along the Climatic Gradient of Greece. *Journal of Essential Oil Research*, **16**(6): 588–593. <https://doi.org/10.1080/10412905.2002.9699830>
207. Koleva, V., Dragoeva, A., Nanova, Z., Koynova, T., Dashev, G. (2015): An ethnobotanical study on current status of some medicinal plants used in Bulgaria. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, **4**(4): 1–10.
208. Koutsogiannopoulou, A. i Aligiannis, N. (2009): Evaluation of antioxidant activity and phytochemical analysis of *Mentha microphylla* C.Koch extracts. *Planta Medica*, **75**: PA44.
209. Kostadinovik Veličkovska, S. i Mihajlov, Lj. (2017): Antioxidant and antimicrobial potential of Macedonian *Mentha arvensis*. LAP LAMBERT Academic Publishing, Riga, Latvia.
210. Kostik, V. i Bauer, B. (2015): Antifungal activity of the essential oils of wild-growing *Mentha piperita* L. and *Mentha spicata* L. from the Mariovo region, Republic of Macedonia. The Second Mediterranean Symposium on Medicinal and Aromatic Plants (MESMAP-2), 22-25 Apr 2015, Antalya, Turkey.



211. Koşar, M., Dorman, H.J.D., Baser, K.H.C., Hiltunen, R. (2004): Screening of free radical scavenging compounds in water extracts of *Mentha* samples using a postcolumn derivatization method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **52**(16): 5004–5010. doi: 10.1021/jf0496189
212. Krzyzanowska, J., Janda, B., Pecio, L., Stochmal, A., Oleszek, W. (2011): Determination of polyphenols in *Mentha longifolia* and *M. piperita* field-grown and in vitro plant samples using UPLC-TQ-MS. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, **94**: 43–50. PMID: 21391480
213. Kumar, N. i Goel, N. (2019): Phenolic acids: Nature versatile molecules with promising therapeutic applications. *Biotechnology Reports*, **24**: e00370. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00370>
214. Kumar, B., Kumar, U., Yadav, H.K. (2015): Identification of EST–SSRs and molecular diversity analysis in *Mentha piperita*. *The Crop Journal*, **3**: 335–342. doi: 10.1016/j.cj.2015.p02.002
215. Kumar, P., Mishra, S., Malik, A., Satya, S. (2011): Insecticidal properties of *Mentha* species: A review. *Industrial Crops and Products*, **34**: 802–817. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.02.019>
216. Lafuma, L. i Maurice, S. (2006): Reproductive characters in a gynodioecious species, *Silene italica* (Caryophyllaceae), with attention to the gynomonoecious phenotype. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **87**: 583–591. 10.1111/j.1095-8312.2006.00597.x
217. Lawrence, B.M. (1978): A study of the monoterpene interrelationships in the genus *Mentha* with special reference to the origin of pulegone and menthofuran. PhD Thesis, State University, Groningen, The Netherlands.
218. Lawrence, B. (2007a): The Composition of Commercially Important Mints. In Lawrence, B. (Ur.) *Mint: The Genus Mentha, Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles*, Vol. 44, str. 217-324. Taylor & Francis Group, LLC, Boca Raton, USA. ISBN-13: 978-0-8493-0779-9
219. Lawrence, B. (2007b): Oil Composition of Other *Mentha* Species and Hybrids. In Lawrence, B. (Ur.) *Mint: The Genus Mentha, Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles*, Vol. 44, str. 325-346. Taylor & Francis Group, LLC, Boca Raton, USA. ISBN-13: 978-0-8493-0779-9
220. Lawrence, B. (2007c): The Genuineness of Mint Oil. In Lawrence, B. (Ur.) *Mint: The Genus Mentha, Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles*, Vol. 44, str. 399–420. Taylor & Francis Group, LLC, Boca Raton, USA. ISBN-13: 978-0-8493-0779-9
221. Lehmuskallio, J. (2020a). “*Jalominttu Mentha x gracilis*”. LuontoPortti NatureGate 2020, dostupno na: <http://www.luontoportti.com/suomi/images/8154.jpg> (pristupljeno 11. novembra 2020.).
222. Lehmuskallio, J. (2020b). “*Jalominttu Mentha x gracilis*”. LuontoPortti NatureGate 2020, dostupno na: <http://www.luontoportti.com/suomi/images/8148.jpg> (pristupljeno 11. novembra 2020.).
223. Lehmuskallio, J. (2020c). “*Jalominttu Mentha x gracilis*”. LuontoPortti NatureGate 2020, dostupno na: <http://www.luontoportti.com/suomi/images/15083.jpg> (pristupljeno 11. novembra 2020.).

224. Lehmuskallio, J. (2020d). “*Kiehkuraminttu, Mentha x verticillata*”. LuontoPortti NatureGate 2020, dostupno na: <http://www.luontoportti.com/suomi/images/8306.jpg> (pristupljeno 11. novembra 2020.).
225. Lehmuskallio, J. (2020e). “*Kiehkuraminttu, Mentha x verticillata*” LuontoPortti NatureGate 2020, dostupno na: <http://www.luontoportti.com/suomi/images/8307.jpg>. (pristupljeno 11. novembra 2020.).
226. Lehmuskallio, J. (2020f). “*Kiehkuraminttu, Mentha x verticillata*” LuontoPortti NatureGate 2020, dostupno na: <http://www.luontoportti.com/suomi/images/8308.jpg> (pristupljeno 11. novembra 2020.).
227. Lewis, D. (1941): Male-sterility in natural populations of hermaphrodite plants. *New Phytologist*, **40**: 56–63.
228. Li, J., Koski, H.M., Ashman, T.L. (2012): Functional characterization of gynodioecy in *Fragaria vesca* ssp. *bracteata* (Rosaceae). *Annals of Botany*, **109**: 545–552. <https://doi.org/10.1093/aob/mcr279>
229. Li, B., Cantino, P.D., Olmstead, R.G., Bramley, G.L.C., Xiang, C.-L., Ma, Z.-H., Tan, Y.-H., Zhang, D.-X. (2016): A large-scale chloroplast phylogeny of the Lamiaceae sheds new light on its subfamilial classification. *Scientific Reports*, **6**: 34343. <https://doi.org/10.1038/srep34343>
230. Lloyd, D.G. (1976): The transmission of genes via pollen and ovules in gynodioecious angiosperms. *Theoretical Population Biology*, **9**: 299–316. [https://doi.org/10.1016/0040-5809\(76\)90050-2](https://doi.org/10.1016/0040-5809(76)90050-2)
231. Looy, K.V., Honnay, O., Breyne, P. (2011): Adaptive strategy of a spreading gynodioecious plant species (*Origanum vulgare*, Labiatae) in a riparian corridor. *Plant Ecology and Evolution*, **144**(2): 138–147. <https://doi.org/10.5091/plecevo.2011.549>
232. Lorenzo, D., Paz, D., Dellacassa, E., Davies, P., Vila, R., Cañigüeral, S. (2002): Essential oils of *Mentha pulegium* and *Mentha rotundifolia* from Uruguay. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **45**: 519–524. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132002000600016>
233. Loreto, N.F. i Schnitzler, J.-P. (2010): Abiotic stresses and induced BVOCs’. *Trends in Plant Science*, **15**: 154–166. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2009.12.006>
234. Lukas, B., Schmiederer, C., Novak, J. (2015): Essential oil diversity of European *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae). *Phytochemistry*, **119**: 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2015.09.008>
235. Lumpert, M. i Kreft, S. (2017): Folk use of medicinal plants in Karst and Gorjanci, Slovenia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, **13**: 16. DOI 10.1186/s13002-017-0144-0
236. Lupsor, S.; Rotariu, R.; Oancea, E.; Oancea, I.A. (2019): Quantitative analysis of polyphenols and antioxidant activity of mint macerate. *Journal of Science and Arts*, **19**: 973–982.
237. Lv, J., Huang, H., Yua, L., Whent, M., Niu, Y., Shi, H., Wang, T.T.Y., Luthria, D., Charles, D., Yu, L.C. (2012): Phenolic composition and nutraceutical properties of organic and conventional cinnamon and peppermint. *Food Chemistry*, **132**: 1442–1450. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.135>

238. Łuczaj, Ł., Jug-Dujaković, M., Dolina, K., Vitasović-Kosić, I. (2019): Plants in alcoholic beverages on the Croatian islands, with special reference to rakija travarica. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, **15**:51. <https://doi.org/10.1186/s13002-019-0332-1>
239. Maffei, M.E. (1990): *Mentha x verticillata*: A Potential New Source of Menthol. *Journal of Essential Oil Research*, **2**: 243–246. <https://doi.org/10.1080/10412905.1990.9697874>
240. Maffei, M., Berte, C., Mucciarelli, M. (2007): Anatomy, Physiology, Biosynthesis, Molecular Biology, Tissue Culture and Biotechnology of Mint Essential Oil Production. U: Lawrence, B.M. (Ur.). *Mint: The Genus Mentha, Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles*, Vol. 44., str. 42–77. Taylor & Francis Group, LLC, Boca Raton, USA. ISBN-13: 978-0-8493-0779-9
241. Maffei, M., Gertsch, J., Appendino, G. (2011): Plant volatiles: Production, function and pharmacology. *Natural Product Reports*, **28**: 1359–1380. doi: 10.1039/c1np00021g
242. Maki, M. (1993): Outcrossing and fecundity advantage of females in gynodioecious *Chionographis japonica* var. *kurohimensis* (Liliaceae). *American Journal of Botany*, **80**: 629–634.
243. Mamadaliyeva, N., Hussain, H., Xiao, J. (2020): Recent advances in genus *Mentha*: Phytochemistry, antimicrobial effects, and food applications. *Food Frontiers*, 1–24, <https://doi.org/10.1002/fft2.53>
244. Manni, G.Q. (2007). “*Scheda IPFI, Acta Plantarum Mentha\_microphylla*”. Acta Plantarum - Flora delle Regioni italiane, dostupno na: [https://www.actaplantarum.org/flora/flora\\_info.php?id=5065](https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=5065) (pristupljeno 11. novembra 2020.).
245. Manicacci, D., Atlan, A., Rossello, J.A.E., Couvet, D. (1998): Gynodioecy and Reproductive Trait Variation in Three *Thymus* Species (Lamiaceae). *International Journal of Plant Sciences*, **159**(6): 948–957. <https://doi.org/10.1086/314085>
246. Manicacci, D., Olivieri, I., Perrot, V., Atlan, A., Gouyon, P.H., Prospero, J.M., Couvet, D. (1992): Landscape ecology: population genetics at the metapopulation level. *Landscape Ecology*, **6**: 147–159. <https://doi.org/10.1007/BF00130027>
247. Manly, B.F.J. (1986): *Multivariate Statistical Methods: A primer*. Chapman & Hall, London.
248. Marrelli, M., Loizzo, M.R., Nicoletti, M., Menichini, F., Conforti, F. (2013): In vitro investigation of the potential health benefits of wild Mediterranean dietary plants as anti-obesity agents with  $\alpha$ -amylase and pancreatic lipase inhibitory activities. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **94**(11): 2217–2224. DOI 10.1002/jsfa.6544
249. Marzouk, M., Hhusein, S.R., Elkhateeb, A., El-Shabrawy, M., El-Sayed, S. Abdel-Hameed, Kawashty, S. (2018): Comparative study of *Mentha* species growing wild in Egypt: LC-ESI-MS analysis and chemosystematic significance. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, **8**(8): 116–122. DOI: 10.7324/JAPS.2018.8816
250. MedCalc Software (2019): Digimizer (image analysis software), version 5.3.5. <https://www.digimizer.com/index.php>.

251. Meise Botanic Garden (2019). “*Mentha x villosa* Huds. subsp. *villosa* nm. *lamarckii* (BR0000010228289)”. Meise Botanic Garden Herbarium, dostupno na: <http://doi.org/10.5281/zenodo.2950643> (pristupljeno 11. novembra 2020.).
252. Mekinić, I.G., Skroza, D., Ljubenkov, I., Simat, V., Mozina, S.S., Katalinić, V. (2014): In vitro antioxidant and antibacterial activity of Lamiaceae phenolic extracts: a correlation study. *Food Technology and Biotechnology*, **52**(1): 119–127.
253. Mimica-Dukić, N. (1992): Ispitivanje sekundarnih biomolekula u nekim vrstama roda *Mentha*. Doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
254. Mimica-Dukić, N., Jakovljević, V., Popović, M., Gašić, O., Szabo, A. (1996): Pharmacological Study of *Mentha longifolia* Phenolic Extracts. *International Journal of Pharmacognosy*, **34**(5): 359–364. DOI: 10.1076/phbi.34.5.359.13253
255. Mimica-Dukić, N., Popović, M., Jakovljević, V., Szabo, A., Gašić, O. (1999) Pharmacological Studies of *Mentha longifolia* Phenolic Extracts. II. Hepatoprotective Activity. *Pharmaceutical Biology*, **37**(3): 221–224. DOI: 10.1076/phbi.37.3.221.6306
256. Mimica Dukić, N., Kite, G., Gašić, O., Štajner, D., Pavkov, R., Jančić, R. (1993): Comparative study of volatile constituents and microbial activity of *Mentha* species. *Acta Horticulturae*, 110–115. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.344.12>
257. Mimica-Dukić, N. i Božin, B. (2007): Essential Oils from Lamiaceae Species as Promising Antioxidant and Antimicrobial Agents. *Natural Product Communications*, **2**(4): 445–452.
258. Mimica-Dukić, N. i Božin, B. (2008): *Mentha* L. Species (Lamiaceae) as Promising Sources of Bioactive Secondary Metabolites. *Current Pharmaceutical Design*, **14**(29): 3141–3150. DOI: <https://doi.org/10.2174/138161208786404245>
259. Mimica-Dukić, N., Božin, B., Soković, M., Mihajlović, B., Matavulj, M. (2003): Antimicrobial and antioxidant activities of three *Mentha* species essential oils. *Planta Medica*, **69**: 413–419. doi: 10.1055/s-2003-39704
260. Mišan, A.Č., Mimica-Dukić, N.M. Mandić, A.I., Sakač, M.B., Milovanović, I.Lj., Sedej, I.J. (2011): Development of a rapid resolution HPLC method for the separation and determination of 17 phenolic compounds in crude plant extracts. *Central European Journal of Chemistry*, **9**(1): 133–142. DOI: 10.2478/s11532-010-0126-8
261. Mišić, D., Šiler, B., Gašić, U., Avramov, S., Živković, S., Nestorović Živković, J., Milutinović, M., Tešić, Ž. (2014): Simultaneous UHPLC/DAD/(+/-)HESI-MS/MS Analysis of Phenolic Acids and Nepetalactones in Methanol Extracts of *Nepeta* Species: A Possible Application in Chemotaxonomic Studies. *Phytochemical Analysis*, **26**: 72–85. DOI: 10.1002/pca.2538
262. Moon H.-K., Smets, E., Huysmans, S. (2010): Phylogeny of tribe Mentheae (Lamiaceae): The story of molecules and micromorphological characters. *Taxon*, **59**(4): 1065–1076. DOI: 10.1002/tax.594007
263. Morales, R. (2010): *Mentha*. U: Morales, R., Quintanar, A., Cabezas, F., Pujadas, Cirujano, S. (Ur.): *Flora Iberica: plantas vasculares de la Península Ibérica e islas Baleares*, vol. 12., str. 336–347. CSIC, Madrid, Spain.

264. Morteza-Semnani, K., Saeedi, M., Akbarzadeh, M. (2006): The Essential Oil Composition of *Mentha aquatica* L. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, **9**: 283–286. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2006.10643505>
265. Mustafa, B., Hajdari, A., Krasniqi, F., Hoxha, E., Ademi, H., Quave, C.L., Pieroni, A. (2012): Medical ethnobotany of the Albanian Alps in Kosovo. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, **8**: 1–14. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-6>
266. Mustafa, B., Hajdari, A., Pulaj, B., Quave, C.L., Pieroni, A. (2020): Medical and food ethnobotany among Albanians and Serbs living in the Shtërpçë/Štrpce area, South Kosovo. *Journal of Herbal Medicine*, **22**: 100344. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2020.100344>
267. Naghiloo, S., Esmailou, Z., Gohari, G., Dadpour, M.R. (2013): Comparative inflorescence and floral ontogeny in the genus *Mentha* (Menthaeae: Nepetoideae: Lamiaceae): variable sequences of organ appearance and random petal aestivation. *Plant Systematics and Evolution*, **300**: 329–345. <https://doi.org/10.1007/s00606-013-0885-8>
268. Nedelcheva, A. (2013). An ethnobotanical study of wild edible plants in Bulgaria. *EurAsian Journal of BioSciences*, **7**: 77–94. <https://doi.org/10.5053/ejobios.2013.7.0.10>
269. Nedelcheva, A., Pieroni, A., Dogan, Y. (2017): Folk food and medicinal botanical knowledge among the last remaining Yörüks of the Balkans. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, **86**(2): 1–21. <https://doi.org/10.5586/asbp.3522>
270. Nefyn, M. (2011). “*Mentha x villosonervata* Sharp-toothed Mint DD P”. Wild Flowers of Europe, Australia, Ireland and Britain, dostupno na: [https://www.ukwildflowers.com/Web\\_photos\\_LM/mentha\\_x\\_villosonervata\\_sharp\\_tooth\\_ed\\_mint\\_close.jpg](https://www.ukwildflowers.com/Web_photos_LM/mentha_x_villosonervata_sharp_tooth_ed_mint_close.jpg) (pristupljeno 11. novembra 2020.).
271. Neffati, A., Bouhlel, I., Ben Sghaier, M., Boubaker, J., Limem, I., Kilani, S., Skandrani, I., Bhourri, W., Le Dauphin, J., Barillier, D., Mosrati, R., Chekir-Ghida, L., Ghedira, K. (2009): Antigenotoxic and antioxidant activities of *Pituranthos chloranthus* essential oils. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, **27**: 187–194. doi: 10.1016/j.etap.2008.10.010
272. Nickavar, B. i Jabbarah, F. (2018): Analysis of the Essential Oil from *Mentha pulegium* and Identification of its Antioxidant Constituents. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, **21**(1): 223-229, DOI: 10.1080/0972060X.2018.1433073
273. Niketić, M. (2008)
274. Nikšić, H., Kovač Bešović, E., Makarević, E., Durić, K. (2012): Chemical composition, antimicrobial and antioxidant properties of *Mentha longifolia* (L.) Huds. essential oil. *Journal of Health Science*, **2**: 192–200. <https://doi.org/10.17532/jhsci.2012.38>
275. Norani, M., Ebadi, M.T., Ayyari, M. (2019): Volatile constituents and antioxidant capacity of seven *Tussilago farfara* L. populations in Iran. *Scientia Horticulturae*, **257**: 108635. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108635>
276. Okut, N., Yagmur, M., Selcuk, N., Yildirim, B. (2017): Chemical composition of essential oil of *Mentha longifolia* L. Subsp. *longifolia* growing wild. *Pakistan Journal of Botany*, **49**: 525–529.
277. Onaran, A., Yilar, M., Belguzar, S., Bayan, Y., Aksit, H. (2014): Antifungal and Bioherbicidal Properties of Essential Oils of *Thymus fallax* Fish & Mey., *Origanum vulgare*

- L. and *Mentha dumetorum* Schult. *Asian Journal of Chemistry*, **26**: 5159–5164. DOI: 10.14233/ajchem.2014.16582
278. Opler, P.A. i Bawa, K.S. (1978): Sex ratios in tropical forest trees. *Evolution*, **32**: 812–821. <https://doi.org/10.2307/2407496>
279. Osman, I.H. (2013): In Vitro Antioxidant activity of *Mentha pulegium* from Saudi Arabia. *Bioscience Research*, **10**(1): 33–37.
280. Owens S.J. i Ubera-Jiménez J.L. (1992): Breeding systems in Labiatae. U: Harley R.M. i Reynolds T. (Ur.) *Advances in Labiate science*. Kew: Royal Botanic Gardens. str. 257–280. ISBN-13: 978-0-8493-0779-9
281. Palić, I., Ickovski, J., Djordjević, A., Mitić, V., Stankov-Jovanović, V., Stojanović, G. (2015): Antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil and solvent extracts of *Mentha pulegium* L. *Facta Universitatis* **13**(2): 109–119. <https://doi.org/10.2298/fupct1502109p>
282. Pandian, A., Semwal, D.K., Semwal, R.B., Malaisamy, M., Sivaraj, C., Vijayakumar, S. (2017): Total Phenolic Content, Volatile Constituents and Antioxidative Effect of *Coriandrum sativum*, *Murraya koenigii* and *Mentha arvensis*. *The Natural Products Journal*, **7**: 65–74. DOI : 10.2174/2210315506666161121104251
283. Papageorgiou, V., Mallouchos, A., Komaitis, M. (2008): Investigation of the antioxidant behavior of air- and freeze-dried aromatic plant materials in relation to their phenolic content and vegetative cycle. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **56**: 5743–5752. <https://doi.org/10.1021/jf8009393>
284. Park, Y.I., Baskar, T.B., Yeo, S.K., Arasu, M.V., Al-Dhabi, N.A., Lim, S.S., Park, S.U. (2016): Composition of volatile compounds and in vitro antimicrobial activity of nine *Mentha* spp. *SpringerPlus*, **5**: 1628. DOI: 10.1186/s40064-016-3283-1
285. Park, Y.J., Baek, S.A., Choi, Y., Kim, J.K., Park, S.U. (2019): Metabolic profiling of nine *Mentha* species and prediction of their antioxidant properties using chemometrics. *Molecules*, **24**: 258–273. <https://doi.org/10.3390/molecules24020258>
286. Paton, A.J., Springate, D., Suddee, S., Otieno, D., Grayer, R.J., Harley, M.M., Willis, F., Simmonds, M.S.J., Powell, P.M., Savolainen, V. (2004): Phylogeny and evolution of basils and allies (Ocimeae, Labiatae) based on three plastid DNA regions. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **31**: 277–299. doi: 10.1016/j.ympev.2003.08.002
287. Patonay, K., Korózs, M., Murányi, Z., Péntesné Kónya, E. (2017): Polyphenols in northern Hungarian *Mentha longifolia* (L.) L. treated with ultrasonic extraction for potential oenological uses. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **41**: 208–217. doi:10.3906/tar-1701-61
288. Patonay, K. i Németh-Zámboriné, É (2020): Horsemint as a potential raw material for the food industry: survey on the chemistry of a less studied mint species. *Phytochemistry Reviews*, doi.org/10.1007/s11101-020-09718-0.
289. Patonay, K., Szalontai, H., Csugány, J., Szabó-Hudák, O., Kónya, E. P., & Németh, É. Z. (2019): Comparison of extraction methods for the assessment of total polyphenol content and in vitro antioxidant capacity of horsemint (*Mentha longifolia* (L.) L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, **15**: 100220. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2019.100220>

290. Pereira, O. i Cardoso, S.M. (2013): Overview on *Mentha* and *Thymus* Polyphenols. *Current Analytical Chemistry*, **9**: 382–396. DOI: 10.2174/1573411011309030008
291. Pereira, E., Pimenta, A.I., Calhelha, R.C., Antonio, A.L., Verde, S.C., Barros, L., Santos-Buelga, C., Ferreira, I.C.F.R. (2016): Effects of gamma irradiation on cytotoxicity and phenolic compounds of *Thymus vulgaris* L. and *Mentha x piperita* L. *LWT - Food Science and Technology*, **71**: 370–377. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.004>
292. Pfeiffer, T.Ž., Krstin, Lj., Špoljarić Maronić, D., Hmura, M., Ivana Eržić, I., Nikolina Bek, N., Stević, F. (2020): An ethnobotanical survey of useful wild plants in the north-eastern part of Croatia (Pannonian region). *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, **154**(4): 463–473. DOI: 10.1080/11263504.2019.1635222
293. Ph. Jug. IV. (1984): Savezni zavod za zdravstvenu zaštitu. Ispitivanje usitnjenosti. *Pharmacopoea Jugoslavica*. 1. 4 izdanje, str. 17–8. Beograd, Jugoslavija.
294. Philipp, M. (1980): Reproductive biology of *Stellaria longipes* Goldie as revealed by a cultivation experiment. *New Phytologist*, **85**: 557–569. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1980.tb00771.x>
295. Pichersky, E., Noel, J.P., Dudareva, N. (2006): Biosynthesis of Plant Volatiles: Nature's Diversity and Ingenuity. *Science*, **311**: 808–811. doi: 10.1126/science.1118510
296. Pieroni, A., Giusti, M.E., Quave, C.L. (2011): Cross-Cultural Ethnobiology in the Western Balkans: Medical Ethnobotany and Ethnozooology Among Albanians and Serbs in the Pešter Plateau, Sandžak, South-Western Serbia. *Human Ecology*, **39**(3): 333–349. <https://doi.org/10.1007/s10745-011-9401-3>
297. Pieroni, A., Rexhepi, B., Nedelcheva, A., Hajdari, A., Mustafa, B., Kolosova, V., Cianfaglione, K., Quave, C.L. (2013): One century later: the folk botanical knowledge of the last remaining Albanians of the upper Reka Valley, Mount Korab, Western Macedonia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, **9**: 22. doi:10.1186/1746-4269-9-22
298. Pignatti, S. (1982): Flora D'Italia, *Mentha*, vol. 2. Edagricole, Bologna, Italy. ISBN-88-206-2311
299. Politeo, O., Carev, I., Bektašević, M. (2018): Medicinal plant *Mentha pulegium* L. – chemical profile and biological activity of its essential oil. *Facta Universitatis, Series Physics, Chemistry and Technology*, 49<sup>th</sup> International Symposium on Essential Oils (ISEO2018), **16**(1): 92.
300. POWO (2019): Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:450735-1/>; Pristupljeno 30.09.2020.
301. Proestos, C., Chorianopoulos, N., Nychas, G.J.E., Komaitis, M. (2005): RP-HPLC analysis of the phenolic compounds of plant extracts. Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**(4), 1190–1195. <https://doi.org/10.1021/jf040083t>
302. Quicke, D.L.J. (1997) *Parasitic Wasps*. Chapman & Hall, London, U.K.
303. Rahimi, Y., Taleei, A., Ranjbar, M. (2018): Long-term water deficit modulates antioxidant capacity of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Scientia Horticulturae*, **237**: 36–43. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.004>

304. Rahimmalek, M. (2011): Study of genetic relationships of some mint species using R-ISSR markers. *Agricultural Biotechnology*, **10**: 11–17.
305. Raj, X.J., Bajpai, P.K., Kumar, G.P., Murugan, M.P., Kumar, J., Chaurasia, O.P., Singh, S.B. (2010): Determination of total phenols, free radical scavenging and antibacterial activities of *Mentha longifolia* Linn. Hudson from the cold desert, Ladakh, India. *Pharmacognosy Journal*, **2**(12): 470–475. [https://doi.org/10.1016/s0975-3575\(10\)80033-1](https://doi.org/10.1016/s0975-3575(10)80033-1)
306. Ranjbar, M., Kiani, M., Nikpey, A. (2020): Antioxidant and scolicidal activities of four Iranian *Mentha* species (Lamiaceae) in relation to phenolic elements. *Journal of HerbMed Pharmacology*, **9**(3): 200–208. <https://doi.org/10.34172/jhp.2020.26>
307. Rasooli I. i Rezaei M.B. (2002): Bioactivity and chemical properties of essential oils from *Zataria multiflora* Boiss and *Mentha longifolia* (L.) Huds. *Journal of Essential Oil Research*, **14**: 141–146. DOI: 10.1080/10412905.2002.9699800
308. Redžić, S.S. (2007): The Ecological Aspect of Ethnobotany and Ethnopharmacology of Population in Bosnia and Herzegovina. *Collegium Antropologicum*, **31**(3): 869–890. PMID: 18041402
309. Rexhepi, B. (2018). Ethnobotanical Study of Some Medicinal and Edible Plants in Northeastern Statistical Region of Macedonia. *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*, **6**(1): 93-99. ISSN(e): 2321 –9009
310. Richards, A.J. (1986): Plant breeding systems. Allen, London.
311. Richardson, P. (1992): The Chemistry of the Labiatae: An Introduction an Overview. U: Harley, R.M. i Reynolds, T. (Ur.). *Advances in Labiatae*, str. 291–297. Royal Botanic Gardens, Kew. ISBN: 0 947643 52 4
312. Rivkin, L.R., Case, A.L., Caruso, C.M. (2016): Why is gynodioecy a rare but widely distributed sexual system? Lessons from the Lamiaceae. *New Phytologist*, **211**: 688–696. <https://doi.org/10.1111/nph.13926>
313. Rodriguez, L., Póvoa, O., Teixeira, G., Figueiredo, A.C., Moldão, M., Monteiro, A. (2013): Trichomes micromorphology and essential oil variation at different developmental stages of cultivated and wild growing *Mentha pulegium* L. populations from Portugal. *Industrial Crops and Products*, **43**: 692–700. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.07.061>
314. Rodríguez-Riaño, T. i Dafni, A. (2007): Pollen-Stigma Interference in Two Gynodioecious Species of Lamiaceae with Intermediate Individuals. *Annals of Botany*, **100**: 426–431. doi: 10.1093/aob/mcl168
315. Rösch P, Kiefer W, Popp J. (2002): Chemotaxonomy of mints of genus *Mentha* by applying Raman spectroscopy. *Biopolymers*, **67**(4–5): 358–361. doi: 10.1002/bip.10099.
316. Rosengarten, F. (1969): The Book of Spices. Jove Publ., Inc., New York.
317. Rossi, P.-G., Bert, L., Panighi, J., Luciani, A., Maury, J., Museli, A. (2007): Antibacterial Action of Essential Oils from Corsica. *Journal of Essential Oil Research*, **19**: 176–182. <https://doi.org/10.1080/10412905.2007.9699254>
318. Ryding, O. (1992): The distribution and evolution of myxocarpy in Lamiaceae. U: Harley, R.M. i Reynolds, T. (Ur.). *Advances in Labiate Science*, str. 85–96. Royal Botanic Gardens, Kew, London. ISBN 0-947643-52-4



319. Sabboura, D., Yacouyb, R., Lawand, S. (2016): Assessment of genetic relationships among mint species. *International Journal of ChemTech Research*, **9**(3): 462–468. <https://doi.org/10.1080/14620316.2019.1702482>
320. Safaiee, P., Taghipour, A., Vahdatkhoram, F., Movagharnajed, K. (2019): Extraction of phenolic compounds from *Mentha aquatica*: the effects of sonication time, temperature and drying method. *Chemical Papers* **73**: 3067–3073. <https://doi.org/10.1007/s11696-019-00843-5>
321. Salehi, B., Stojanović-Radić, Z., Matejić, J., Sharopov, F., Anatolak, H., Kręgiel, D., Sen, S., Sharifi-Rad, M., Acharya, K., Sharifi-Rad, R., Martorell, M., Sureda, A., Martins, N., Sharifi-Rad, J. (2018): Plants of the Genus *Mentha*: From Farm to Food Factory. *Plants*, **7**: 70. doi: 10.3390/plants7030070
322. Salem, N., Sriti, J., Bachrouch, O., Msaada, K., Khammassi, S., Hammami, M., Selmi, S., Boushah, E., Ouertani, M., Hachani, N., Abderraba, M., Marzouk, B., Limam, F., Jemaa, J.M.B. (2018): Phenological stage effect on phenolic composition and repellent potential of *Mentha pulegium* against *Tribolium castaneum* and *Lasioderma serricorne*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, **8**(4): 207–216. DOI: 10.4103/2221-1691.231283
323. Salman, M., Abdel-Hameed, E., Bazaid, S., Dabi, M.M. (2015): Chemical composition for hydrodistillation essential oil of *Mentha longifolia* by gas chromatography-mass spectrometry from north regions in kingdom of Saudi Arabia. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, **7**: 34–40.
324. Samojlik, I., Petković, S., Mimica-Dukić, N., Božin B. (2012): Acute and Chronic Pretreatment with Essential Oil of Peppermint (*Mentha × piperita* L., Lamiaceae) Influences Drug Effects. *Phytotherapy Research*, **26** (6): 820–825. <https://doi.org/10.1002/ptr.3638>.
325. Sarikurcu, C., Eryigit, F., Cengiz, M., Tepe, B., Cakir, A., Mete, E. (2012): Screening of the antioxidant activity of the essential oil and methanol extract of *Mentha pulegium* L. from Turkey. *Spectroscopy Letters*, **45**(5): 352–358. <https://doi.org/10.1080/00387010.2012.666701>
326. Savić, J., Mačukanović-Jocić, M., Jarić, S. (2019): Medical ethnobotany on the Javor Mountain (Bosnia and Herzegovina). *European Journal of Integrative Medicine*, **27**: 52–64. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2019.02.007>
327. Saxifraga – Ed Stikvoort (2020a). “*Mentha aquatica* 26, Watermunt”. Saxifraga - Free nature images, dostupno na <http://www.freenatureimages.eu/plants/Flora%20J-N/Mentha%20aquatica%2C%20Water%20Mint/index.html#Mentha%2520aquatica%252026%252C%2520Watermunt%252C%2520Saxifraga-Ed%2520Stikvoort.jpg> (pristupljeno 11. novembra 2020.).
328. Saxifraga – Ed Stikvoort (2020b). “*Mentha longifolia*, 13”. Saxifraga - Free nature images, dostupno na <http://www.freenatureimages.eu/plants/Flora%20J-N/Mentha%20longifolia%2C%20Horse%20Mint/Mentha%20longifolia%2013%2C%20Hertsment%2C%20Saxifraga-Ed%20Stikvoort.jpg> (pristupljeno 11. novembra 2020.).
329. Saxifraga – Peter Meininger (2020). “*Mentha pulegium* 11, Polei”. Saxifraga – Free nature images, dostupno na: <http://www.freenatureimages.eu/plants/Flora%20J-N/Mentha%20pulegium,%20Pennyroyal/index.html> (pristupljeno 11. novembra 2020.).

330. Saxifraga – Rutger Barendse (2020a). “*Mentha spicata* 5”. Saxifraga – Free nature images, dostupno na: <http://www.freenatureimages.eu/plants/Flora%20J-N/Mentha%20spicata/index.html#Mentha%2520spicata%25205%252C%2520Aarmunt%252C%2520Saxifraga-Rutger%2520Barendse.JPG> (pristupljeno 11. novembra 2020.).
331. Saxifraga – Rutger Barendse (2020b). “*Mentha spicata* 6”. Saxifraga – Free nature images, dostupno na: <http://www.freenatureimages.eu/plants/Flora%20J-N/Mentha%20spicata/index.html#Mentha%2520spicata%25206%252C%2520Aarmunt%252C%2520Saxifraga-Rutger%2520Barendse.JPG> (pristupljeno 11. novembra 2020.).
332. Saxifraga – Rutger Barendse (2020c). “*Mentha x piperita* 2, *Pepermint*”. Saxifraga – Free nature images, dostupno na: <http://www.freenatureimages.eu/plants/Flora%20J-N/Mentha%20x%20piperita/Mentha%20x%20piperita%202%2C%20Pepermint%2C%20Saxifraga-Rutger%20Barendse.JPG> (pristupljeno 11. novembra 2020.).
333. Scherer, R., Lemos, M.F., Lemos, M.F., Martinelli, G.C., Martins, J.D.L., da Silva, A.G. (2013): Antioxidant and antibacterial activities and composition of Brazilian spearmint (*Mentha spicata* L.). *Industrial Crops and Products* **50**: 408–413. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.07.007>
334. Senatore, F., D’Alessio, A., Formisano, C., Özcan, M. (2005): Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil of a 1,8-Cineole Chemotype of *Mentha aquatica* L. Growing Wild in Turkey. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, **8**: 148–153. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2005.10643435>
335. Shalaby, N.M.M., Moharram, F.A., El-Toumy, S.A.A., Marzoyk, M.S.A., Ahmed, A.A.E. (2000): Phytochemical and pharmacological studies of *Mentha pulegium* L. *Bulletin of Faculty of Pharmacy*, **38**(2): 143–151. DOI: 10.13171/mjc.2.4.2013.08.11.23
336. Shasany, A.K., Srivastava, A., Bahl, J.R., Sharma, S., Kumar, S., Khanuja, S.P.S. (2002): Genetic diversity assessment of *Mentha spicata* L. germplasm through RAPD analysis. *Plant Genetic Resources Newsletter*, **130**: 1–5. doi: 10.1093/jhered/esi091
337. Shekarchi, M., Hajimehdipoor, H., Saeidnia, S., Gohari, R.A. (2012): Comparative study of rosmarinic acid content in some plants of Labiatae family. *Pharmacognosy Magazine*, **8**: 37–41. <https://doi.org/10.7275/R5736NTN>
338. Shen, D., Pan, H.M., Wu, Q.L., Park, C.H., Rodolfo Juliani, H., Ho, C.T., Simon, J.E. (2011): A rapid LC/MS/MS method for the analysis of nonvolatile antiinflammatory agents from *Mentha* spp. *Journal of Food Science*, **76**: C900–C908. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02281.x>
339. Shiran, B., Momeni, S., Razmjoo, K. (2004): Assessment of genetic diversity among Iranian mints using RAPD markers. Genetic Variation for Plant Breeding, 8-11 September, 2004. Tulin, Austria. Proceedings of the 17<sup>th</sup> Eucarpia General Congress, str. 121–125. ISBN: 3900962561
340. Shykoff, J.A. (1988): Maintenance of gynodioecy in *Silene acaulis* (Caryophyllaceae): stage-specific fecundity and viability selection. *American Journal of Botany*, **75**: 844–850. <https://doi.org/10.2307/2444003>
341. Shykoff, J.A., Kolokotronis, S.O., Collin, C.L., Lopez-Villavicencio, M. (2003): Effects of male sterility on reproductive traits in gynodioecious plants: a meta-analysis. *Oecologia*, **135**: 1–9. doi: 10.1007/s00442-002-1133-z

342. Silva, C.L. i Câmara, J.S. (2013): Profiling of volatiles in the leaves of Lamiaceae species based on headspace solid phase microextraction and mass spectrometry. *Food Research International*, **51**: 378–387. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.12.040>
343. Singh, P. i Pandey, A.K. (2018): Prospective of Essential Oils of the Genus *Mentha* as Biopesticides: A Review. *Frontiers in Plant Science*, **9**: 1295. DOI:10.3389/fpls.2018.01295
344. Sitzmann, J., Habeggerb, R., Schnitzera, W.H., Grassmann, H. (2014): Comparative Analysis of Antioxidant Activities of Fourteen *Mentha* Essential Oils and Their Components. *Chemistry & Biodiversity*, **11**: 1978–1988. doi: 10.1002/cbdv.201400100
345. Smith, F. (2008) “*Mentha x villosonervata* (NE)”. British Wild Flowers, dostupno na: <http://www.british-wild-flowers.co.uk/00%20Phil%20Smith/Mentha-x-villosonervata-2.jpg> (pristupljeno 11. novembra 2020.).
346. Smolik, M., Rzepka-Plevneš, D., Jadczyk, D., Sękowska, A. (2007): Morphological and genetic variability of chosen *Mentha* species. *Herba Polonica*, **53**(3): 90–97.
347. Snoussi, M., Noumi, E., Trabelsi, N., Flamini, G., Papetti, A., De Feo, V. (2015): *Mentha spicata* essential oil: Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities against planktonic and biofilm cultures of *Vibrio* spp. strains. *Molecules*, **20**: 1440–14424. doi: 10.3390/molecules200814402
348. Soković, M.D., Vukojević, J., Marin, P.D., Brkić, D.D., Vajs, V., van Griensven, L.J.L.D. (2009): Chemical Composition of Essential Oils of *Thymus* and *Mentha* Species and Their Antifungal Activities. *Molecules*, **14**: 238–249. doi: 10.3390/molecules14010238
349. Song, Y., Chen, G.T., Sun, B.H., Huang, J., Li, X., Wu, L.J. (2008): Chemical constituents of water-soluble part of *Mentha spicata* L. *Journal of Shenyang Pharmaceutical University*, Apstrakt.
350. Soó, R. (1968): A magyar flora es vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kezikönyve, III. Akadémiai Kiadó, Budapest.
351. Sõukand, R., Pieroni, A., Biró, M., Dénes, A., Dogan, Y., Hajdari, A., Kalle, A., Reade, B., Mustafa, B., Nedelcheva, A., Quave, C.L., Łuczaj, Ł. (2015): An ethnobotanical perspective on traditional fermented plant foods and beverages in Eastern Europe. *Journal of Ethnopharmacology*, **170**(1): 284–296. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.05.018>
352. Stagos, D., Portesis, N., Spanou, C., Mossialos, D., Aligiannis, N., Chaita, E., Panagoulis, C., Reri, E., Skaltsounis, L., Tsatsakis, A.M., Kouretas, D. (2012): Correlation of total polyphenolic content with antioxidant and antibacterial activity of 24 extracts from Greek domestic Lamiaceae species. *Food and Chemical Toxicology*, **50**(11): 4115–4124. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.08.033>
353. Stakelienė, V. i Ložienė, K. (2013): Gynodioecy in *Thymus pulegioides* L., *T. serpyllum* L., and their hybrid *T. × oblongifolius* Opiz (Lamiaceae): Flower size dimorphism, female frequency, and effect of environmental factors, *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, **148**(1): 49–57. DOI: 10.1080/11263504.2012.756435
354. Stanisavljević, D.M., Stojičević, S.S., Đorđević, S.M., Zlatković, B.P., Veličković, D.T., Karabegović, I.T., Lazić, M.L. (2012): Antioxidant activity, the content of total phenols and flavonoids in the ethanol extracts of *Mentha longifolia* (L.) Hudson dried by

- the use of different techniques. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, **18**(3): 411–420. <https://doi.org/10.2298/CICEQ110919017S>
355. Stevens, D.P. i Van Damme, J.M.M. (1988): The evolution and maintenance of gynodioecy in sexually and vegetatively reproducing plants. *Heredity*, **61**: 329–337.
356. Stoeva, T. i Iliev, L. (1997): Influence of some phenylurea cytokinins on spearmint essential oils composition. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, **23**: 66–71.
357. Stoyanova, A., Georgiev, E., Kula, J., Majda, T. (2003): Chemical Composition of the Essential Oil of *Mentha pulegium* L. from Bulgaria. *The Journal of Essential Oil Research*, **17**: 475–476. <https://doi.org/10.1080/10412905.2005.9698968>
358. Sulaiman, S.F., Sajak, A.A.B., Ooi, K.L., Supriatno, Seow, E.M. (2011): Effect of solvents in extracting polyphenols and antioxidants of selected raw vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, **24**(4–5): 506–515. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.01.020>
359. Šarić-Kundalić, B., Dobeš, C., Klatte-Asselmeyer, V., Saukel, J. (2010): Ethnobotanical study on medicinal use of wild and cultivated plants in middle, south and west Bosnia and Herzegovina. *Journal of Ethnopharmacology*, **131**(1): 33–55. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.05.061>
360. Šarić-Kundalić, B., Dobeš, C., Klatte-Asselmeyer, V., Saukel, J. (2011): Ethnobotanical survey of traditionally used plants in human therapy of east, north and north-east Bosnia and Herzegovina. *Journal of Ethnopharmacology*, **133**(3): 1051–1076. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.11.033>
361. Šarić-Kundalić, B., Fialová, S., Dobeš, C., Ölzant, S., Tekel'ová, D., Grančai, D., Reznicek, G., Saukel, J. (2009): Multivariate Numerical Taxonomy of *Mentha* Species, Hybrids, Varieties and Cultivars. *Scientia Pharmaceutica*, **77**: 851–876. <https://doi.org/10.3797/scipharm.0905-10>
362. Šarić-Kundalić, B., Mazić, M., Đerzić, S., Tuzović-Kerleta, V. (2016): Ethnobotanical study on medicinal use of wild and cultivated plants on Konjuh Mountain, North-East Bosnia and Herzegovina. *Technics Technologies Education Management*, **11**(3): 208–222. doi: 10.1016/j.jep.2010.05.061
363. Šavikin, K., Zdunić, G., Menković, N., Živković, J., Čujić, N., Tereščenko, M., Bigović, D. (2013): Ethnobotanical study on traditional use of medicinal plants in South-Western Serbia, Zlatibor district. *Journal of Ethnopharmacology*, **146**(3): 803–810. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.02.006>
364. Taamalli, A., Arráez-Román, D., Abaza, L., Iswaldi, I., Fernández-Gutiérrez, A., Zarrouk, M., Segura-Carretero, A. (2015): LC-MS-based metabolite profiling of methanolic extracts from the medicinal and aromatic species *Mentha pulegium* and *Origanum majorana*. *Phytochemical Analysis*, **26**(5): 320–330. <https://doi.org/10.1002/pca.2566>
365. Tahira, R., Naeemullah, M., Akbar, F., Masood, M.S. (2011): Major phenolic acids of local and exotic mint germplasm grown in Islamabad. *Pakistan Journal of Botany*, **43**: 151–154.
366. Takhtajan A. (2009): Subclass VIII. Lamiidae. U: Takhtajan A, (Ur.). *Flowering Plants*, str. 511–589. Springer-Verlag, Berlin, Hamburg.

367. Teodor, E.D., Gatea, F., Albu, C., Radulescu, C.M., Chira, A., Radu, G.L. (2015): Polyphenols, radical scavenger activity, short-chain organic acids and heavy metals of several plants extracts from "Bucharest Delta." *Chemical Papers*, **69**(12): 1582–1590. <https://doi.org/10.1515/chempap-2015-0177>
368. The Plant List (2013): Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/> (Pristupljeno 30. septembra, 2020).
369. Thiers, B. (1997– ): Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff (dostupno na: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>. New York Botanical Garden (Pristupljeno 13. januara 2021).
370. Thorne, R.F. (1972): Major disjunctions in the geographic ranges of seed plants. *The Quarterly Review of Biology*, **47**: 365-411.
371. TIBCO Software Inc. (2018). Statistica (data analysis software system), version 13. <http://tibco.com>.
372. Tomei, P.E., Manganelli, R.E.U. (2003): Composition of the essential oil of *Mentha microphylla* from the Gennargentu mountains (Sardinia, Italy). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **51**: 3614–3617. <https://doi.org/10.1021/jf026091w>
373. Traboulsi, A., Taoubi, K., El-Haj, S., Bessiere, J.M., Rammal, S. (2002): Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae). *Pest Management Science*, **58**: 491–495. doi: 10.1002/ps.486
374. Trasande, L. Shaffer, R.M., Sathyanarayana, S. (2018): COUNCIL ON ENVIRONMENTAL HEALTH. Food Additives and Child Health. *Pediatrics*, **142**(2): e20181408. DOI: 10.1542/peds.2018-1408.
375. Treutter, D. (2006): Significance of flavonoids in plant resistance: a review. *Environmental Chemistry Letters*, **4**:147–157. DOI 10.1007/s10311-006-0068-8
376. Tsioutsiou, E.E., Giordani, P., Hanildou, E., Biagi, M., De Feo, V., Cornara, L. (2019): Ethnobotanical Study of Medicinal Plants Used in Central Macedonia, Greece. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2019**: 4513792. <https://doi.org/10.1155/2019/4513792>
377. Tucker, A.O. i Chambers, H.L. (2002): *Mentha canadensis* L. (Lamiaceae) a relict amphidiploid from the lower Tertiary. *Taxon*, **51**: 703–718. doi: 10.2307/3647334
378. Tucker, A.O. i Naczi, R.F.C. (2007): *Mentha*: an Overview of Its Classification and Relationships. U: Lawrence, B. (Ur.). *Mint: The Genus Mentha, Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles*, vol. 44, str. 1–40. Taylor & Francis Group, LLC, Boca Raton, USA. ISBN-13: 978-0-8493-0779-9
379. Tucker, A.O., Harley, R.M., Fairbrothers, D.E. (1980). The Linnean types of *Mentha* (Lamiaceae). *Taxon*, **29**: 233–255. doi: 10.2307/1220285
380. Tundis, R., Peruzzi, L., Menichini, F. (2014): Phytochemical and biological studies of *Stachys* species in relation to chemotaxonomy: A review. *Phytochemistry*, **102**: 7–39. doi: 10.1016/j.phytochem.2014.01.023
381. Tyagi, B.R. (2003): Cytomixis in pollen mother cells pf spearmint (*Mentha spicata* L.). *Cytologia (Tokyo)*, **68**: 67–73. <https://doi.org/10.1508/cytologia.68.67>

382. Tzima, K., Brunton, N. P., & Rai, D. K. (2018). Qualitative and Quantitative Analysis of Polyphenols in Lamiaceae Plants-A Review. *Plants (Basel, Switzerland)*, **7**(2): 25. doi:10.3390/plants7020025
383. Ubera-Jiménez, J.L. i Hidalgo-Fernández, P.J. (1992): Temporal gynodioecy in *Rosmarinus officinalis*. U: Harley, R.M. i Reynolds, T. (Ur.), *Advances in Labiatae Science*, str. 281–289. Royal Botanic Garden, Kew. ISBN: 0 947643 52 4
384. Van Damme, J.M.M. i Van Delden, W. (1982): Gynodioecy in *Plantago lanceolata* L. I. Polymorphism of plasmon type. *Heredity*, **49**: 303–318. <https://doi.org/10.1038/hdy.1982.104>
385. Van Damme, J.M.M. i Van Delden, W. (1984): Gynodioecy in *Plantago lanceolata* L. IV. Fitness components of sex types in different life cycle stages. *Evolution*, **38**: 1326–1336. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1984.tb05653.x>
386. Van Etten, M.L. i Chang, S.M. (2009): Effects of environmental heterogeneity on the distribution of sexes within and among populations in a gynodioecious species, *Geranium maculatum*. *New Phytologist*, **183**: 649–660. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02940.x>
387. Van Etten, M.L., Prevost, L.B., Deen, A.C., Ortiz, B.V., Donovan, L.A., Chang, S.M. (2008): Gender differences in reproductive and physiological traits in a gynodioecious species, *Geranium maculatum* (Geraniaceae). *International Journal of Plant Sciences*, **169**: 271–279. DOI: 10.1086/524109
388. Vaughton, G. i Ramsey, M. (2002): Evidence of gynodioecy and sex ratio variation in *Wurmbea biglandulosa* (Colchicaceae). *Plant Systematics and Evolution*, **232**: 167–179. <https://doi.org/10.1007/s006060200040>
389. Varga, F., Šolić, I., Jug Dujaković, M., Łuczaj, Ł., Grdiša, M. (2019): The first contribution to the ethnobotany of inland Dalmatia: medicinal and wild food plants of the Knin area, Croatia. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, **88**(2): 3622. <https://doi.org/10.5586/asbp.3622>
390. Venditti, A., Frezza, C., Celona, D., Sciubba, F., Foddai, S., Delfini, M., Serafini, M., Bianco, A. (2017): Phytochemical comparison with quantitative analysis between two flower phenotypes of *Mentha aquatica* L.: pink-violet and white. *AIMS Molecular Science*, **4**(3): 288–300. <https://doi.org/10.3934/molsci.2017.3.288>
391. Vining, K.J., Hummer, K.E., Bassil, N., Lange, B.M., Khoury, C.K., Carver, D. (2020): Crop Wild Relatives as Germplasm Resource for Cultivar Improvement in Mint (*Mentha* L.). *Frontiers in Plant Science*, **11**: 1217. doi: 10.3389/fpls.2020.01217
392. Vining, K.J., Pandelova, I., Hummer, K.E., Bassil, N.V., Contreras, R., Neill, K. Chen, H., Parrish, A.N., Lange, B.M. (2019): Genetic diversity survey of *Mentha aquatica* L. and *Mentha suaveolens* Ehrh., mint crop ancestors. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **66**: 825–845. doi: 10.1007/s10722-019-00750-4
393. Vining, K.J., Zhang, Q., Tucker, A.O., Smith, C., Davis, T.M. (2005): *Mentha longifolia* L.: A model species for mint genetic research. *Hort Science*, **40**: 1225–1229. doi: 10.21273/HORTSCI.40.5.1225
394. Vladimir-Knežević, S., Blažeković, B., Kindl, M., Vladić, J., Lower-Nedza, A.D., Brantner, A.H. (2014): Acetylcholinesterase inhibitory, antioxidant and phytochemical

- properties of selected medicinal plants of the Lamiaceae family. *Molecules*, **19**: 767–782. <https://doi.org/10.3390/molecules19010767>
395. Voirin, B., Bayet, C., Faure, O., Jullien, F. (1999): Free flavonoid aglycones as markers of parentage in *Mentha aquatica*, *M. citrata*, *M. spicata* and *M. × piperita*. *Phytochemistry*, **50**: 1189–1193. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(98\)00672-4](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(98)00672-4)
  396. Voronkova, T.V., Shelepova, O.V., Bidyukova, G.F. (2013): Seed productivity of bisexual and pistillate plants of *Mentha arvensis* L. *Modern Phytomorphology*, **4**: 173–176. <https://doi.org/10.1134/S1062359014050112>
  397. Voronkova, T.V., Shelepova, O.V., Kondratieva, V.V., Bidyukova, G.F. (2014): Structure and Seed Productivity of *Mentha canadensis* L. from Natural Flora of Primorye of Russia. *Biology Bulletin*, **41**(5): 424–427.
  398. Wani, S., i Basir, S.F. (2018): Analysis of antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid contents of Analysis of antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid contents of *Allium sativum*, *Mentha arvensis* and *Murraya koenigii*. *International Journal of Advanced Research in Science and Engineering*, **7**(4): 2632–2646.
  399. Waller, S.B., Cleff, M.B., Serra, E.F., Silva, A.L., Gomes, A.R., Mello, J.R.B., Faria, R.O., Meireles, M.C.A. (2017): Plants from Lamiaceae family as source of antifungal molecules in humane and veterinary medicine. *Microbial Pathogenesis*, **104**: 232–237. doi: 10.1016/j.micpath.2017.01.050
  400. Wang, H.T., Yu, Xu., Liu, Y., Liang, Ch.-Y., Li, W.-L. (2013): Analysis of genetic variability and relationship among *Mentha* L. using the limonene synthase gene. *Gene*, **524**: 246–252. doi: 10.1016/j.gene.2013.04.012
  401. Wikimedia Commons contributors (2020a). “File: *Mentha pulegium4.jpg*”. Wikimedia Commons, the free media repository, dostupno na: [https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Mentha\\_pulegium4.jpg&oldid=449836816](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Mentha_pulegium4.jpg&oldid=449836816) (pristupljeno 11. novembra 2020.).
  402. Wikimedia Commons contributors (2020b). “File: *Mentha aquatica 05 ies.jpg*”. Wikimedia Commons, the free media repository, dostupno na: [https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Mentha\\_aquatica\\_05\\_ies.jpg&oldid=460656797](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Mentha_aquatica_05_ies.jpg&oldid=460656797) (pristupljeno 11. novembra 2020.).
  403. Wikimedia Commons contributors (2020c). “File: *Mentha aquatica sl4.jpg*”. Wikimedia Commons, the free media repository, dostupno na: [https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Mentha\\_aquatica\\_sl4.jpg&oldid=460924088](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Mentha_aquatica_sl4.jpg&oldid=460924088) (pristupljeno 11. novembra 2020.).
  404. Wikimedia Commons contributors (2020d). “File: *Mentha × piperita - Köhler-s Medizinal-Pflanzen-095.jpg*” Wikimedia Commons, the free media repository, dostupno na: [https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Mentha\\_%C3%97\\_piperita\\_-\\_K%C3%B6hler%E2%80%93s\\_Medizinal-Pflanzen-095.jpg&oldid=460639432](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Mentha_%C3%97_piperita_-_K%C3%B6hler%E2%80%93s_Medizinal-Pflanzen-095.jpg&oldid=460639432) (pristupljeno 11. novembra 2020.).
  405. Wińska, K., Mączka, W., Łyczko, J., Grabarczyk, M., Czubaszek, A., Szumny, A. (2019): Essential Oils as Antimicrobial Agents-Myth or Real Alternative? *Molecules*, **24**(11): 2130. doi: 10.3390/molecules24112130

406. Wolfe, L.M. i Shmida, A. (1997): The ecology of sex expression in a gynodioecious Israeli desert shrub (*Ochradenus baccatus*). *Ecology*, **78**: 101–110. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1997\)078\[0101:TEOSEI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1997)078[0101:TEOSEI]2.0.CO;2)
407. Wunderlich, R. (1967): Ein Vorschlag zu einer natürlichen Gliederung der Labiaten. *Oesterreichische botanische Zeitschrift*, **114**: 383–483.
408. Yahia, I.B.H., Jaouadi, R., Trimech, R., Boussaid, M., Zaouali, Y. (2019): Variation of chemical composition and antioxidant activity of essential oils of *Mentha x rotundifolia* (L.) Huds. (Lamiaceae) collected from different bioclimatic areas of Tunisia. *Biochemical Systematics and Ecology*, **84**: 8–16. DOI: 10.1016/j.bse.2019.03.001
409. Yaghini, H., Sabzalian, R.M., Rahimmalek, M., Garavand, T., Maleki, A., Mirlohi, A. (2020): Seed set in inter specific crosses of male sterile *Mentha spicata* with *Mentha longifolia*. *Euphytica*, **216**: 46. <https://doi.org/10.1007/s10681-020-2578-z>
410. Yamamura, S., Ozawa, K., Ohtani, K., Kasai, R., Yamasaki, K. (1998): Antihistaminic flavones and aliphatic glycosides from *Mentha spicata*. *Phytochemistry*, **48**(1): 131–136. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(97\)01112-6](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(97)01112-6)
411. Yilar, M., Bayan, Y., Aksit, H., Onaran, A., Kadioglu, I., Yanar, Y. (2013): Bioherbicidal effects of essential oils isolated from *Thymus fallax* F., *Mentha dumetorum* Schult. and *Origanum vulgare* L. *Asian Journal of Chemistry*, **25**: 4807–4811. <http://dx.doi.org/10.14233/ajchem.2013.1410>
412. Yu, X., Liang, C., Chen, J., Qi, X., Liu, Y., Li, W. (2015): The effects of salinity stress on morphological characteristics, mineral nutrient accumulation and essential oil yield and composition in *Mentha canadensis* L. *Scientia Horticulturae*, **197**: 579–583. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.10.023>
413. Yumrutas, O., i Saygideger, S.D. (2012): Determination of antioxidant and antimutagenic activities of *Phlomis armeniaca* and *Mentha pulegium*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, **2**(1): 36–40.
414. Zaidi, F., Voirin, B., Jay, M. Viricel, M.R. (1998): Free flavonoid aglycones from leaves of *Mentha pulegium* and *Mentha suaveolens* (Labiatae). *Phytochemistry*, **48**(6): 991–994. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(97\)01042-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(97)01042-X)
415. Ziaková, A., Brandšteterová, E. (2011): Validation of HPLC determination of phenolic acids present in some Lamiaceae family plants. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, **26**(3): 443–453. <https://doi.org/10.1081/JLC-120017181>
416. Zell, H. (2020). “*Mentha x piperita*, flowers”. The North Carolina Extension Gardener Plant Toolbox, dostupno na: [https://s3.amazonaws.com/eit-planttoolbox-prod/media/images/Mentha\\_x\\_piperita\\_fl\\_GpjYZ85iJt4k.jpg](https://s3.amazonaws.com/eit-planttoolbox-prod/media/images/Mentha_x_piperita_fl_GpjYZ85iJt4k.jpg) (pristupljeno 11. novembra 2020).
417. Zhang, B. i Claßen-Bochoff, R. (2019): Sex-differential reproduction success and selection on floral traits in gynodioecious *Salvia pratensis*. *BMC Plant Biology*, **19**: 375. <https://doi.org/10.1186/s12870-019-1972-y>
418. Zhang, Y.-W., Yang, C.-F., Gituru, W.R., Guo, Y.-H. (2008a): Within-season adjustment of sex expression in females and hermaphrodites of the clonal gynodioecious herb *Glechoma longituba* (Lamiaceae). *Ecology Research*, **23**: 873–881. <https://doi.org/10.1007/s11284-007-0451-3>



419. Zhang, Y.-W., Wang, Y., Yu, Q., Zhao, J.-M. (2008b): Sex expression, female frequency, and reproductive output in a gynodioecious clonal herb, *Glechoma longituba*. *Plant Ecology*, **199**: 255–264. <https://doi.org/10.1007/s11258-008-9430-1>
420. Zhong, J., Preston, C.J., Hileman, C.L., Kellogg, A.E. (2017): Repeated and diverse losses of corolla bilateral symmetry in the Lamiaceae. *Annals of Botany*, 119(7): 1211–1223. doi: 10.1093/aob/mcx012
421. Zlatković, B., Bogosavljević, S., Radivojević, A., Pavlović, M. (2013): Traditional use of the native medicinal plant resource of Mt. Rtanj (Eastern Serbia): Ethnobotanical evaluation and comparasion. *Journal of Ethnopharmacology*, **151**: 704–713. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.11.037>
422. Zouari-Bouassida, K., Trigui, M., Makni, S., Jlaiel, L., Tounsi, S. (2018): Seasonal Variation in Essential Oils Composition and the Biological and Pharmaceutical Protective Effects of *Mentha longifolia* Leaves Grown in Tunisia. *BioMed Research International*, 7856517. <https://doi.org/10.1155/2018/7856517>
423. Žugić, A., Đorđević, S., Arsić, I., Marković, G., Živković, J., Jovanović, S., Tadić, V. (2014): Antioxidant activity and phenolic compounds in 10 selected herbs from Vrujci Spa, Serbia. *Industrial Crops and Products*, **52**: 519–527. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.11.027>

## 8. PRILOG

Tabela 1. Klasifikacija i rasprostranjenje roda *Mentha* (preuzeto iz Tucker i Naczi, 2007 uz modifikacije)

Takson	Klasifikacija	Referenca	Rasprostranjenje i/ili poreklo
1. <i>M. aquatica</i>	Sect. <i>Terminales</i> Subgen. <i>Trichomenantha</i> Subgen. <i>Menthastrum</i> , Sect. <i>Capitatae</i>	Bentham (1848) Pérard (1876) Briquet (1896) Briquet (1896)	E, sem krajnjeg s.
	<i>Sect. Mentha</i>	Harley i Brighton (1977), Tucker i Naczi (2007)	
2. <i>M. arvensis</i>	Sect. <i>Arvenses</i> Subgen. <i>Trichomenantha</i> Subgen. <i>Menthastrum</i> Sect. <i>Verticillatae</i> Subsect. <i>Arvenses</i>	Bentham (1848) Pérard (1876) Briquet (1896) Briquet (1896) Briquet (1896)	E
	<i>Sect. Mentha</i>	Harley i Brighton (1977), Tucker i Naczi (2007)	
3. <i>M. australis</i>	Sect. <i>Arvenses</i> Subgen. <i>Menthopsis</i> Subgen. <i>Menthastrum</i> Sect. <i>Verticillatae</i> Subsect. <i>Tubulosae</i>	Bentham (1848) Pérard (1876) Briquet (1896) Briquet (1896) Briquet (1896)	AUS (sem z.), TAS
	<i>Sect. Eriodontes</i>	Tucker i Naczi (2007)	
4. <i>M. canadensis</i>	Sect. <i>Arvenses</i> Subgen. <i>Trichomenantha</i> Subgen. <i>Menthastrum</i> Sect. <i>Verticillatae</i> Subsect. <i>Tubulosae</i>	Bentham (1848) Pérard (1876) Briquet (1896) Briquet (1896) Briquet (1896)	SA i. AZ
	<i>Sect. Mentha</i>	Tucker i Naczi (2007)	
5. <i>M. cervina</i>	<i>Preslia cervina</i> Sect. <i>Preslia</i>	Bentham (1848) Harley i Brighton (1977)	Špa., Por., med. deo Fra. (z. MED)

Tabela 1. Klasifikacija i rasprostranjenje roda *Mentha* (preuzeto iz Tucker i Naczi, 2007 uz modifikacije)

	<i>Sect. Eriodontes</i>	Tucker i Naczi (2007)	
6. <i>M. dahurica</i>	<i>Sect. Arvenses</i>	Bentham (1848)	Od i. Sib. do s. Kine, Hokaido (Japan)
	<i>Sect. Mentha</i>	Tucker i Naczi (2007)	
7. <i>M. diemenica</i>	<i>Sect. Arvenses</i>	Bentham (1848)	Od j. AUS do TAS i NJV (AUS)
	Subgen. <i>Menthopsis</i>	Pérard (1876)	
	Subgen. <i>Menthastrum</i>	Briquet (1896)	
	<i>Sect. Verticillatae</i>	Briquet (1896)	
	Subsect. <i>Tubulosae</i>	Briquet (1896)	
	<i>Sect. Tubulosae</i>	Tucker i Naczi (2007)	
8. <i>M. gattefossei</i>	<i>Sect. Gattefossei</i>	Harley i Brighton (1977)	Pl. Atlas (Maroko)
	<i>Sect. Eriodontes</i>	Tucker i Naczi (2007)	
9. <i>M. grandiflora</i>	Subgen. <i>Menthastrum</i>	Briquet (1896)	Subt. i. AUS
	<i>Sect. Verticillatae</i>	Briquet (1896)	
	Subsect. <i>Grandiflorae</i>	Briquet (1896)	
	Nema je u okviru podele Tucker i Naczi (2007)		
10. <i>M. japonica</i>	Nije uključena u podele Bentham (1848), Pérard (1876), Briquet (1896) i Harley i Brighton (1977)		O. Hokaido i Honšu (Japan)
	<i>Sect. Mentha</i>	Tucker i Naczi (2007)	
11. <i>M. laxiflora</i>	<i>Sect. Arvenses</i>	Bentham (1848)	VIK i NJV (AUS)
	Subgen. <i>Menthastrum</i>	Briquet (1896)	
	<i>Sect. Verticillatae</i>	Briquet (1896)	
	Subsect. <i>Laxiflorae</i>	Briquet (1896)	
	<i>Sect. Eriodontes</i>	Tucker i Naczi (2007)	
12. <i>M. longifolia</i>	<i>Sect. Terminales</i>	Bentham (1848)	E, AZ i AFR
	Subgen. <i>Mentha</i>	Pérard (1876)	
	Subgen. <i>Menthastrum</i>	Briquet (1896)	
	<i>Sect. Spicatae</i>	Briquet (1896)	
	<i>Sect. Mentha</i>	Harley i Brighton (1977), Tucker i Naczi (2007)	
13. <i>M. microphyla</i>	Nema je u podeli Tucker i Naczi (2007)		AP, BP, kao i delovi MA
14. <i>M. pulegium</i>	<i>Sect. Pulegia</i>	Bentham (1848)	J., z. i i. E, na s. do Irs. i c. Polj., a protežući se do z. i j.
	Subgen. <i>Pulegium</i>	Briquet (1896)	Ukr.

Tabela 1. Klasifikacija i rasprostranjenje roda *Mentha* (preuzeto iz Tucker i Naczi, 2007 uz modifikacije)

	Sect. <i>Eupulegia</i>	Briquet (1896)	
	Sect. <i>Pulegium</i>	Harley i Brighton (1977), Tucker i Naczi (2007)	
15. <i>M. repens</i>	Sect. <i>Eriodontes</i> Subgen. <i>Menthopsis</i> Subgen. <i>Menthastrum</i> Sect. <i>Verticillatae</i> Subsect. <i>Eriodontes</i>	Bentham (1848) Pérard (1876) Briquet (1896) Briquet (1896) Briquet (1896)	TAS i AUS
	Sect. <i>Tubulosae</i>	Tucker i Naczi (2007)	
16. <i>M. requienii</i>	Sect. <i>Pulegia</i> Subgen. <i>Pulegium</i> Sect. <i>Audibertiae</i> Sect. <i>Audibertia</i> Sect. <i>Pulegium</i>	Bentham (1848) Briquet (1896) Briquet (1896) Harley i Brighton (1977) Tucker i Naczi (2007)	O. Kor., Sar., Mont., i Kap. (TM)
17. <i>M. saturoioides</i>	Sect. <i>Eriodontes</i> Subgen. <i>Menthopsis</i> Subgen. <i>Menthastrum</i> Sect. <i>Verticillatae</i> Subsect. <i>Eriodontes</i>	Bentham (1848), Harley i Brighton (1977), Tucker i Naczi (2007) Pérard (1876) Briquet (1896) Briquet (1896) Briquet (1896)	AUS., sem krajnjeg s.
18. <i>M. spicata</i>	Sect. <i>Terminales</i> Subgen. <i>Mentha</i> Sect. <i>Silvestres</i> Subgen. <i>Menthastrum</i> Sect. <i>Spicatae</i> Sect. <i>Mentha</i>	Bentham (1848) Pérard (1876) Pérard (1876) Briquet (1896) Briquet (1896) Harley i Brighton (1977), Tucker i Naczi (2007)	Amfipol. <i>M. longifolia</i> × <i>M. suaveolens</i>
19. <i>M. suaveolens</i>	Sect. <i>Terminales</i> Subgen. <i>Mentha</i> Sect. <i>Rotundifoliae</i> Subgen. <i>Menthastrum</i> Sect. <i>Rotundifoliae</i>	Bentham (1848) Pérard (1876) Pérard (1876) Briquet (1896) Briquet (1896)	Od i. do z. E, o. u i. MED i Maroko

Tabela 1. Klasifikacija i rasprostranjenje roda *Mentha* (preuzeto iz Tucker i Naczi, 2007 uz modifikacije)

<i>Sect. Mentha</i>		Harley i Brighton (1977), Tucker i Naczi (2007)
20. <i>M. × carinthiaca</i>		<i>M. arvensis × M. suaveolens</i>
21. <i>M. × dalmatica</i>		<i>M. arvensis × M. longifolia</i>
22. <i>M. × dumetorum</i>		<i>M. aquatica × M. longifolia</i>
23. <i>M. × gentilis (M. × gracilis)</i>		<i>M. arvensis × M. spicata</i>
24. <i>M. × maximiliana</i>	Van sekcija Tucker i Naczi (2007)	<i>M. aquatica × M. suaveolens</i>
25. <i>M. × piperita</i>		<i>M. aquatica × M. spicata</i>
26. <i>M. × rotundifolia</i>		<i>M. longifolia × M. suaveolens</i>
27. <i>M. × smithiana</i>		<i>M. aquatica × M. arvensis × M. spicata</i>
28. <i>M. × verticillata</i>		<i>M. aquatica × M. arvensis</i>
29. <i>M. × villosa</i>		<i>M. spicata × M. suaveolens</i>
30. <i>M. × villoso-nervata</i>		<i>M. longifolia × M. spicata</i>

Legenda: AFR – Afrika, amfipol. – amfipoliploid, AP – Apeninsko poluostrvo, AUS – Australija, AZ – Azija, BP – Balkansko poluostrvo, c. – centar, E – Evropa, Fra. – Francuska, i. – istok, Irs. – Irska, j. – jug, Kap. – Kaprera, Kor. – Korzika, MA – Mala Azija, MED – Mediteran(ski), Mont. – Montekristo, NJV – Novi Južni Vels, o. – ostrvo/a, pl. – planina, Polj. – Poljska, Por. – Portugalija, s. – sever, SA – Severna Amerika, Sar. – Sardinija, Sib. – Sibir, subt. – subtropski, Špa. – Španija, TAS – Tasmanija, TM – Tirensko more, Ukr. – Ukrajina, VIK – Viktorija, z. – zapad; Taksoni koji su zasenčeni su hemijski i/ili morfološki okarakterisani.

Tabela 2. Podaci o uzorcima korištenim u morfološkim analizama i preliminarnom istraživanju ginodiocizma u populacijama predstavnika roda *Mentha*

A	Vrsta	BJ	Lokalitet	GPS koordinate	NV (m)	Stanište	Datum	Legator(i)	Sifra
1, 2		30	CG, Durmitor, Cuklin, Gradac	42°56'58.56"N, 19°57'9.1"E	1.083	vlažno mesto pored puta	21.08.2013.	AG i BB	ML01
1		17	CG, Nikšić, Zeta	42°46'51.65"N, 18°55'19.30"E	615	šljunovita obala reke	21.08.2013.	AG i BB	ML02
1		16	S, Mokra gora, kanjon reke Ibar, Ribariće	42°57'57.51"N, 20°26'38.26"E	709	vlažno mesto u kanjonu	29.07.2014.	B, RB, KJ, AG, PN, KN i BB	ML04
1		27	CG, Nikšić, Zeta	42°46'51.65"N, 18°55'19.30"E	615	šljunovita obala reke	21.08.2013.	AG i BB	ML05
1		28	BiH, Dragoš sedlo	43°18'24.25"N, 18°41'55.01"E	1.142	vlažno mesto pored puta	02.08.2013.	B, RB, KJ i AG	ML07
1		23	S, Mučanj	43°32'49.23"N, 20°1'24.68"E	1.341	potok	28.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	ML08
1		28	S, Povlen	44°7'5.13"N, 19°46'8.40"E	1.021	vlažno mesto pored puta	04.08.2013.	B, RB, KJ i AG	ML09
1		21	S, Mučanj, Brezova	43°32'23.6"N, 20°02'37.9"E	1.118	pašnjak	28.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	ML10
1		29	CG, Đurđevića Tara	43°9'11.70"N, 19°17'46.13"E	791	vlažno mesto pored puta	04.08.2013.	B, RB, KJ i AG	ML11
1		27	S, Prijepolje-Nova Varoš	43°28'6.48"N, 19°39'26.94"E	458	vlažno mesto pored puta	04.08.2013.	B, RB, KJ i AG	ML12
1		26	CG, Durmitor, Virak	43°7'3.60"N, 19°6'25.84"E	1.543	vlažna livada	04.08.2013.	B, RB, KJ i AG	ML13
1		9	S, Kušići	43°30'32.76"N, 20°6'15.99"E	1.023	pored puta	28.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	ML14_1
1		14	S, Padej, Zlatica	45°49'21.50"N, 20°10'15.53"E	76	obala reke	09.2013.	Bokić, B., RatM i BB	ML14_2
1		10	CG, Durmitor, Šavnik	42°56'49.52"N, 19°5'58.35"E	937	vlažno mesto pored puta	21.08.2013.	AG i BB	ML15
1		13	CG, Plavsko jezero	42°36'14.52"N, 19°55'37.38"E	907	vlažna obala jezera	06.08.2015.	B, RB i AG	ML16
1		21	S, Rujšite	43°43'49.4"N, 21°57'11.1"E	693	-	05.07.2013.	BB i KN	ML17
1		11	S, Zlatar, hoteli 1	43°27'1.87"N, 19°48'59.30"E	1.155	vlažno mesto pored puta	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	ML18
1		20	S, Zlatar, hoteli 2	43°27'1.87"N, 19°48'59.30"E	1.155	vlažno mesto pored puta	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	ML19
1		6	S, Neštin	45°13'12.31"N, 19°26'34.91"E	117	livada	24.09.2013.	B, RB, RatM i SĐ	ML20
1		29	S, Zlotska klisura 1	43°59'52.8"N, 21°59'48.6"E	262	vlažno mesto	04.07.2013.	BB i KN	ML21
1		27	S, Soko banja, Lepteriya	43°38'14.0"N, 21°53'15.2"E	322	vlažno mesto	05.07.2013.	BB i KN	ML22
1	ML	19	S, Žagubica	44°12'45.6"N, 21°50'44.7"E	590	livada	04.07.2013.	BB i KN	ML23
1		25	S, Zlotska klisura 2	43°59'52.8"N, 21°59'48.6"E	274	livada	04.07.2013.	BB i KN	ML24
1, 2		30	S, Beli Rzav, kanjon	43°46'14.93"N, 19°27'56.53"E	500	šljunovita obala reke	04.08.2013.	B, RB, KJ i AG	ML25
1		5	CG, Nikšić, Zeta	42°46'51.65"N, 18°55'19.30"E	615	šljunovita obala reke	21.08.2013.	B, BR i BokS	ML26
1, 2		30	G, Stromi-Kalioskopi	38°42'34.06"N, 22°15'25.49"E	831	vlažno mesto pored potoka, kanala i vodopada	08.07.2015.	B, RB. i VA	ML27
1		10	S, Krušedolski pašnjak, Šelovrenački potok	45°6'31.20"N, 19°57'56.02"E	158	potok, stepa	09.09.2014.	B, RadM, VA i Bojčić	ML29
1		25	S, Kremna	43°50'39.62"N, 19°33'59.06"E	749	vlažna livada	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	ML30
1		29	SM, Prespansko jezero, Stenje	40°56'42.71"N, 20°54'17.78"E	846	kamenita obala jezera	19.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	ML31
1		29	SM, Lukovo polje	41°51'42.66"N, 20°38'19.17"E	1.564	vlažna livada	16.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	ML32
1		13	S, Stolovi, Brezna, planinarski dom	43°34'23.36"N, 20°40'44.37"E	758	vlažna livada	05.07.2013.	BB i KN	ML33
1		28	S, Zlatar, Aljinovići	43°20'35.31"N, 19°50'49.03"E	1.240	vlažno mesto pored puta	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	ML34
1, 2		30	S, Brnjica	43°16'54.48"N, 20°11'30.99"E	1.138	vlažna livada	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	ML35
1		18	CG, Durmitor, Virak	43°7'3.60"N, 19°6'25.84"E	1.543	vlažna livada	04.08.2013.	B, RB, KJ i AG	ML37
1, 2		30	G, Belasica, Ano Poroia	41°16'41.61"N, 23°1'58.32"E	284	zapušten travnjak	16.07.2014.	B, RB, MM i PM	ML38
1, 2		30	S, Mokra gora, kanjon reke Ibar, Ribariće	42°57'57.51"N, 20°26'38.26"E	709	vlažno mesto u kanjonu	29.07.2014.	B, RB, KJ, AG, PN, KN i BB	ML39
1		8	SM, Dešat, Sence	41°41'4.84"N, 20°39'25.12"E	1.083	vlažno mesto pored puta	12.07.2014.	AG	ML40
1		12	S, Nova Varoš	43°27'44.31"N, 19°49'22.65"E	1.070	kanal pored puta	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	ML41
1		10	S, Nova Varoš	43°27'44.31"N, 19°49'22.65"E	1.070	kanal pored puta	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	ML42
1		5	B, Strandža, Kosti	42°3'38.04"N, 27°46'15.18"E	26	suva livada pored puta	24.07.2015.	B, RB i AG	ML44

Tabela 2. Podaci o uzorcima korištenim u morfološkim analizama i preliminarnom istraživanju ginodiocizma u populacijama predstavnika roda *Mentha*

A	Vrsta	BJ	Lokalitet	GPS koordinate	NV (m)	Stanište	Datum	Legator(i)	Sifra
1		10	B, Veliko Belovo	42°10'29.39"N, 23°58'50.41"E	521	vlažno mesto pored puta	02.09.2015.	B, RB, KJ i VA	ML45
1, 2		30	B, Pirin, Bansko	41°48'52.60"N, 23°28'13.45"E	1.097	vlažna šumska čistina	26.07.2015.	B, RB i AG	ML46
1		24	B, Pirin, hiža Vihren	41°45'27.71"N, 23°25'3.25"E	1.939	vlažna livada	26.07.2015.	B, RB i AG	ML47
1, 2		30	S, Dašnica	43°28'39.50"N, 21°9'51.84"E	257	zapuštena njiva	25.07.2014.	B, RB, KN i BB	ML48
1, 2		30	S, Kopaonik, Štava, Metelice	43°9'26.28"N, 20°57'48.99"E	963	mezofilna livada	25.07.2014.	B, RB, KN i BB	ML49
1		12	S, Žagubica, Vrelo Mlave	44°11'33.15"N, 21°47'1.91"E	315	reka i vlažna obala	18.07.2014.	B, KP i ŽM	ML50
1		14	G, Teodorijana	39°25'35.20"N, 21°14'51.75"E	627	suva livada	18.07.2014.	B, RB, MM i PM	ML51
1, 2		30	S, Bačko Gradište, Rimski šanac	45°29'47.53"N, 20°1'56.36"E	78	zakorovljena stepa	10.09.2014.	B, RatM, RB i SĐ	ML52
1		29	B, Pasardžik-Velingrad	42°11'7.18"N, 24°18'26.98"E	206	suva livada pored puta	24.07.2015.	B, RB i AG	ML54
1		27	CG, Andrijevića	42°43'43.95"N, 19°47'41.56"E	838	vlažno mesto pored puta	06.08.2015.	B, RB i AG	ML55
1, 2		30	CG, Drcka reka	42°44'42.77"N, 19°37'23.89"E	1.100	vlažna obala reke	06.08.2015.	B, RB i AG	ML56
1, 2		30	BiH Janj, Podobzir	44°10'18.98"N, 17°14'2.91"E	969	livada	08.2016.	MM	ML57
1		22	S, Vranje 2	42°32'33.97"N, 21°55'27.51"E	400	ruderalno mesto pored puta	09.07.2015.	B, RB i VA	ML58
1		23	CG, Plavsko jezero	42°36'14.52"N, 19°55'37.38"E	907	vlažna obala jezera	06.08.2015.	B, RB i AG	ML59
1		25	B, Jakoruda-Jurukovo	41°59'53.83"N, 23°37'29.13"E	854	vlažna livada	24.07.2015.	B, RB i AG	ML60
1		28	BiH Mrkonjić grad, Savanovići	44°26'13.16"N, 17°1'33.77"E	778	suva livada pored puta	25.08.2015.	B, RB i VA	ML61
1, 2		30	B, Pčelinovo	42°44'4.44"N, 25°42'36.15"E	443	vlažna livada	04.09.2015.	B, RB, KJ i VA	ML62
1		28	B, Rila	42°14'12.84"N, 23°23'56.54"E	1.347	vlažna šumska čistina	27.07.2015.	B, RB i AG	ML65
1		4	B, Paničarevo	42°37'5.11"N, 25°50'23.02"E	287	kanal pored puta	04.09.2015.	B, RB, KJ i VA	ML66
1, 2		30	S, Gornjačka klisura, manastir Gornjak, Mlava	44°15'57.73"N, 21°32'40.17"E	179	vlažna obala reke	18.07.2014.	B, PK i ŽM	ML67
1		10	S, Sopotnica, Veliki vodopad	43°18'7.26"N, 19°44'21.65"E	971	vlažno mesto ispod vodopada	23.09.2014.	TG	ML68
1		13	S, Sviloš	45°9'46.88"N, 19°35'21.96"E	177	vlažna livada	24.09.2013.	B, RadM, VA i BojS	ML69
1		28	BiH Trebinje, Trebišnjica	42°42'50.81"N, 18°21'31.90"E	277	poplavljena livada na obali reke	12.09.2014.	B, RB i RatM	ML70
1		27	BiH Lug	44°59'23.30"N, 17°51'14.19"E	110	vlažna livada	25.08.2015.	B, RB i VA	ML73
1		25	S, Gradac, Čelije	44°14'0.64"N, 19°51'57.55"E	252	vlažna obala reke	14.07.2015.	ŽM	ML74
1		6	G, Peloponez, Steno	37°57'40.04"N, 22°20'53.27"E	840	suvo i kamenito mesto pored puta	07.07.2015.	B, RB i VA	ML75
1		26	B, Čiflik	42°49'38.41"N, 24°33'52.80"E	691	vlažna livada pored puta	05.09.2015.	B, RB, KJ i VA	ML76
1, 2		30	B, Taža	42°39'11.90"N, 25°4'2.12"E	529	vlažna livada	02.09.2015.	B, RB, KJ i VA	ML77
1		27	BiH Zelengora, Donje bare	43°19'9.89"N, 18°37'51.43"E	1.492	bara	03.08.2013.	B, RB, KJ i AG	ML78
1, 2		30	CG, Orijen, Vilusi	42°43'41.03"N, 18°35'26.64"E	917	krečnjački kamenjar	19.08.2013.	AG i BB	ML79
1		29	CG, Plužine, Pivsko jezero	43°10'48.46"N, 18°51'59.75"E	1.095	vlažno mesto pored puta	03.08.2013.	B, RB, KJ i AG	ML80
1		28	G, Dorida, Anatema-Eratinis	38°23'31.96"N, 22°15'50.22"E	513	izuzetno suvo i kamenito mesto pored puta	08.07.2015.	B, RB i VA	MM01A
1, 2		30	G, Dorida, Anatema-Eratinis	38°23'31.96"N, 22°15'50.22"E	513	izuzetno suvo i kamenito mesto pored puta	08.07.2015.	B, RB i VA	MM01B
1, 2		30	B, Boljarevo-Ružica	42°9'55.25"N, 26°49'52.91"E	203	suva livada pored puta	03.09.2015.	B, RB, KJ i VA	MM02
1, 2		30	G, Peloponez, Lampeja	37°50'28.00"N, 21°48'40.80"E	837	suvo i kamenito mesto pored puta	07.07.2015.	B, RB i VA	MM03
1	MM	15	G, Kamena Vurla, Tsertos Apartmani	38°46'30.44"N, 22°46'43.87"E	10	zapušteni travnjak	06.07.2015.	B, RB i VA	MM04
1		20	G, Peloponez, Steno	37°57'40.04"N, 22°20'53.27"E	840	suvo i kamenito mesto pored puta	07.07.2015.	B, RB i VA	MM05
1		20	G, Peloponez, Horemis-Mparakitika	37°33'11.67"N, 21°47'24.91"E	208	ruderalno i suvo mesto pored puta	24.09.2015.	RB i KJ	MM06
1		24	G, Olimp	40°6'11.62"N, 22°26'32.37"E	1.099	ivica šume	19.07.2014.	B, RB, MM i PM	MM07
1		29	G, Cumerka, Kipseli	39°22'13.63"N, 21°6'28.47"E	556	suvo mesto pored puta	18.07.2014.	B, RB, MM i PM	MM08

Tabela 2. Podaci o uzorcima korištenim u morfološkim analizama i preliminarnom istraživanju ginodiocizma u populacijama predstavnika roda *Mentha*

A	Vrsta	BJ	Lokalitet	GPS koordinate	NV (m)	Stanište	Datum	Legator(i)	Šifra
1		21	G, Melates	39°14'51.23"N, 21° 5'17.47"E	145	suvo mesto pored puta	18.07.2014.	B, RB, MM i PM	MM10
1, 2		30	S, Fruška gora, Papratski do	45° 8'20.86"N, 19°37'48.39"E	449	čistina pored šumskog puta na ivici šume	08.09.2015.	IM i KP	MS01
1		27	S, Vranje 1	42°31'34.49"N, 21°55'2.55"E	380	kanal pored puta	09.07.2015.	B, RB i VA	MS02
1, 2		30	B, Čustendil, Resilovo, Dupnica	42°17'36.90"N, 23°11'20.02"E	583	zapraložena njiva	26.07.2015.	B, RB i GA	MS03
1		28	CG, Vladimir-Ulcinj	42° 0'21.11"N, 19°19'29.26"E	33	suvo mesto pored puta	17.08.2013.	AG i BB	MS04
1, 2		30	G, Pind, Mecovo	39°45'55.76"N, 21°10'42.38"E	1.164	vlažna i kamenita mesta pored puta	17.07.2014.	B, RB, MM i PM	MS05
1, 2		30	B, Malo Trnovo	41°58'57.6"N, 27°32'25.4"E	379	pašnjak	24.07.2015.	B, RB i AG	MS06
1, 2	MS	30	S, Krušedolski pašnjak, Šelovrenački potok	45° 6'31.54"N, 19°57'54.78"E	158	potok	24.09.2013.	B, RadM, VA i BojS	MS10
1		17	G, Olimp	40° 6'46.25"N, 22°28'7.36"E	899	mezofilna livada pored puta	19.07.2014.	B, RB, MM i PM	MS11
1		12	CG, Nikšić	42°46'51.65"N, 18°55'19.30"E	615	šljunovita obala reke	21.08.2013.	B, BR i BokS	MS12
1		24	S, Mokra gora, Draga	42°52'57.52"N, 20°23'16.45"E	1.288	vlažna livada	29.07.2014.	B, RB, JK, KN, BB, PN i AG	MS13
1		19	S, Novi Sad, kasarna Majeвица	45°16'19.55"N, 19°47'55.77"E	76	deponija	04.07.2013.	B, RB i BojS	MS14
1		15	B, Belene	43°39'11.0"N, 25°06'37.0"E	19	vlažna livada	29.07.2015.	-	MS16
1		28	S, Novi Karlovci	45° 5'13.47"N, 20°11'17.99"E	98	ruderalno mesto, kanal pored puta	09.2015.	VA	MS17
2		30	CG, Nikšić, Zeta	42°46'49.79"N, 18°55'18.47"E	615	kamenito-šljunkovita obala reke	11.09.2013.	B, BR, BokS i VA	MP02
2		30	S, Sot, Sotsko jezero	45° 9'37.29"N, 19°20'10.33"E	143	obala jezera	09.09.2014.	B, RB, RatM i SĐ	MP04
2		30	S, Svilojevo	45°38'10.46"N, 19° 4'22.05"E	81	slatina	23.07.2014.	RB, KP i AG	MP05
2		30	CG, Šćepan polje	43°20'48.37"N, 18°50'32.46"E	481	suvo mesto pored puta	03.08.2013.	B, RB, KJ i AG	MP06
2		30	CG, Durmitor	42°56'58.42"N, 19° 5'41.51"E	958	vlažno mesto pored puta	21.08.2013.	AG i BB	MP08
2		30	S, Padej	45°50'14.80"N, 20°11'55.64"E	73	slatina	29.06.2013.	B, RB, RadM, RatM i BB	MP10
2	MP	30	S, Slano Kopovo	45°36'23.2"N, 20°13'20.6"E	74	slatina	09.2015.	RadM	MP12
2		30	G, Teodorijana	39°25'39.91"N, 21°14'49.23"E	627	suvo, nitrofilno i kamenito mesto pored puta	18.07.2014.	B, RB, MM i PM	MP15
2		30	S, Titelski breg, Vodice	45°13'18.3"N, 20°13'10.7"E	76	pašnjak	10.09.2013.	B, RB, RatM i SĐ	MP18
2		30	S, Žabalj	45°22'09.4"N, 20°06'44.2"E	75	slatina u ostepljavanju	10.09.2013.	B, RB, RatM i SĐ	MP20
2		30	SM, Mariovo, Rasim bei most, Crna reka	41°11'42.02"N, 21°42'51.96"E	375	peskovito-šljunkovita obala reke	26.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	MP21
2		30	B, Palenica-Vetren dol	42° 8'34.55"N, 24°11'31.46"E	292	bara	02.09.2015.	B, RB, VA i KJ	MP23

Legenda: A: 1 – uzorci korišteni u morfološkim analizama vegetativnog i/ili generativnog regiona biljke, 2 – uzorci korišteni u preliminarnoj analizi ginodiocizma (zastupljenost funkcionalno ženskih i dvopolnih jedinki u populacijama); Vrste: ML – *Mentha longifolia*, MM – *M. microphylla*, MP – *M. pulegium*, MS – *M. spicata*; BJ – broj jedinki; Lokalitet: skraćenice država: B – Bugarska, Bosna i Hercegovina – BiH, Crna Gora – CG, Grčka – G, Srbija – S, Severna Makedonija – SM; NV – nadmorska visina; Legatori: B – Bokić Bojana, AG – Anačkov Goran, BojS – Bojčić Slobodan, BR – Bokić Rada, BokS – Bokić Slavenko, BB – Božin Biljana, IM – Ilić Miloš, KN – Kladar Nebojša, KJ – Knežević Jelena, KP – Košutić Predrag, KM – Kovački Marija, MM – Malinović Marko, PM – Petrović Marko, PN – Preljević Nusret, RB – Radak Boris, RadM – Radanović Milica, RatM – Rat Milica, SĐ – Simin Đurđica, TG – Tmušić Goran, VA – Vestek Ana, ŽM – Živković Milica; Šifra – broj pod kojim su uzorci navođeni;



Tabela 3. Podaci o uzorcima korištenim u primarnoj, sekundarnoj i tercijarnoj hemijskoj karakterizaciji predstavnika roda *Mentha*

A	T	Lokalitet	GPS koordinate	NV (m)	Stanište	Datum	Legator(i)	Sifra*
1, 2	ML	SM, Lukovo polje	41°51'42.66"N, 20°38'19.17"E	1.564	vlažna livada	16.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	1
1, 2	ML	SM, Mavrovo	41°39'17.82"N, 20°44'8.07"E	1.236	vlažna livada	16.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	2
1, 2	ML	CG, Plužine, Pivsko jezero	43°10'48.46"N, 18°51'59.75"E	1.095	vlažno mesto pored puta	03.08.2013.	B, RB, KJ i AG	3
1, 2	ML	CG, Durmitor, Virak	43° 7'3.60"N, 19° 6'25.84"E	1.543	vlažna livada	04.08.2013.	B, RB, KJ i AG	4
1, 2	MS	CG, Vladimir-Ulcinj	42° 0'21.11"N, 19°19'29.26"E	33	suvo mesto pored puta	17.08.2013.	AG i BB	5
1	ML	S, Ludaško jezero	46° 6'14.35"N, 19°50'14.84"E	93	obala jezera	29.06.2013.	B, KN i BB	6
1, 2	ML	BiH, Tjentište	43°20'53.86"N, 18°41'26.63"E	570	vlažna livada	02.08.2013.	B, RB, KJ i AG	7
1, 2	MS	CG, Orijen 2	-	-	-	19.08.2013.	AG i BB	8
1, 2	ML	SM, Mariovo, Rasim bei most, Crna reka	41°11'42.02"N, 21°42'51.96"E	375	peskovito-šljunkovita obala reke	20.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	9
1, 2	ML	SM, Debar, kanjon reke Radike	41°32'47.14"N, 20°36'20.02"E	598	vlažna obala reke	16.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	10
1, 2	ML	S, Apatinski rit, Mesarske livade	45°35'18.42"N, 18°54'58.36"E	80	plavna livada	30.06.2013.	B, KN i BB	11
1, 2	ML	SM, Prespansko jezero, Stenje	40°56'42.71"N, 20°54'17.78"E	846	kamenita obala jezera	19.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	12
1, 2	ML	S, Javor	43°27'30.44"N, 20° 3'59.91"E	1.214	vlažno mesto pored puta	27.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	13
1, 2	ML	S, Zlatar, hoteli	43°27'1.87"N, 19°48'59.30"E	1.155	vlažno mesto pored puta	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	14
1, 2	ML	S, Mučanj	43°32'49.23"N, 20° 1'24.68"E	1.341	potok	28.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	15
1, 2	ML	CG, Durmitor, Sedlena greda	43° 5'48.31"N, 19° 3'17.73"E	1.884	bara	04.08.2013.	B, RB, KJ i AG	16
1, 2	ML	S, Senta	45°56'6.92"N, 20° 5'53.60"E	76	vlažna livada	29.06.2013.	B, KN i BB	17
1, 2	ML	SM, Mariovo, Manastir-Vitolište	41°10'5.10"N, 21°47'6.22"E	693	vlažna livada	20.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	18
1, 2, 3	ML	S, Nova Varoš	43°27'44.31"N, 19°49'22.65"E	1.070	kanal pored puta	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	19
1, 2	ML	S, Durmitor, Žabljak, Tepačko polje	43° 9'54.26"N, 19° 9'39.57"E	1.341	vlažna livada	03.08.2013.	B, RB, KJ i AG	20
1, 2	ML	G, Belasica, Ano Poroia	41°16'41.61"N, 23° 1'58.32"E	284	zapušten travnjak	16.07.2014.	B, RB, MM i PM	21
1, 2	MS	S, Sombor, kanal	45°45'17.29"N, 19° 5'35.60"E	84	kanal	30.06.2013.	B, KN i BB	22
1, 2	ML	S, Zlatibor, Vodice	43°39'41.30"N, 19°42'22.98"E	1.025	plavne livade	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	23
1, 2	ML	S, Nova Varoš	43°27'44.31"N, 19°49'22.65"E	1.070	kanal pored puta	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	24
1, 2	ML	S, Mokra gora, Draga 2	42°52'57.52"N, 20°23'16.45"E	1.286	vlažna livada	27.07.2014.	B, RB, KJ, AG, PN, KN i BB	25
1	ML	S, Ludaško jezero	46° 6'14.35"N, 19°50'14.84"E	93	obala jezera	29.06.2013.	B, KN i BB	35
1, 2, 3	MP	S, Padej	45°50'14.80"N, 20°11'55.64"E	73	slatina	29.06.2013.	B, RB, RadM, RatM i BB	37
1, 2	MP	S, Padej, Zlatica	45°49'53.00"N, 20° 9'13.05"E	76	obala reke, nasip	09.2013.	B, RatM i BB	38
1, 2	MP	S, Padej	45°49'40.22"N, 20° 8'49.97"E	73	slatina	09.2013.	B, RatM i BB	39
1, 2	MP	CG, Šćepan polje	43°20'48.37"N, 18°50'32.46"E	481	suvo mesto pored puta	03.08.2013.	B, RB, KJ i AG	40
1, 2	MP	B, Palenica-Vetren dol	42° 8'34.55"N, 24°11'31.46"E	292	bara	02.09.2015.	B, RB, VA i KJ	41
1, 2	MP	G, Malandrino	38°27'17.03"N, 22°13'54.55"E	502	vlažan kanal pored puta	08.07.2015.	B, RB i VA	42
1, 2	MP	S, Kušići	43°30'32.76"N, 20° 6'15.99"E	1.023	pored puta	28.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	43
1, 2	MP	CG, Nikšić, Zeta	42°46'49.79"N, 18°55'18.47"E	615	kamenito-šljunkovita obala reke	11.09.2013.	B, BR, BokS i VA	44
1, 2	MP	CG, Durmitor	42°56'58.42"N, 19° 5'41.51"E	958	vlažno mesto pored puta	21.08.2013.	AG i BB	45
1, 2	MP	A, Skadar	42°01'40.46"N, 19°28'16.02"E	10	suvo mesto pored puta	17.08.2013.	AG i BB	46
1, 2	MP	CG, Vladimir-Ulcinj	42° 0'21.11"N, 19°19'29.26"E	33	suvo mesto pored puta	17.08.2013.	AG i BB	47
1, 2	MP	G, Melates	39°14'51.23"N, 21° 5'17.47"E	145	suvo mesto pored puta	18.07.2014.	B, RB, MM i PM	48
1, 2	MP	S, Bašaid, Bikač	45°39'12.66"N, 20°23'49.09"E	73	zaparložena njiva	09.2015.	KJ	49
1, 2	ML	S, Jabuka	43°20'51.31"N, 19°30'37.46"E	1.241	vlažna livada	04.08.2013.	B, RB, KJ i AG	50
1, 2	MP	CG, Valdanos	41°57'1.32"N, 19° 9'55.35"E	3	suva livada/parking	17.08.2013.	AG i BB	51

Tabela 3. Podaci o uzorcima korištenim u primarnoj, sekundarnoj i tercijarnoj hemijskoj karakterizaciji predstavnika roda *Mentha*

A	T	Lokalitet	GPS koordinate	NV (m)	Stanište	Datum	Legator(i)	Sifra*
1	MP	SM, Mariovo, Rasim bei most, Crna reka	41°11'42.02"N, 21°42'51.96"E	375	peskovito-šljunkovita obala reke	07.2014.	AG i BB	52
1, 2	MP	B, Balgari	42°5'44.85"N, 27°43'50.34"E	305	pašnjak	24.07.2015.	B, RB i AG	53
1, 2	MP	SM, Mariovo, Rasim bei most, Crna reka	41°11'42.02"N, 21°42'51.96"E	375	peskovito-šljunkovita obala reke	26.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN, BB	54
1, 2	MP	G, Teodorijana	39°25'39.91"N, 21°14'49.23"E	627	suvo, nitrofilno i kamenito mesto pored puta	18.07.2014.	B, RB, MM i PM	55
1, 2	M.×P 'Ruska crna'	S, Padej	45°50'8.80"N, 20°11'58.10"E	73	njiva	09.2013.	B, RatM i BB	56
1, 2	MS	CG, Plavsko jezero	42°35'49.44"N, 19°56'8.51"E	907	vlažna livada pored jezera	28.07.2014.	AG i BB	57
1, 2	ML	S, Brnjica	43°16'54.48"N, 20°11'30.99"E	1.138	vlažna livada	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	58
1, 2	ML	S, Dašnica	43°28'39.50"N, 21°9'51.84"E	257	zapuštena njiva	25.07.2014.	B, RB, KN i BB	59
1, 2	ML	S, Mokra gora, kanjon reke Ibar, Ribariće	42°57'57.51"N, 20°26'38.26"E	709	vlažno mesto u kanjonu	29.07.2014.	B, RB, KJ, AG, PN, KL i BB	60
1, 2	MM	B, Boljarevo-Ružica	42°9'55.25"N, 26°49'52.91"E	203	suva livada pored puta	03.09.2015.	B, RB, KJ i VA	61
1, 2	ML	B, Taža	42°39'11.90"N, 25°4'2.12"E	529	vlažna livada	02.09.2015.	B, RB, KJ i VA	62
1, 2	ML	BiH, Mrkonjić grad, Savanovići	44°26'13.16"N, 17°1'33.77"E	778	suva livada pored puta	25.08.2015.	B, RB i VA	63
1, 2	ML	BiH, Lug	44°59'23.30"N, 17°51'14.19"E	110	vlažna livada	25.08.2015.	B, RB i VA	64
1, 2	ML	B, Pčelinovo	42°44'4.44"N, 25°42'36.15"E	443	vlažna livada	04.09.2015.	B, RB, KJ i VA	65
1, 2	ML	B, Rila	42°14'12.84"N, 23°23'56.54"E	1.347	vlažna šumska čistina	27.07.2015.	B, RB i AG	66
1, 2	ML	CG, Drcka reka	42°44'42.77"N, 19°37'23.89"E	1.100	vlažna obala reke	06.08.2015.	B, RB i AG	67
1, 2	ML	CG, Komovi, Opasanica	42°40'42.84"N, 19°32'36.17"E	1.127	vlažno mesto pored puta	06.08.2015.	B, RB i AG	68
1, 2	MM	G, Peloponez, Steno	37°57'40.04"N, 22°20'53.27"E	840	suvo i kamenito mesto pored puta	07.07.2015.	B, RB i VA	69
1, 2	MP	G, Peloponez, Steno	37°57'36.68"N, 22°20'55.23"E	840	suvo mesto pored puta	07.07.2015.	B, RB i VA	70
1, 2, 3	MM	G, Peloponez, Lampeja	37°50'28.00"N, 21°48'40.80"E	837	suvo i kamenito mesto pored puta	07.07.2015.	B, RB i VA	71
1, 2	MS	S, Novi Karlovci	45°5'13.47"N, 20°11'17.99"E	98	/	09.2015.	VA	72
1, 2	MM	G, G, Dorida, Anatema-Eratinis	38°23'31.96"N, 22°15'50.22"E	513	izuzetno suvo i kamenito mesto pored puta	08.07.2015.	B, RB i VA	73
1, 2	MM	G, Cumerka, Kipseli	39°22'13.63"N, 21°6'28.47"E	556	suvo mesto pored puta	18.07.2014.	B, RB, MM i MMP	74
1, 2	MAq	SM, Mariovo, Rasim bei most, Crna reka	41°11'42.02"N, 21°42'51.96"E	375	peskovito-šljunkovita obala reke	26.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	75
1, 2	MAq	S, Vražji kamen, reka Pčinja	42°22'56.10"N, 22°3'6.63"E	591	obala reke	26.08.2013.	B, BR, BokS i VA	76
1, 2	M.×D	CG, Nikšić, Zeta	42°46'49.79"N, 18°55'18.47"E	615	kamenito-šljunkovita obala reke	21.08.2013.	AG i BB	77
1, 2	MAr	Slo, Otočec, Krka	45°49'57.72"N, 15°13'14.79"E	162	vlažna obala	09.07.2014.	RatM i RB	78
1, 2	M.×P 'Ruska crna'	S, Padej	45°50'8.80"N, 20°11'58.10"E	73	njiva	09.2013.	B, RatM i BB	79
1, 2, 3	M.×G	S, Cer, Iverak, Lešnica	44°34'20.5"N, 19°25'27.5"E	162	šljunkovita obala reke	12.07.2014.	BB i KN	80
1, 2	ML	G, Stromi-Kalioskopi	38°42'34.06"N, 22°15'25.49"E	931	Vlažno mesto pored potoka, kanala i vodopada	08.07.2015.	B, RB i VA	81
1, 2	MS	B, Ćustendil, Resilovo, Dupnica	42°17'36.90"N, 23°11'20.02"E	583	zapraložena njiva	26.07.2015.	B, RB i AG	82
1, 2	MM	G, Peloponez, Karijes-Agios Petros	37°18'40.75"N, 22°30'23.39"E	1.028	kamenito i vlažno mesto pored puta, mešovita listopadna šuma	06.07.2015.	B, RB i VA	83
1, 2	MM	G, Kamena Vurla, Tsertos Apartmani	38°46'30.44"N, 22°46'43.87"E	10	zapušteni travnjak	06.07.2015.	B, RB i VA	84
1, 2	MAq	SM, Mariovo, Rasim bei most, Crna reka	41°11'42.02"N, 21°42'51.96"E	375	peskovito-šljunkovita obala reke	25.08.2013.	B, BR, BokS i VA	85
1, 2	ML	SM, Prilep, Markove kule	41°21'38.96"N, 21°32'31.91"E	788	suve livade na granitu i gnajsu	25.08.2013.	B, BR, BokS i VA	86
1, 2	ML	S, Vražji kamen, reka Pčinja	42°22'55.88"N, 22°3'8.64"E	591	vlažna obala reke	26.08.2013.	B, BR, BokS i VA	87
1, 2	ML	S, Zlatar, Aljinovići	43°20'35.31"N, 19°50'49.03"E	1.240	vlažno mesto pored puta	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	88

Tabela 3. Podaci o uzorcima korištenim u primarnoj, sekundarnoj i tercijarnoj hemijskoj karakterizaciji predstavnika roda *Mentha*

A	T	Lokalitet	GPS koordinate	NV (m)	Stanište	Datum	Legator(i)	Sifra*
1, 2	ML	CG, Nikšić, Zeta	42°46'51.65"N, 18°55'19.30"E	615	vlažna obala reke	21.08.2013.	AG i BB	89
1, 2	ML	S, Kopaonik, Štava, Metelice	43°9'26.28"N, 20°57'48.99"E	963	mezofilna livada	25.07.2014.	B, RB, KN i BB	90
1	ML	CG, Nikšić, Zeta	42°46'51.65"N, 18°55'19.30"E	615	vlažna obala reke	21.08.2013.	AG i BB	91
1, 2, 3	M.xD	SM, Mariovo, Rasim bei most, Crna reka	41°11'42.02"N, 21°42'51.96"E	375	peskovito-šljunkovita obala reke	25.08.2013.	B, BR, BokS i VA	92
1	ML	S, Zlatar, hoteli	43°27'1.87"N, 19°48'59.30"E	1.155	vlažno mesto pored puta	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	93
1, 2	ML	SM, Šar planina, Lisec	42°0'3.22"N, 20°54'53.70"E	1.195	vlažno mesto pored puta	18.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	94
1, 2	ML	B, Pirin, Bansko	41°48'52.60"N, 23°28'13.45"E	1.097	vlažna šumska čistina	26.07.2015.	B, RB i AG	95
1, 2	ML	S, Mokra gora, Draga 1	42°55'11.97"N, 20°20'55.78"E	791	vlažna livada	27.07.2014.	B, RB, KJ, AG, PN, KN i BB	96
1, 2	ML	S, Vlasina, Vlasina rid	42°44'25.52"N, 22°19'45.27"E	1.227	vlažna livada	09.2016.	SĐ	97
1	ML	S, Vražji kamen, reka Pčinja	42°22'55.88"N, 22°3'8.64"E	591	vlažna obala reke	26.08.2013.	B, BR, BokS i VA	98
1, 2	M.xP	G, Mikri Volvi, jezero Volvi	40°40'34.32"N, 23°33'56.05"E	43	obala jezera	17.07.2014.	B, RB, MM i PM	99
1, 2	ML	B, Pasardžik-Velingrad	42°11'7.18"N, 24°18'26.98"E	206	suva livada pored puta	24.07.2015.	B, RB i AG	100
1, 2	ML	SM, Mariovo, Rasim bei most, Crna reka	41°10'5.10"N, 21°47'6.22"E	375	peskovito-šljunkovita obala reke	07.2014.	AG i BB	101
1, 2	ML	S, Sopotnica, Veliki vodopad	43°18'7.26"N, 19°44'21.65"E	971	vlažno mesto ispod vodopada	23.09.2014.	TG	102
1, 2	MS	S, Vranje 1	42°31'34.49"N, 21°55'2.55"E	380	kanal pored puta	09.07.2015.	B, RB i VA	103
1, 2	ML	CG, Plavsko jezero	42°36'14.52"N, 19°55'37.38"E	907	vlažna obala jezera	06.08.2015.	B, RB i AG	104
1, 2	MS	S, Fruška gora, Papratski do	45°8'20.86"N, 19°37'48.39"E	449	čistina pored šumskog puta na ivici šume	08.09.2015.	B, RB i VA	105
1	ML	BiH, Dobrnja	44°39'25.31"N, 17°2'46.84"E	491	vlažna livada	25.08.2015.	B, RB i VA	106
1, 2	ML	CG, Andrijevića, Zlorečica	42°43'43.95"N, 19°47'41.56"E	752	vlažna i kamenita obala reke	06.08.2015.	B, RB i AG	108
1, 2	ML	B, Pirin, Popovi livadi	41°33'15.86"N, 23°37'50.32"E	1.488	vlažno mesto pored puta	25.07.2015.	B, RB i AG	109
1	ML	S, Padej, Zlatica	45°49'21.50"N, 20°10'15.53"E	76	obala reke	09.2013.	B, RatM i BB	110
1, 2	ML	S, Vršačke planine, Sočica	45°5'35.84"N, 21°27'16.17"E	135	potok bez vode	13.09.2014.	MM i GI	111
1	ML	S, Padej, Zlatica	45°49'21.50"N, 20°10'15.53"E	76	obala reke	09.2013.	B, RatM i BB	112
1, 2	MS	G, Pind, Mecovo	39°45'55.76"N, 21°10'42.38"E	1.164	vlažna i kamenita mesta pored puta	17.07.2014.	B, RB, MM i PM	113
1, 2	ML	CG, Orijen, Vilusi	42°43'41.03"N, 18°35'26.64"E	917	krečnjački kamenjar	19.08.2013.	AG i BB	114
1, 2	ML	S, Sopotnica, Veliki vodopad	43°18'7.26"N, 19°44'21.65"E	971	vlažno mesto ispod vodopada	23.09.2014.	TG	115
1, 2	ML	B, Strandža, Kostić	42°3'38.04"N, 27°46'15.18"E	26	suva livada pored puta	24.07.2015.	B, RB i AG	116
1	MS	S, Gornja Rogatica-Telečka, kanal	45°47'58.70"N, 19°27'16.55"E	100	kanal	30.06.2013.	B, KN i BB	117
1, 2	ML	S, Bačko Gradište, Rimski šanac	45°29'47.53"N, 20°1'56.36"E	78	zakorovljena stepa	10.09.2014.	B, RB, RatM i SĐ	118
1	ML	S, Ludaško jezero	46°6'14.35"N, 19°50'14.84"E	93	obala jezera	29.06.2013.	B, KN i BB	119
1, 2	ML	S, Gradac, Čelije	44°14'0.64"N, 19°51'57.55"E	252	vlažna obala reke	14.07.2015.	Živković, M.	120
1, 2	ML	B, Čiflik	42°49'38.41"N, 24°33'52.80"E	691	vlažna livada pored puta	05.09.2015.	B, RB, KJ i VA	122
1	ML	B, Pčelinovo	42°44'4.44"N, 25°42'36.15"E	443	vlažna livada	04.09.2015.	B, RB, KJ i VA	123
1	M.xP	G, Melates	39°14'51.23"N, 21°5'17.47"E	145	vlažno mesto pored puta	18.07.2014.	B, RB, MM i PM	124
1, 2	ML	BiH, Trebinje, Trebišnjica	42°42'50.81"N, 18°21'31.90"E	277	poplavljena livada na obali reke	12.09.2014.	B, RB i RatM	125
1, 2	ML	CG, Đurđevića Tara	43°9'11.70"N, 19°17'46.13"E	791	vlažno mesto pored puta	04.08.2013.	B, RB, KJ i AG	130
1	ML	SM, Dešat, Sence	41°41'4.84"N, 20°39'25.12"E	1.083	vlažno mesto pored puta	12.07.2014.	AG	131
1	ML	S, Javor	43°27'30.44"N, 20°3'59.91"E	1.214	vlažno mesto pored puta	27.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	132
1, 2	ML	S, prevoj Kaona	44°6'59.05"N, 19°55'22.65"E	760	vlažno mesto pored puta	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	133
1, 2	ML	Srbija, Sjenica	43°16'51.04"N, 19°58'9.31"E	1.024	kanal	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	135
1, 2	ML	CG, Durmitor, Šavnik	42°56'49.52"N, 19°5'58.35"E	937	vlažno mesto pored puta	21.08.2013.	AG i BB	136

Tabela 3. Podaci o uzorcima korištenim u primarnoj, sekundarnoj i tercijarnoj hemijskoj karakterizaciji predstavnika roda *Mentha*

A	T	Lokalitet	GPS koordinate	NV (m)	Stanište	Datum	Legator(i)	Sifra*
1, 2	MS	G, Olimp	40° 6'46.25"N, 22°28'7.36"E	899	mezofilna livada pored puta	19.07.2014.	B, RB, MM i PM	137
1, 2	MAq	CG, Buljarice	42°11'44.89"N, 18°57'53.99"E	2	bara	29.08.2014.	AG i BB	138
1, 2	MS	S, Krušedolski pašnjak, Šelovrenački potok	45° 6'31.54"N, 19°57'54.78"E	158	potok	24.09.2013.	B, RadM, VA i BojS	140
1, 2	ML	BiH, Dragoš sedlo	43°18'24.25"N, 18°41'55.01"E	1.142	vlažno mesto pored puta	02.08.2013.	B, RB, KJ i AG	141
1, 2	ML	S, Ludaško jezero	46° 6'14.35"N, 19°50'14.84"E	93	obala jezera	29.06.2013.	B, KN i BB	142
1, 2	MP	S, Susek, Ribolovački dom	45°13'28.82"N, 19°32'28.21"E	73	slatina	24.09.2013.	B, RB, RatM i SD	143
1, 2	MAq	CG, Plavsko jezero	42°35'49.32"N, 19°56'5.77"E	907	obala jezera	28.07.2014.	AG i BB	144
1, 2, 3	M.×V	CG, Plavsko jezero	42°35'49.32"N, 19°56'5.77"E	907	obala jezera	28.07.2014.	AG i BB	145
1, 2	ML	B, Jakoruda-Jurukovo	41°59'53.83"N, 23°37'29.13"E	854	vlažna livada	24.07.2015.	B, RB i AG	146
1, 2	ML	CG, Komarnica, ulaz u kanjon	42°59'37.41"N, 19° 4'6.21"E	972	vlažna obala reke	04.08.2015.	BB i BR	147
1, 2	ML	CG, Jasenov polje	42°54'2.56"N, 18°57'39.40"E	922	vlažno mesto pored puta	21.08.2013.	AG i BB	148
1	ML	S, Padej, Zlatica	45°49'21.50"N, 20°10'15.53"E	76	obala reke	29.06.2013.	B, KN i BB	149
1, 2	MAq	S, Krušedolski pašnjak, Šelovrenački potok	45° 6'31.54"N, 19°57'54.78"E	158	potok	24.09.2013.	B, RadM, VA i BojS	150
1, 2, 3	MAq	S, Apatin, Bestrement	45°33'44.0"N, 018°57'12.1"E	80	trščak	23.07.2014	RB, KP i AG.	151
1, 2	ML	B, Rila, Madžare	42°16'0.10"N, 23°30'10.06"E	1.126	mezofilna livada pored puta	27.07.2015.	B, RB i AG	152
1	ML	S, Javor	43°27'30.44"N, 20° 3'59.91"E	1.214	vlažno mesto pored puta	27.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	153
1	MS	S, Gornja Rogatica-Telečka, kanal	45°47'58.70"N, 19°27'16.55"E	100	kanal	30.06.2013.	B, KN i BB	154
1	MS	S, Novi Sad, kasarna Majeвица	45°16'19.55"N, 19°47'55.77"E	76	deponija	04.07.2013.	B, RB i BojS	155
1, 2	ML	S, Padej, Zlatica	45°49'21.50"N, 20°10'15.53"E	76	obala reke	09.2013.	B, RatM i BB	156
1, 2	ML	S, Sviloš	45° 9'46.88"N, 19°35'21.96"E	177	vlažna livada	24.09.2013.	B, RadM, VA i BojS	157
1, 2	ML	Crna Gora, Krgovići	42°44'50.78"N, 19°40'22.14"E	1.488	vlažno mesto pored puta	28.07.2014.	B, RB i AG	158
1	ML	BiH, Dragoš sedlo	43°18'24.25"N, 18°41'55.01"E	1.142	vlažno mesto pored puta	02.08.2013.	B, RB, KJ i AG	159
1, 2	ML	S, Kremna	43°50'39.62"N, 19°33'59.06"E	749	vlažna livada	29.07.2013.	B, RB, KJ i AG	201
1, 2	MP	SM, Mariovo, Rasim bei most, Crna reka	41°11'42.02"N, 21°42'51.96"E	375	peskovito-šljunkovita obala reke	07.2014.	AG i BB	202
1	MP	S, Sot, Sotsko jezero	45° 9'37.29"N, 19°20'10.33"E	143	obala jezera	09.09.2014.	B, RB, RatM i SD	204
1	ML	B, Čiflik	42°49'38.41"N, 24°33'52.80"E	691	vlažna livada pored puta	05.09.2015.	B, RB, KJ i VA	205
1, 2	ML	SM, Dešat, Sence	41°41'4.84"N, 20°39'25.12"E	1.083	vlažno mesto pored puta	12.07.2014.	AG	206
1, 2	M.×D	G, Melates	39°14'51.23"N, 21° 5'17.47"E	145	vlažno mesto pored puta	18.07.2014.	B, RB, MM i PM	207
1, 2	ML	S, Padej, Zlatica	45°49'21.50"N, 20°10'15.53"E	76	obala reke	29.06.2013.	B, KN i BB	208
1, 2	MAq	S, Sot, Sotsko jezero	45° 9'37.29"N, 19°20'10.33"E	143	obala jezera	09.09.2014.	B, RB, RatM i SD	209
1	ML	S, Javor	43°27'30.44"N, 20° 3'59.91"E	1.214	vlažno mesto pored puta	27.07.2013.	B, RB, KJ, AG, KN i BB	210
1, 2	ML	BiH, Dobrnja	44°39'25.31"N, 17° 2'46.84"E	491	vlažna livada	25.08.2015.	B, RB i VA	211
1, 2	MP	G, Peloponez, Sparta-Kalamata	37° 4'49.98"N, 22°16'14.70"E	1.158	Suvo, otvoreno, šljunkovito mesto pored puta	06.07.2015.	B, RB i VA	212
1, 2	MP	S, Svilojevo	45°38'10.46"N, 19° 4'22.05"E	81	slatina	23.07.2014.	RB, KP i AG	213
1, 2	ML	S, Sot, Sotsko jezero	45° 9'39.15"N, 19°20'9.05"E	143	obala jezera	09.09.2014.	B, RB, RatM i SD	214
1, 2	MP	S, Sot, Sotsko jezero	45° 9'34.50"N, 19°20'15.15"E	143	obala jezera	09.09.2014.	B, RB, RatM i SD	215
1, 2, 3	MS	S, Krivaja, Veliki do, kanal	45°49'40.97"N, 19°30'31.99"E	96	kanal	30.06.2013.	B, KN i BB	216
1, 2	ML	S, Sopotnica, Veliki vodopad	43°18'7.26"N, 19°44'21.65"E	971	vlažno mesto ispod vodopada	23.09.2014.	TG	217
1	ML	S, Ludaško jezero	46° 6'14.35"N, 19°50'14.84"E	93	obala jezera	29.06.2013.	B, KN i BB	218
1, 2	ML	S, Stolovi, Brezna, planinarski dom	43°34'23.36"N, 20°40'44.37"E	758	vlažna livada	05.07.2013.	BB i KN	219

Tabela 3. Podaci o uzorcima korištenim u primarnoj, sekundarnoj i tercijarnoj hemijskoj karakterizaciji predstavnika roda *Mentha*

A	T	Lokalitet	GPS koordinate	NV (m)	Stanište	Datum	Legator(i)	Šifra*
1, 2	ML	BiH, Zelengora, Donje bare	43°19'9.89"N, 18°37'51.43"E	1.492	bara	03.08.2013.	B, RB, KJ i AG	220
1, 2	ML	S, Gornjačka klisura, manastir Gornjak, Mlava	44°15'57.73"N, 21°32'40.17"E	179	vlažna obala reke	18.07.2014.	B, KP i ŽM	221
1, 2	ML	S, Krušedolski pašnjak, Šelovrenački potok	45°6'31.20"N, 9°57'56.02"E	158	potok, stepa	09.09.2014.	B, RadM, VA i BojS	222
1	ML	BiH, Dobrnja	44°39'25.31"N, 17°2'46.84"E	491	vlažna livada	25.08.2015.	B, RB i VA	224
3	MAR	S, Pešter, Đerekare	43°01'18.2"N, 20°10'19.4"E	1.177	pašnjak	15.08.2017.	B, RB, PN i KM	-
3	MS cult.	S, Bački Petrovac**	45°20'12.5"N, 19°40'11.7"E	-	bašta	30.06.2019.	AM	-
3	M.×P'Alba'	S, Bački Petrovac**	45°20'12.5"N, 19°40'11.7"E	-	bašta	30.06.2019.	AM	-
3	M.×P'Crispa'	S, Bački Petrovac**	45°20'12.5"N, 19°40'11.7"E	-	bašta	30.06.2019.	AM	-

**Legenda:** A: vrsta analize 1 – primarna hemijska karakterizacija, 2- sekundarna hemijska karakterizacija, 3 – tercijarna hemijska karakterizacija; T – Takson, Lokalitet: skraćenice država: A – Albanija, B – Bugarska, BiH – Bosna i Hercegovina, CG – Crna Gora, G – Grčka, S – Srbija, Slo – Slovenija, Severna Makedonija – SM; N – nadmorska visina; Legatori; B – Bokić Bojana, AM – Aćimović Milica, AG – Anačkov Goran, BojS – Bojčić Slobodan, BR – Bokić Rada, BS – Bokić Slavenko, BB – Božin Biljana, GI – Gajić Igor, KN – Kladar Nebojša, KJ – Knežević Jelena, KP – Košutić Predrag, KM – Kovački Marija, MM – Malinović Marko, PM – Petrović Marko, PN – Preljević Nusret, RB – Radak Boris, RadM – Radanović Milica, RatM – Rat Milica, SĐ – Simin Đurđica, TG – Tmušić Goran, VA – Vestek Ana, ŽM – Živković Milica; \*šifre korišćene u primarnoj i sekundarnoj karakterizaciji, \*\*gajene u Bašti Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Departmana za alternativne kulture i organsku proizvodnju, Bački Petrovac, Srbija.

Tabela 4. Jednačine kalibracionih krivi standardnih supstanci

Jedinjenje	Jednačina kalibracione krive (x [μg])	R <sup>2</sup>
Ferulna kiselina	y = 4330,1x - 1199,4	0,9813
Hlorogenska kiselina	y = 1593,1x - 648,45	0,9919
Kafena kiselina	y = 4124,2x - 829,23	0,9879
p-Kumarinska kiselina	y = 5412,9x + 488,56	0,9793
Rozmarinska kiselina	y = 2374,2x - 677,29	0,9967
Sinapinska kiselina	y = 2107,5x - 513,41	0,9920
Vanilinska kiselina	y = 2467,2x - 536,44	0,9919
Apigenin	y = 3855,8x + 17,371	0,9979
Naringenin	y = 1559,8x + 4,98	0,9980
Epikatehin	y = 649,85x + 16,294	0,9996
Kvercetin	y = 2212x - 832,66	0,9861
Rutin	y = 1017,9x - 341,55	0,9627

Tabela 5. Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuje prvih devet osa analize glavnih komponenti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* (kvantitativni karakteri vegetativnog regiona i cvasti)

Broj ose	Karakteristične vrednosti	%	Kumulativne vrednosti	Kumulativni efekat (%)
PCA 1	3,764143	41,82382	3,764143	41,82
PCA 2	1,172349	13,02611	4,936493	54,85
PCA 3	0,979683	10,88536	5,916175	65,74
PCA 4	0,864523	9,60581	6,780698	75,34
PCA 5	0,767196	8,52440	7,547894	83,86
PCA 6	0,608392	6,75991	8,156286	90,62
PCA 7	0,375693	4,17437	8,531979	94,80
PCA 8	0,278367	3,09297	8,810346	97,90
PCA 9	0,189654	2,10726	9,000000	100

Tabela 6. Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuje prvih devet osa analize glavnih komponenti vrste *M. longifolia* (morfometrijski karakteri vegetativnog regiona i cvasti)

Broj ose	Karakteristične vrednosti	%	Kumulativne vrednosti	Kumulativni efekat (%)
PCA 1	3,690281	41,00312	3,690281	41,00
PCA 2	1,155531	12,83924	4,845812	53,84
PCA 3	0,983326	10,92585	5,829139	64,77
PCA 4	0,878594	9,76215	6,707732	74,53
PCA 5	0,832152	9,24613	7,539884	83,78
PCA 6	0,671433	7,46036	8,211317	91,24
PCA 7	0,369328	4,10365	8,580645	95,34
PCA 8	0,276697	3,07441	8,857342	98,41
PCA 9	0,142658	1,58509	9,000000	100

Tabela 7. Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuje prvih devet osa analize glavnih komponenti vrste *M. microphylla* (morfometrijski karakteri vegetativnog regiona i cvasti)

Broj ose	Karakteristične vrednosti	%	Kumulativne vrednosti	Kumulativni efekat (%)
PCA 1	3,472344	38,58160	3,472344	38,58
PCA 2	1,271892	14,13213	4,744236	52,71
PCA 3	1,175219	13,05799	5,919455	65,77
PCA 4	1,016917	11,29908	6,936372	77,07
PCA 5	0,667790	7,41989	7,604162	84,49
PCA 6	0,630534	7,00593	8,234696	91,50
PCA 7	0,405903	4,51003	8,640599	96,00
PCA 8	0,243353	2,70392	8,883952	98,71
PCA 9	0,116048	1,28942	9,000000	100

Tabela 8. Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuje prvih devet osa analize glavnih komponenti vrste *M. spicata* (morfometrijski karakteri vegetativnog regiona i cvasti)

Broj ose	Karakteristične vrednosti	%	Kumulativne vrednosti	Kumulativni efekat (%)
PCA 1	3,460708	38,45231	3,460708	38,45
PCA 2	1,495258	16,61398	4,955966	55,07
PCA 3	0,885234	9,83593	5,841200	64,90
PCA 4	0,809088	8,98987	6,650288	73,89
PCA 5	0,678486	7,53873	7,328774	81,43
PCA 6	0,661344	7,34827	7,990118	88,78
PCA 7	0,464168	5,15742	8,454286	93,94
PCA 8	0,341766	3,79740	8,796052	97,73
PCA 9	0,203948	2,26609	9,000000	100

Tabela 9. Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuje prvih devet osa analize glavnih komponenti varijabilnog para vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* (morfometrijskih karaktera vegetativnog regiona)

Broj ose	Karakteristične vrednosti	%	Kumulativne vrednosti	Kumulativni efekat (%)
PCA 1	3,549245	39,43606	3,549245	39,44
PCA 2	1,201722	13,35247	4,750967	52,79
PCA 3	1,013459	11,26065	5,764426	64,05
PCA 4	0,864184	9,60205	6,628610	73,65
PCA 5	0,799365	8,88183	7,427975	82,53
PCA 6	0,662720	7,36355	8,090695	89,90
PCA 7	0,387662	4,30735	8,478357	94,20
PCA 8	0,295411	3,28234	8,773767	97,49
PCA 9	0,226233	2,51370	9,000000	100

Tabela 10. Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuju prve 23 ose analize glavnih komponenti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* (morfometrijski karakteri generativnog regiona)

Broj ose	Karakteristične vrednosti	%	Kumulativne vrednosti	Kumulativni efekat (%)
PCA 1	11,61284	48,38682	11,61284	48,39
PCA 2	2,41567	10,06528	14,02850	58,45
PCA 3	1,85335	7,72228	15,88185	66,17
PCA 4	1,77834	7,40976	17,66019	73,58
PCA 5	1,16369	4,84869	18,82388	78,43
PCA 6	0,76619	3,19246	19,59007	81,62
PCA 7	0,74553	3,10639	20,33560	84,73
PCA 8	0,62942	2,62256	20,96502	87,35
PCA 9	0,57223	2,38428	21,53724	89,74
PCA 10	0,42895	1,78727	21,96619	91,52
PCA 11	0,37739	1,57245	22,34358	93,10
PCA 12	0,32791	1,36631	22,67149	94,46
PCA 13	0,27624	1,15101	22,94773	95,62
PCA 14	0,27025	1,12604	23,21798	96,74
PCA 15	0,22890	0,95377	23,44688	97,70
PCA 16	0,16631	0,69295	23,61319	98,39
PCA 17	0,13944	0,58100	23,75263	98,97
PCA 18	0,06610	0,27542	23,81873	99,24
PCA 19	0,05708	0,23785	23,87582	99,48
PCA 20	0,03841	0,16003	23,91423	99,64
PCA 21	0,03484	0,14516	23,94906	99,79
PCA 22	0,03067	0,12778	23,97973	99,92
PCA 23	0,02027	0,08445	24,00000	100

Tabela 11. Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuju prve četiri ose analize glavnih komponenti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* (morfometrijski karakteri čašice)

Broj ose	Karakteristična vrednost	%	Kumulativne vrednosti	Kumulativni efekat (%)
PCA 1	2,465609	49,31217	2,465609	49,31
PCA 2	1,907580	38,15161	4,373189	87,46
PCA 3	0,606343	12,12685	4,979532	99,59
PCA 4	0,020468	0,40937	5,000000	100



Tabela 12. Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuje prvih 12 osa analize glavnih komponenti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* (morfometrijski karakteri krunice)

Broj ose	Karakteristična vrednost	%	Kumulativne vrednosti	Kumulativni efekat (%)
PCA 1	7,117447	59,31206	7,11745	59,31
PCA 2	1,079353	8,99461	8,19680	68,31
PCA 3	1,027199	8,55999	9,22400	76,87
PCA 4	0,802443	6,68702	10,02644	83,55
PCA 5	0,595916	4,96597	10,62236	88,52
PCA 6	0,468442	3,90369	11,09080	92,42
PCA 7	0,311412	2,59510	11,40221	95,02
PCA 8	0,175645	1,46371	11,57786	96,48
PCA 9	0,172428	1,43690	11,75029	97,92
PCA 10	0,109301	0,91084	11,85959	98,83
PCA 11	0,087026	0,72522	11,94661	99,56
PCA 12	0,053386	0,44488	12,00000	100

Tabela 13. Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuje prvih osam osa analize glavnih komponenti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* (morfometrijski karakteri prašnika)

Broj ose	Karakteristične vrednosti	%	Kumulativne vrednosti	Kumulativni efekat (%)
PCA 1	6,742072	84,27590	6,742072	84,28
PCA 2	0,908153	11,35191	7,650225	95,63
PCA 3	0,100126	1,25157	7,750351	96,88
PCA 4	0,082892	1,03615	7,833243	97,91
PCA 5	0,055293	0,69116	7,888535	98,61
PCA 6	0,044680	0,55850	7,933215	99,16
PCA 7	0,038009	0,47512	7,971225	99,64
PCA 8	0,028775	0,35969	8,000000	100

Tabela 14. Vrednosti karakterističnih vektora i ukupna varijabilnost koju opisuje prve tri ose analize glavnih komponenti vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* (dužine plodnika, stubića i žiga)

Broj ose	Karakteristična vrednost	%	Kumulativne vrednosti	Kumulativni efekat (%)
PCA 1	1,324298	44,14328	1,324298	44,14
PCA 2	0,923238	30,77460	2,247536	74,98
PCA 3	0,752464	25,08212	3,000000	100

Tabela 15. Koeficijenti korelacije morfometrijskih karaktera generativnog regiona (cveta) i brakteje vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; N=597; crvenom bojom su označene statistički značajne vrednosti za  $p < 0,05$

K	DCB	ŠBB	ŠTZ	DTZ	CevČ	CelaČ	Z/C	DP	DS	DŽ	ŠKB	ŠKF	DKF	DKR	DF01	DF02	DF03	DF04	PDF	DA01	DA02	DA03	DA04	PDA	mDSR	mŠSR	DNR	mŠNR	DBR01	mŠBR01	DBR02	mŠBR02	DL04	mŠL04	DL05	mŠL05				
DCB	1,0000																																							
ŠBB	0,1719	1,0000																																						
ŠTZ	-0,0110	0,1916	1,0000																																					
DTZ	0,5434	0,0582	0,0644	1,0000																																				
CevČ	0,0639	0,1810	0,5707	0,1519	1,0000																																			
CelaČ	0,3980	0,1582	0,4207	0,7551	0,7628	1,0000																																		
Z/C	0,4835	-0,0440	-0,2528	0,8365	-0,3828	0,293396	1,0000																																	
DP	0,0562	0,1685	0,3253	0,0621	0,4030	0,3080	-0,1692	1,0000																																
DS	0,1052	0,0167	0,3713	0,2161	0,4191	0,4194	-0,0336	0,2439	1,0000																															
DŽ	0,0830	0,0365	0,0175	0,0367	0,0685	0,0695	0,0094	0,1089	0,0789	1,0000																														
ŠKB	-0,086	0,2203	0,2798	-0,0828	0,3159	0,1554	-0,2376	0,3804	0,0600	0,1848	1,0000																													
ŠKF	-0,0908	0,1497	0,5839	-0,0352	0,4679	0,2873	-0,2936	0,3150	0,4447	-0,0546	0,2711	1,0000																												
DKF	-0,0887	0,0482	0,4223	0,0151	0,4996	0,3413	-0,2722	0,2730	0,5712	-0,0828	0,1472	0,6904	1,0000																											
DKR	0,0320	0,0199	0,3823	0,1379	0,4508	0,3892	-0,1370	0,2765	0,6581	-0,0040	0,0838	0,5246	0,7652	1,0000																										
DF01	0,0447	0,0576	0,5584	0,1660	0,4736	0,4228	-0,1170	0,2361	0,6228	-0,1700	0,0682	0,6102	0,5578	0,5946	1,0000																									
DF02	0,0363	0,0371	0,5553	0,1660	0,4728	0,4222	-0,1176	0,2120	0,6235	-0,1636	0,0672	0,6176	0,5633	0,6054	0,9563	1,0000																								
DF03	0,0191	0,0406	0,5602	0,1425	0,4796	0,4114	-0,1422	0,2416	0,6241	-0,1746	0,07793	0,6262	0,5628	0,5989	0,9405	0,9512	1,0000																							
DF04	0,0212	0,0493	0,5482	0,1375	0,4802	0,4086	-0,1487	0,2433	0,6163	-0,1740	0,0779	0,6104	0,5652	0,5935	0,9543	0,9330	0,9411	1,0000																						
PDF	0,0310	0,0472	0,5671	0,1563	0,4865	0,4250	-0,1340	0,2381	0,6347	-0,1741	0,0743	0,6289	0,5740	0,6106	0,9830	0,9802	0,9780	0,9770	1,0000																					
DA01	0,0554	0,0656	0,6107	0,0758	0,4139	0,3241	-0,1619	0,1780	0,3019	-0,2696	0,0819	0,5741	0,4440	0,3533	0,7578	0,7444	0,7303	0,7394	0,7585	1,0000																				
DA02	0,0521	0,0710	0,6011	0,0582	0,3963	0,3010	-0,1685	0,1690	0,2856	-0,2557	0,0912	0,5753	0,4314	0,3437	0,7280	0,7351	0,7138	0,7123	0,7374	0,9578	1,0000																			
DA03	0,0497	0,0775	0,5997	0,0424	0,4131	0,3018	-0,1918	0,1881	0,2918	-0,2699	0,0940	0,5676	0,4264	0,3428	0,7217	0,7207	0,7253	0,7204	0,7371	0,9419	0,9312	1,0000																		
DA04	0,0646	0,0513	0,5998	0,0534	0,4056	0,3040	-0,1772	0,1701	0,3069	-0,2738	0,0707	0,5666	0,4353	0,3463	0,7328	0,7117	0,7124	0,7400	0,7394	0,9432	0,9204	0,9206	1,0000																	
PDA	0,0568	0,0680	0,6179	0,0589	0,4174	0,3154	-0,1792	0,1807	0,3040	-0,2740	0,0866	0,5851	0,4451	0,3552	0,753417	0,7461	0,7384	0,7462	0,7616	0,9847	0,9761	0,9721	0,9697	1,0000																
mDSR	0,0402	0,0385	0,4202	0,1808	0,4986	0,4491	-0,1219	0,3014	0,6412	-0,0271	0,1456	0,5066	0,6854	0,7384	0,6233	0,6131	0,6228	0,6218	0,6332	0,3637	0,3505	0,3678	0,3843	0,3757	1,0000															
mŠCR	0,0549	0,0639	0,4333	0,1733	0,3688	0,3581	-0,0517	0,1993	0,5074	-0,0505	0,1291	0,5261	0,4881	0,5330	0,5386	0,5386	0,5398	0,5269	0,5472	0,3770	0,3787	0,3813	0,3942	0,3924	0,7875	1,0000														
DNR	0,0250	0,0491	0,4676	0,1946	0,5079	0,4643	-0,1164	0,2756	0,6967	-0,0148	0,0942	0,5664	0,7538	0,8177	0,6612	0,6569	0,6632	0,6610	0,6743	0,4288	0,4085	0,4212	0,4190	0,4298	0,7727	0,6013	1,0000													
mŠNR	-0,0582	0,0583	0,4832	0,0826	0,3844	0,3091	-0,1487	0,2576	0,5011	0,0131	0,1859	0,6048	0,5272	0,5325	0,5672	0,5553	0,5734	0,5744	0,5794	0,4528	0,4334	0,4536	0,4362	0,4551	0,5473	0,6022	0,6642	1,0000												
DBR01	0,0201	0,0456	0,4850	0,1753	0,5438	0,4768	-0,1564	0,3342	0,7541	-0,0141	0,1267	0,6101	0,7783	0,8695	0,7395	0,7313	0,7388	0,7407	0,7530	0,4644	0,4486	0,4594	0,4666	0,4712	0,8351	0,6354	0,9163	0,6622	1,0000											
mŠBR01	-0,0041	0,1058	0,5143	0,1078	0,4440	0,3651	-0,1581	0,2532	0,5590	0,0148	0,1488	0,6294	0,5589	0,6158	0,5906	0,6004	0,5995	0,5794	0,6048	0,4133	0,4096	0,4235	0,4123	0,4250	0,6226	0,6448	0,6572	0,7065	0,7352	1,0000										
DBR02	0,0142	0,0445	0,4822	0,1732	0,5549	0,4814	-0,1651	0,3390	0,7416	-0,0115	0,1456	0,6273	0,7885	0,8629	0,7157	0,7134	0,7232	0,7186	0,7327	0,4552	0,4404	0,4524	0,4510	0,4610	0,8239	0,6260	0,9011	0,6618	0,9679	0,7307	1,0000									
mŠBR02	-0,0249	0,0042	0,4437	0,0896	0,3892	0,3168	-0,1406	0,2752	0,5419	0,0734	0,1564	0,6012	0,5438	0,5810	0,5889	0,5812	0,5924	0,5908	0,6006	0,4269	0,4197	0,4396	0,4346	0,4410	0,6066	0,6034	0,6421	0,6868	0,7100	0,7324	0,7101	1,0000								
DL04	-0,0395	0,0132	-0,0593	-0,0370	-0,0609	-0,0646	-0,0032	-0,0375	0,0049	0,0566	-0,0492	-0,0255	-0,0523	-0,0044	-0,0446	-0,0261	-0,0291	-0,0402	-0,0358	-0,0174	-0,0214	-0,0307	-0,0562	-0,0322	-0,5245	-0,5005	-0,0082	0,0023	-0,0098	-0,0140	-0,0052	-0,0256	1,0000							
mŠL04	-0,0403	0,0214	-0,0609	-0,0416	-0,0585	-0,0660	-0,0097	-0,0328	0,0049	0,0604	-0,0416	-0,0267	-0,0572	-0,0050	-0,0490	-0,0306	-0,0339	-0,0443	-0,0403	-0,0235	-0,0289	-0,0382	-0,0625	-0,0392	-0,5213	-0,4975	-0,0112	-0,0002	-0,0124	-0,0141	-0,0071	-0,0283	0,9897	1,0000						
DL05	-0,0392	0,0118	-0,0594	-0,0360	-0,0605	-0,0637	-0,0023	-0,0386	0,0056	0,0567	-0,0498	-0,0263	-0,0525	-0,0039	-0,0446	-0,0262	-0,0291	-0,0403	-0,0358	-0,0165	-0,0204	-0,0299	-0,0553	-0,0312	-0,5243	-0,5003	-0,0080	0,0014	-0,0099	-0,0148	-0,0050	-0,0266	0,9996	0,9883	1,0000					
mŠL05	-0,0416	0,0238	-0,0528	-0,0344	-0,0506	-0,0560	-0,0067	-0,0363	0,0051	0,0640	-0,0405	-0,0231	-0,0538	0,0025	-0,0422	-0,0227	-0,0252	-0,0368	-0,0324	-0,0170	-0,0201	-0,0304	-0,0568	-0,0321	-0,5133	-0,4899	-0,0026	0,0048	-0,0047	-0,0106	0,0019	-0,0264	0,9878	0,9868	0,9896	1,0000				

Legenda: DCB – dužina cele brakteje, ŠBB – širina brakteje pri bazi, ŠTZ – širina trouglastog dela zubića čašice, DTZ – dužina trouglastog dela čašice, CevČ – dužina cevi čašice, CelaČ – ukupna dužina cele čašice (DTZ+CevČ), Z/C – odnos dužine trouglastog dela zubića i dužine cevi čašice, DP – dužina plodnika, DS – dužina stubića, DŽ – dužina žiga, ŠKB – širina krunice pri bazi, ŠKF – širina krunice na mestu nastanka filamenata, DKF – dužina krunice do mesta nastanka filamenata, DKR – dužina krunice do mesta nastanka režnjeva, DF01 – dužina filamenta 01, DF02 – dužina filamenta 02, DF03 – dužina filamenta 03, DF04 – dužina filamenta 04, PDF – prosečna dužina filament, DA01 – dužina antere 01, DA02 – dužina antere 02, DA03 – dužina antere 03, DA04 – dužina antere 04, PDA – prosečna dužina antere, mDSR – max. dužina srcaštog režnja krunice, mŠCR – max. širina srcaštog režnja krunice, DNR – dužina „najdužeg“ režnja krunice 01, mŠNR – max. širina „najdužeg“ režnja krunice 01, DBR02 – dužina bočnog režnja 02, mŠBR02 – max. širina bočnog režnja 02, DBR03 – dužina bočnog režnja 03, mŠBR03 – max. širina bočnog režnja 03, DL04 – dužina bočnog režnja 04, mŠL04 – max. širina bočnog režnja 04, DL05 – dužina bočnog režnja 05, mŠL05 – max. širina bočnog režnja 05; Nivoi povezanosti: laka povezanost (do 40%) označena sivom bojom, visoka povezanost (do 70%) označena zelenom bojom, veoma visoka povezanost (više od 70%) označeno narandžastom bojom

Tabela 16. Rezultati primarne hemijske karakterizacije vodeno vodeno-alkoholnih ekstrakata uzoraka roda *Mentha* sa Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije

Uzorak*	Fenoli mg EGK/g s.e.		Flavonoidi mg EQ/g s.e.		Uzorak**	Fenoli mg EGK/g s.e.		Flavonoidi mg EQ/g s.e.	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
1	208,36	7,57	93,01	6,01	2	161,17	2,42	41,37	1,72
3	127,85	6,13	65,53	3,56	4	221,51	13,30	68,90	1,51
5	112,12	1,33	51,64	1,27	6	166,41	8,04	57,60	1,21
7	145,67	0,51	75,36	2,40	8	149,77	5,94	45,69	0,81
9	59,61	0,92	20,78	1,29	10	112,26	1,26	44,82	0,02
11	170,93	10,09	104,35	4,06	12	138,58	5,81	90,50	1,07
13	21,74	1,67	12,72	0,26	14	139,58	8,27	100,42	1,74
15	19,24	0,43	10,04	0,42	16	133,99	6,47	114,28	7,52
17	171,16	10,86	72,68	2,07	18	157,37	6,30	57,48	0,80
19	147,31	11,46	109,11	5,80	20	106,55	5,19	38,51	0,79
21	83,65	3,93	35,41	0,60	22	77,25	4,24	58,28	0,45
23	222,46	6,91	81,64	1,78	24	189,37	13,84	86,69	6,21
25	181,07	9,41	71,08	0,76	36	239,57	18,56	91,56	6,30
35	246,63	9,22	148,92	8,25	38	172,72	12,93	131,89	9,65
37	175,77	6,19	81,55	3,98	40	246,25	4,23	63,85	1,59
39	290,74	0,02	127,49	6,89	42	57,55	0,97	11,06	0,50
41	41,88	1,02	17,84	0,16	44	189,72	0,40	109,02	0,14
43	110,78	6,73	44,70	0,28	46	88,76	3,75	33,58	0,64
45	169,80	4,81	54,92	1,14	48	224,78	0,49	65,56	1,07
47	166,33	11,60	52,12	0,85	50	156,87	2,69	74,59	3,80
49	261,38	17,38	138,90	1,16	52	116,67	0,98	53,19	3,51
51	230,61	2,17	66,84	2,45	54	122,99	5,44	27,00	1,08
53	169,50	7,48	37,52	2,24	56	169,44	5,43	89,89	7,12
55	142,86	0,39	56,35	1,09	58	339,89	3,18	159,50	5,19
57	226,24	0,70	143,24	5,49	60	241,55	18,58	78,11	2,45
59	311,03	6,69	89,86	4,03	62	205,01	7,96	45,60	2,12
61	289,18	4,06	99,34	7,20	64	462,73	19,44	118,33	7,02
63	297,88	0,85	118,90	0,26	66	226,03	1,73	109,90	2,88
65	210,84	15,53	119,59	6,94	68	173,06	8,10	122,86	1,18
67	221,59	15,28	147,76	11,02	70	200,07	12,18	114,42	6,17
69	220,03	14,62	139,88	10,21	72	188,04	5,36	105,45	3,62
71	266,30	19,24	198,95	13,22	74	235,22	3,33	166,36	8,32

Tabela 16. Rezultati primarne hemijske karakterizacije vodeno vodeno-alkoholnih ekstrakata uzoraka roda *Mentha* sa Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije

Uzorak*	Fenoli mg EGK/g s.e.		Flavonoidi mg EQ/g s.e.		Uzorak**	Fenoli mg EGK/g s.e.		Flavonoidi mg EQ/g s.e.	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
73	153,48	9,40	103,90	6,29	76	107,58	5,92	73,78	3,33
75	129,21	0,54	74,54	0,85	78	118,62	3,45	70,71	0,91
77	144,33	8,32	93,04	5,75	80	238,03	18,33	124,05	5,18
79	140,86	7,00	66,29	2,85	82	85,53	2,41	36,85	1,63
81	259,93	8,27	97,46	4,56	84	177,65	12,31	68,63	3,48
83	241,45	5,18	97,37	2,50	86	259,52	16,86	130,24	6,49
85	85,51	6,12	74,40	4,83	88	265,08	1,38	168,64	1,88
87	171,15	2,97	117,12	6,42	90	360,69	27,77	189,05	12,76
89	137,14	10,17	75,79	1,03	92	90,85	1,81	67,70	1,69
91	158,48	12,46	72,25	4,56	94	73,95	1,09	31,97	2,40
93	299,91	23,99	176,49	4,51	96	165,16	4,29	95,69	0,17
95	270,26	9,29	62,93	1,72	98	168,56	11,02	93,42	0,40
97	168,19	2,40	76,88	3,96	100	26,55	0,96	5,89	0,37
99	349,26	13,24	116,61	0,01	102	16,72	1,19	6,62	0,28
101	134,37	7,99	83,35	0,46	104	34,10	2,60	19,37	0,79
103	122,41	9,01	69,70	2,20	108	145,39	4,84	57,89	2,51
105	342,50	17,58	112,27	7,46	110	33,26	2,03	16,67	0,18
107	37,54	2,42	8,73	0,03	114	34,16	1,42	27,62	1,16
109	16,55	0,93	5,66	0,06	116	78,11	1,43	38,80	3,10
111	13,16	0,26	5,23	0,37	118	150,63	2,42	64,99	3,72
113	94,55	2,15	34,15	1,77	120	166,48	2,64	109,53	0,62
115	26,68	1,41	6,27	0,07	122	159,37	11,12	78,62	3,10
117	162,30	3,81	70,65	3,59	130	223,51	7,93	111,05	2,59
119	149,07	4,14	91,22	1,19	132	151,50	11,31	74,46	4,28
123	119,65	2,93	60,22	2,14	134	156,82	1,98	92,36	1,58
125	148,34	7,73	97,67	0,25	136	165,26	8,77	57,31	0,16
131	144,78	5,39	100,27	1,65	138	187,87	3,46	72,70	1,32
133	341,33	8,05	87,72	5,13	140	106,07	6,93	56,81	0,77
135	285,08	5,11	99,57	2,37	142	148,54	2,68	110,91	3,69
137	210,26	1,33	97,59	2,75	146	140,52	1,39	74,59	3,20
141	135,80	7,97	90,91	2,15	148	110,16	4,92	77,93	2,71
143	139,36	8,81	47,96	1,68	150	118,51	1,27	76,65	3,01
145	365,20	27,71	156,81	7,52	152	151,63	9,46	69,23	2,89
147	121,48	2,79	58,82	0,16	154	122,03	1,57	90,44	6,32

Tabela 16. Rezultati primarne hemijske karakterizacije vodeno vodeno-alkoholnih ekstrakata uzoraka roda *Mentha* sa Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije

Uzorak*	Fenoli mg EGK/g s.e.		Flavonoidi mg EQ/g s.e.		Uzorak**	Fenoli mg EGK/g s.e.		Flavonoidi mg EQ/g s.e.	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
149	140,90	4,17	100,02	5,25	156	119,44	6,74	81,42	2,91
151	78,42	1,00	58,51	0,73	158	210,65	2,43	43,86	2,65
153	69,65	5,28	43,39	1,36	200	194,85	9,38	45,28	1,48
157	192,18	5,51	97,05	1,70	204	152,86	9,04	63,12	3,20
159	131,42	9,30	41,83	1,80	206	59,01	0,08	52,71	0,97
201	174,71	2,10	83,28	6,42	208	176,66	8,40	97,05	2,03
203	178,13	7,18	60,77	1,33	210	115,49	2,52	45,84	0,43
205	178,48	9,52	42,95	0,51	212	63,27	3,62	9,12	0,29
207	34,81	1,91	11,58	0,32	214	209,69	7,86	84,59	2,15
209	176,11	1,39	84,61	1,11	216	161,75	8,56	39,83	2,76
211	185,26	2,33	60,26	1,66	220	218,99	10,57	64,13	1,64
213	55,41	0,41	56,89	2,59	222	180,87	7,53	46,56	0,45
215	208,40	6,76	69,61	4,51	224	189,29	7,83	40,60	1,52
217	264,06	9,38	61,68	3,83					
219	209,51	7,78	59,77	4,18					
221	121,77	4,86	36,70	1,27					
223	57,54	1,32	17,67	1,21					

Legenda:  $\bar{X}$  – srednja vrednost, SD – standardna devijacija, Uzorak\* – neparni brojevi, Uzorak\*\* – parni brojevi, EGK – ekvivalent galne kiseline, EK – ekvivalent kvercetina;

Tabela 17. Rezultati sekundarne hemijske karakterizacije vodeno-alkoholnih ekstrakata uzoraka roda *Mentha* sa Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije

U	FA mg/g s.m.		HA mg/g s.m.		KaA mg/g s.m.		KuA mg/g s.m.		RA mg/g s.m.		SA mg/g s.m.		VA mg/g s.m.		Api mg/g s.m.		Nar mg/g s.m.		Epi mg/g s.m.		Kve mg/g s.m.		Rut mg/g s.m.	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
1	0.2014	0.0078	n.d.	n.d.	0.0185	0.0003	0.0190	0.0005	0.2601	0.0068	n.d.	n.d.	0.1016	0.0040	0.0305	0.0013	0.0104	0.0002	0.1274	0.0020	0.0838	0.0035	0.2685	0.0032
2	0.1596	0.0061	0.0273	0.0010	n.d.	n.d.	0.0135	0.0008	0.4895	0.0244	0.0647	0.0009	n.d.	n.d.	0.0263	0.0012	n.d.	n.d.	0.0354	0.0026	0.0459	0.0029	0.1109	0.0088
3	0.1635	0.0006	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0474	0.0002	0.0815	0.0043	0.0754	0.0050	0.1062	0.0012	0.0453	0.0019	0.0085	0.0003	0.1118	0.0024	0.0754	0.0044	0.1090	0.0022
4	0.3393	0.0268	0.1958	0.0081	n.d.	n.d.	0.1391	0.0064	0.0914	0.0041	n.d.	n.d.	0.0674	0.0016	0.0373	0.0012	0.0124	0.0002	0.4118	0.0011	0.1234	0.0092	0.4020	0.0106
5	0.0948	0.0006	n.d.	n.d.	0.0108	0.0006	0.0315	0.0025	0.0383	0.0024	0.0619	0.0047	0.0216	0.0016	0.0343	0.0013	0.0081	0.0004	0.1405	0.0058	0.1087	0.0029	0.5621	0.0442
6	0.0976	0.0007	0.0329	0.0009	0.0236	0.0011	0.0241	0.0014	n.d.	n.d.	0.0832	0.0025	0.0925	0.0020	0.0233	0.0004	0.0063	0.0001	0.1278	0.0064	0.1927	0.0072	0.4882	0.0339
7	0.0517	0.0022	0.0371	0.0024	0.0155	0.0007	0.0899	0.0004	n.d.	n.d.	0.0896	0.0012	0.0937	0.0025	0.0389	0.0046	0.0090	0.0006	0.2801	0.0121	0.2728	0.0070	0.3120	0.0144
8	0.0632	0.0029	n.d.	n.d.	0.0107	0.0003	0.0129	0.0004	n.d.	n.d.	0.0458	0.0005	0.0272	0.0002	0.0832	0.0010	0.0059	0.0003	0.1128	0.0003	0.1814	0.0124	0.2409	0.0062
9	0.0772	0.0028	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0093	0.0003	0.1525	0.0115	0.0506	0.0004	0.0426	0.0014	0.1215	0.0011	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0768	0.0015	0.0756	0.0028
10	0.2746	0.0136	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0289	0.0013	n.d.	n.d.	0.0796	0.0006	0.0994	0.0056	0.0616	0.0012	n.d.	n.d.	0.3541	0.0110	0.2077	0.0079	n.d.	n.d.
11	0.1193	0.0079	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0347	0.0027	n.d.	n.d.	0.1533	0.0031	0.0384	0.0015	0.0164	0.0001	0.0064	0.0002	0.5127	0.0028	0.1187	0.0022	0.3858	0.0019
12	0.1664	0.0004	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0333	0.0023	0.1997	0.0156	0.0715	0.0045	0.0420	0.0012	0.4238	0.0011	0.0059	0.0001	0.2758	0.0126	0.4235	0.0000	0.3524	0.0221
13	n.d.	n.d.	0.0422	0.0020	n.d.	n.d.	0.0007	0.0000	0.0403	0.0009	n.d.	n.d.	0.0165	0.0011	0.0369	0.0007	0.0092	0.0002	n.d.	n.d.	0.0362	0.0003	0.0746	0.0032
14	0.1117	0.0072	0.0876	0.0026	0.0218	0.0007	0.0407	0.0028	0.1700	0.0003	0.1430	0.0015	0.0945	0.0048	0.0359	0.0021	0.0117	0.0006	0.1496	0.0011	0.2112	0.0048	0.1670	0.0105
15	0.0363	0.0004	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0225	0.0003	0.0122	0.0005	0.0050	0.0001	n.d.	n.d.	0.0997	0.0078	n.d.	n.d.
16	0.4168	0.0209	0.2517	0.0152	n.d.	n.d.	0.1306	0.0031	0.1778	0.0049	n.d.	n.d.	0.0825	0.0003	0.0177	0.0016	0.0174	0.0002	0.5068	0.0383	0.0905	0.0032	n.d.	n.d.
17	0.0675	0.0002	0.0413	0.0022	n.d.	n.d.	0.0173	0.0012	0.2176	0.0116	0.0719	0.0053	n.d.	n.d.	0.0355	0.0006	0.0058	0.0001	0.0553	0.0029	0.1339	0.0036	0.2184	0.0044
18	0.1081	0.0002	n.d.	n.d.	0.0104	0.0006	0.0129	0.0002	n.d.	n.d.	0.0590	0.0025	n.d.	n.d.	0.0960	0.0036	0.0071	0.0002	n.d.	n.d.	0.1642	0.0034	0.1309	0.0008
19	0.1266	0.0005	0.1494	0.0032	n.d.	n.d.	0.0515	0.0005	0.2506	0.0064	0.1761	0.0119	0.0226	0.0015	0.0472	0.0013	0.0083	0.0006	0.1545	0.0106	0.2925	0.0165	0.4365	0.0122
20	0.2127	0.0075	n.d.	n.d.	0.0151	0.0012	0.0253	0.0004	0.3853	0.0197	0.0680	0.0001	n.d.	n.d.	0.0385	0.0018	0.0064	0.0003	0.0769	0.0039	0.1035	0.0055	0.1019	0.0039
21	0.0745	0.0017	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0253	0.0008	0.0614	0.0020	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.1325	0.0050	0.0089	0.0001	0.0777	0.0026	0.0568	0.0034	0.0832	0.0028
22	0.1966	0.0110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0602	0.0030	0.2584	0.0193	0.2738	0.0017	n.d.	n.d.	0.0248	0.0006	0.0081	0.0004	0.2849	0.0150	0.3190	0.0061	0.2258	0.0144
23	0.1233	0.0047	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0255	0.0009	n.d.	n.d.	0.0751	0.0034	0.0431	0.0022	0.0171	0.0008	0.0056	0.0004	0.1611	0.0035	0.1492	0.0102	0.1425	0.0089
24	0.0917	0.0011	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0255	0.0020	n.d.	n.d.	0.1067	0.0048	0.0435	0.0033	n.d.	n.d.	0.0061	0.0003	0.2692	0.0185	0.0783	0.0035	0.3475	0.0095
25	0.1351	0.0017	0.0264	0.0009	n.d.	n.d.	0.0413	0.0015	0.1096	0.0037	0.0876	0.0050	n.d.	n.d.	0.0265	0.0001	n.d.	n.d.	0.0708	0.0006	0.2629	0.0045	0.3302	0.0095
35	0.1612	0.0040	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0307	0.0023	0.3793	0.0120	0.0981	0.0058	0.0287	0.0023	0.0117	0.0009	0.0056	0.0003	0.0260	0.0019	0.2105	0.0091	0.1506	0.0045
36	0.0864	0.0031	0.0323	0.0012	0.0102	0.0003	0.0182	0.0008	0.0809	0.0051	0.0676	0.0004	0.0187	0.0005	0.1476	0.0069	0.0116	0.0009	0.0834	0.0100	0.0840	0.0040	0.2792	0.0017
37	0.1979	0.0111	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0434	0.0019	0.1149	0.0091	0.1613	0.0095	0.0755	0.0030	0.0925	0.0060	0.0133	0.0005	0.5275	0.0392	0.1482	0.0037	0.2235	0.0050
38	0.1948	0.0050	n.d.	n.d.	0.0114	0.0007	0.0300	0.0000	0.3205	0.0125	0.1038	0.0042	0.0136	0.0003	n.d.	0.0091	0.0146	0.0006	0.0636	0.0030	0.2136	0.0010	0.1011	0.0011
39	0.0821	0.0016	n.d.	n.d.	0.0240	0.0018	0.0148	0.0006	0.0734	0.0042	0.0540	0.0033	0.0459	0.0017	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.2258	0.0162	0.0999	0.0078	0.2157	0.0080
40	0.0575	0.0025	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0150	0.0005	n.d.	n.d.	0.0542	0.0003	0.0268	0.0021	n.d.	n.d.	0.0095	0.0007	0.0874	0.0068	0.1104	0.0014	0.1014	0.0004
41	0.1243	0.0038	n.d.	n.d.	0.0184	0.0004	0.0060	0.0003	0.0424	0.0017	n.d.	n.d.	0.0250	0.0004	0.1637	0.0007	0.0103	0.0006	n.d.	n.d.	0.0755	0.0032	0.0493	0.0036
44	0.1011	0.0071	n.d.	n.d.	0.0150	0.0000	0.0178	0.0013	0.1388	0.0080	0.0217	0.0006	0.0351	0.0023	0.0058	0.0002	0.1625	0.0094	0.0678	0.0049	0.2594	0.0012	0.1025	0.0015
42	0.0187	0.0008	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0155	0.0006	n.d.	n.d.	0.0101	0.0001	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0231	0.0011	0.0272	0.0012
43	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0208	0.0001	0.0428	0.0011	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0443	0.0005
44	0.1548	0.0014	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0369	0.0028	n.d.	n.d.	0.1334	0.0057	0.1766	0.0138	0.0737	0.0025	0.0118	0.0001	0.2562	0.0205	0.1678	0.0077	0.4586	0.0062
45	0.0978	0.0055	n.d.	n.d.	0.0297	0.0021	0.0279	0.0022	n.d.	n.d.	0.1962	0.0042	n.d.	n.d.	0.0163	0.0003	0.0043	0.0002	0.2419	0.0034	0.1799	0.0139	0.4526	0.0044
46	0.0668	0.0008	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0303	0.0006	0.0563	0.0014	n.d.	n.d.	0.0278	0.0007	0.0508	0.0006	n.d.	n.d.	0.0758	0.0041	0.0716	0.0053	0.1184	0.0002
47	0.0524	0.0012	0.0253	0.0005	n.d.	n.d.	0.0077	0.0001	n.d.	n.d.	0.0423	0.0017	0.0253	0.0008	n.d.	n.d.	0.0114	0.0008	0.0629	0.0047	0.1011	0.0039	n.d.	n.d.
48	0.0638	0.0026	n.d.	n.d.	0.0103	0.0003	0.0042	0.0002	n.d.	n.d.	0.0631	0.0016	0.0217	0.0010	n.d.	n.d.	0.0134	0.0006	0.0364	0.0019	0.0466	0.0036	0.2594	0.0190
49	0.0661	0.0037	n.d.	n.d.	0.0143	0.0010	0.0363	0.0001	0.1751	0.0131	0.0597	0.0002	0.0380	0.0008	0.0770	0.0040	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.1255	0.0032	0.3483	0.0192
50	0.7501	0.0386	0.0318	0.0005	n.d.	n.d.	0.0538	0.0008	0.0966	0.0074	0.1758	0.0076	0.0742	0.0022	0.2612	0.0120	0.0062	0.0004	0.4067	0.0047	0.2120	0.0036	0.3914	0.0114
51	0.1559	0.0049	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0070	0.0001	n.d.	n.d.	0.0402	0.0005	0.0389	0.0010	0.0162	0.0010	0.0123	0.0004	n.d.	n.d.	0.0919	0.0069	0.3541	0.0076
52	0.0494	0.0014	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0198	0.0005	0.0853	0.0068	0.0605	0.0006	0.0345	0.0007	0.0989	0.0016	n.d.	n.d.	0.3540	0.0033	0.1524	0.0026	0.1047	0.0017
53	0.0735	0.0021	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0090	0.0007	0.0629	0.0020	n.d.	n.d.	0.0187	0.0010	0.0497	0.0020	n.d.	n.d.	0.0548	0.0004	0.0534	0.0022	0.0880	0.0058
54	0.0525	0.0010	n.d.	n.d.	0.0178	0.0001	0.0036	0.0001	n.d.	n.d.	0.1095	0.0019	0.0603	0.0044	0.0998	0.0031	0.0145	0.0008	0.1326	0.0101	0.0508	0.0014	n.d.	n.d.
55	0.1011	0.0020	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0165	0.0001	0.0388	0.0028	0.0953	0.0067	0.0621	0.0012	0.0239	0.0015	0.0179	0.0007	0.0131	0.0012	0.0712	0.0047	0.5146	0.0162
56	0.6652	0.0379	0.0525	0.0039	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.3046	0.0074	0.1514	0.0097	0.1724	0.0067	0.2377	0.0168	0.0757	0.0025	0.5479	0.0302	0.2275	0.0046	0.3275	0.0174
57	0.2824	0.0059	n.d.	n.d.	0.017																			

Tabela 17. Rezultati sekundarne hemijske karakterizacije vodeno-alkoholnih ekstrakata uzoraka roda *Mentha* sa Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije

U	FA mg/g s.m.		HA mg/g s.m.		KaA mg/g s.m.		KuA mg/g s.m.		RA mg/g s.m.		SA mg/g s.m.		VA mg/g s.m.		Api mg/g s.m.		Nar mg/g s.m.		Epi mg/g s.m.		Kve mg/g s.m.		Rut mg/g s.m.	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
78	0,1550	0,0115	n.d.	n.d.	0,0121	0,0005	0,0429	0,0005	0,2865	0,0156	0,2309	0,0183	n.d.	n.d.	0,0847	0,0059	0,0207	0,0006	0,2889	0,0034	0,0755	0,0020	0,4113	0,0109
79	0,3965	0,0214	0,0402	0,0002	n.d.	n.d.	0,0978	0,0032	0,3644	0,0124	n.d.	n.d.	0,0931	0,0027	0,1793	0,0104	0,0262	0,0014	0,3686	0,0043	0,1774	0,0041	0,0777	0,0056
80	0,0729	0,0031	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0370	0,0011	n.d.	n.d.	0,1041	0,0054	n.d.	n.d.	0,0995	0,0065	n.d.	n.d.	0,2815	0,0171	0,1171	0,0005	0,2803	0,0211
81	0,2455	0,0118	n.d.	n.d.	0,0121	0,0009	0,0418	0,0020	0,1067	0,0012	0,0930	0,0030	0,0334	0,0002	0,0897	0,0014	n.d.	n.d.	0,1822	0,0113	0,0890	0,0059	0,1401	0,0019
82	0,0580	0,0008	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0170	0,0013	0,1213	0,0014	0,0315	0,0006	0,0169	0,0008	0,0319	0,0008	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0474	0,0028	0,0490	0,0016
83	0,5028	0,0120	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0445	0,0002	0,1024	0,0028	0,1265	0,0091	0,1021	0,0062	0,1249	0,0094	0,0113	0,0001	1,5839	0,0641	0,1154	0,0072	0,2336	0,0049
83	0,0726	0,0026	n.d.	n.d.	0,0103	0,0001	0,0156	0,0002	0,0443	0,0030	0,0570	0,0014	0,0155	0,0011	0,1674	0,0064	0,0084	0,0004	n.d.	n.d.	0,1361	0,0082	0,0709	0,0017
84	0,0656	0,0026	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0060	0,0001	0,0554	0,0043	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0984	0,0028	0,0058	0,0001	n.d.	n.d.	0,0925	0,0074	0,0577	0,0036
86	0,0691	0,0046	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0453	0,0031	0,1409	0,0009	0,1211	0,0092	0,0425	0,0026	0,0171	0,0010	0,0024	0,0002	0,1308	0,0074	0,1069	0,0042	0,3142	0,0028
87	0,1644	0,0003	0,0456	0,0013	n.d.	n.d.	0,0998	0,0067	n.d.	n.d.	0,1140	0,0008	n.d.	n.d.	0,0353	0,0008	n.d.	n.d.	0,4082	0,0224	0,1851	0,0008	0,3317	0,0264
88	0,1115	0,0045	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0179	0,0000	0,1749	0,0133	0,0549	0,0016	n.d.	n.d.	0,0420	0,0026	n.d.	n.d.	0,0186	0,0014	0,2099	0,0126	0,2044	0,0134
89	0,2152	0,0169	n.d.	n.d.	0,0474	0,0003	0,0778	0,0030	0,2338	0,0065	0,2434	0,0157	0,1185	0,0068	0,0839	0,0062	0,0071	0,0003	1,1794	0,0874	0,0591	0,0017	0,6639	0,0493
90	0,0787	0,0002	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0243	0,0014	n.d.	n.d.	0,0740	0,0032	0,0307	0,0023	0,0417	0,0008	0,0085	0,0006	0,1714	0,0093	0,2111	0,0014	0,4016	0,0046
91	0,2722	0,0183	0,0300	0,0021	n.d.	n.d.	0,0777	0,0050	0,3434	0,0257	0,2104	0,0114	n.d.	n.d.	0,0953	0,0072	0,0118	0,0002	0,4150	0,0230	0,4452	0,0068	0,5272	0,0368
92	0,2115	0,0123	n.d.	n.d.	0,0393	0,0018	0,2253	0,0154	0,1164	0,0056	0,2627	0,0068	0,1198	0,0027	0,1695	0,0053	n.d.	n.d.	1,4160	0,0236	0,1295	0,0021	0,7401	0,0364
93	0,2052	0,0100	n.d.	n.d.	0,0308	0,0021	0,0484	0,0039	n.d.	n.d.	0,2619	0,0109	0,1412	0,0080	0,0255	0,0012	0,0078	0,0001	0,4733	0,0323	0,1297	0,0076	0,9178	0,0666
94	0,0865	0,0037	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0250	0,0003	0,0721	0,0030	0,0308	0,0022	n.d.	n.d.	0,0152	0,0002	0,0047	0,0001	n.d.	n.d.	0,0534	0,0016	n.d.	n.d.
95	0,1421	0,0012	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0193	0,0007	0,3478	0,0125	0,0861	0,0023	n.d.	n.d.	0,0218	0,0007	n.d.	n.d.	0,0890	0,0011	0,0621	0,0035	0,0621	0,0035
96	0,2102	0,0071	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0329	0,0025	0,1597	0,0090	0,0997	0,0028	0,0413	0,0024	0,0435	0,0004	0,0070	0,0004	0,1748	0,0006	0,0627	0,0000	0,3651	0,0186
97	0,3074	0,0120	n.d.	n.d.	0,0131	0,0003	0,0392	0,0009	0,2102	0,0009	0,1441	0,0004	0,0254	0,0010	0,0189	0,0004	n.d.	n.d.	0,1945	0,0114	0,0749	0,0027	0,0887	0,0048
98	0,1303	0,0046	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0466	0,0008	n.d.	n.d.	0,0911	0,0051	0,0187	0,0009	0,0158	0,0010	0,0056	0,0002	0,2312	0,0178	0,2155	0,0033	0,3784	0,0148
99	0,1529	0,0073	0,0362	0,0004	n.d.	n.d.	0,1165	0,0007	0,1508	0,0002	0,2680	0,0212	0,0840	0,0055	0,2511	0,0025	0,0095	0,0006	0,7943	0,0553	0,0953	0,0034	0,1215	0,0081
100	0,0699	0,0022	n.d.	n.d.	0,0106	0,0004	0,0017	0,0000	0,2118	0,0052	0,0487	0,0025	n.d.	n.d.	0,0130	0,0009	0,0033	0,0000	n.d.	n.d.	0,1055	0,0081	0,1454	0,0009
101	0,3010	0,0226	0,1546	0,0004	n.d.	n.d.	0,0455	0,0008	0,1620	0,0068	0,1104	0,0062	0,0530	0,0006	0,0430	0,0007	0,0133	0,0001	0,3466	0,0178	0,1488	0,0072	0,7041	0,0012
102	0,1059	0,0063	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0021	0,0000	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0237	0,0015	0,0038	0,0002	n.d.	n.d.	0,0340	0,0018	0,0846	0,0033
103	0,1771	0,0140	0,0615	0,0004	n.d.	n.d.	0,0157	0,0010	0,1330	0,0105	0,1061	0,0049	0,0183	0,0009	0,0260	0,0006	n.d.	n.d.	0,1230	0,0066	0,1079	0,0069	0,0837	0,0003
104	0,4133	0,0098	n.d.	n.d.	0,0313	0,0011	0,0690	0,0041	0,2427	0,0088	0,1977	0,0080	0,0496	0,0017	0,1539	0,0004	0,0079	0,0000	0,2857	0,0191	0,1533	0,0028	0,3128	0,0087
105	0,1344	0,0069	n.d.	n.d.	0,0137	0,0005	0,0307	0,0023	n.d.	n.d.	0,1058	0,0020	0,0313	0,0014	n.d.	n.d.	0,0055	0,0000	0,2844	0,0053	0,1994	0,0139	0,2152	0,0160
107	0,0634	0,0049	n.d.	n.d.	0,0127	0,0005	0,0157	0,0009	n.d.	n.d.	0,0654	0,0035	0,0440	0,0023	0,0116	0,0009	0,0053	0,0000	0,0257	0,0011	0,1502	0,0068	0,0549	0,0020
109	0,0842	0,0020	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0025	0,0002	n.d.	n.d.	0,0369	0,0012	n.d.	n.d.	0,0093	0,0007	0,0035	0,0002	n.d.	n.d.	0,0430	0,0019	0,0633	0,0019
110	0,1617	0,0035	n.d.	n.d.	0,0222	0,0015	0,0376	0,0018	0,2521	0,0026	0,1440	0,0049	0,0142	0,0003	0,0279	0,0008	0,0118	0,0000	0,1623	0,0110	0,1980	0,0021	0,3669	0,0127
111	0,0566	0,0013	n.d.	n.d.	0,0120	0,0002	0,0032	0,0001	n.d.	n.d.	0,0419	0,0032	0,0249	0,0005	0,0264	0,0021	0,0042	0,0001	n.d.	n.d.	0,1063	0,0049	0,1258	0,0063
113	0,0546	0,0014	0,0623	0,0022	n.d.	n.d.	0,0051	0,0003	0,1093	0,0003	0,0051	n.d.	0,0130	0,0007	0,0957	0,0047	0,0075	0,0001	n.d.	n.d.	0,0927	0,0010	0,0725	0,0043
114	0,1072	0,0080	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0394	0,0021	0,1284	0,0022	0,1614	0,0005	0,4174	0,0071	0,4844	0,0018	0,0164	0,0003	3,6446	0,0456	0,3211	0,0144	0,4113	0,0155
114	0,0577	0,0044	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0050	0,0000	n.d.	n.d.	0,0279	0,0002	0,0177	0,0001	0,0312	0,0000	0,0056	0,0000	0,0447	0,0011	0,0515	0,0025	0,0325	0,0005
115	0,0616	0,0024	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0024	0,0001	n.d.	n.d.	0,0401	0,0009	0,0207	0,0012	0,0110	0,0001	0,0059	0,0003	n.d.	n.d.	0,1344	0,0077	0,1322	0,0001
116	0,1933	0,0119	0,0281	0,0005	n.d.	n.d.	0,0085	0,0003	0,1751	0,0077	0,0407	0,0025	n.d.	n.d.	0,0342	0,0005	0,0047	0,0002	0,0163	0,0004	0,0482	0,0022	n.d.	n.d.
117	0,1176	0,0044	0,0674	0,0053	n.d.	n.d.	0,0243	0,0018	0,1934	0,0121	0,1215	0,0030	0,0286	0,0001	0,0207	0,0013	0,0091	0,0007	0,0955	0,0046	0,4108	0,0058	0,3062	0,0047
118	0,0789	0,0006	0,1287	0,0081	n.d.	n.d.	0,0112	0,0001	0,1783	0,0073	0,0703	0,0038	0,0174	0,0008	0,0316	0,0014	0,0067	0,0001	0,0751	0,0047	0,2436	0,0124	0,2163	0,0013
119	0,1820	0,0086	0,1088	0,0075	0,0123	0,0007	0,0204	0,0015	0,1288	0,0050	0,1045	0,0007	0,0235	0,0016	0,0515	0,0018	0,0111	0,0008	0,1191	0,0023	0,1543	0,0043	0,3832	0,0139
120	0,1578	0,0011	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0380	0,0028	0,0907	0,0006	0,1039	0,0022	0,1300	0,0014	0,0308	0,0013	n.d.	n.d.	0,2600	0,0042	0,2604	0,0199	0,3316	0,0191
122	0,1582	0,0003	0,0294	0,0023	n.d.	n.d.	0,0282	0,0016	0,1296	0,0080	0,0957	0,0015	0,0471	0,0014	0,0433	0,0033	n.d.	n.d.	0,1573	0,0033	0,0848	0,0013	0,2412	0,0136
123	0,0941	0,0066	0,0211	0,0013	n.d.	n.d.	0,0508	0,0007	0,1482	0,0013	0,0651	0,0011	0,0183	0,0012	0,0600	0,0003	n.d.	n.d.	0,0224	0,0013	0,0613	0,0019	0,1145	0,0063
125	0,2800	0,0170	0,0413	0,0004	0,0169	0,0013	0,0268	0,0003	0,1335	0,0022	0,0876	0,0069	0,1268	0,0027	0,0302	0,0014	0,0091	0,0002	0,1225	0,0096	0,0618	0,0041	0,1236	0,0049
130	0,2615	0,0024	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0049	0,0004	0,1019	0,0070	0,2125	0,0142	n.d.	n.d.	0,0187	0,0005	0,0079	0,0000	0,3850	0,0099	0,1558	0,0006	0,3254	0,0200
131	0,1618	0,0090	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0261	0,0008	0,0823	0,0043	0,0647	0,0019	0,0846	0,0014	0,0244	0,0005	n.d.	n.d.	0,0586	0,0016	0,0762	0,0040	0,1150	0,0091
131	0,1026	0,0004	0,0209	0,0004	0,0104	0,0005	0,0026	0,0001	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0176	0,0009	0,0035	0,0002	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0298	0,0015
132	0,2660	0,0201	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0171	0,0007	0,0713	0,0016	0,0786	0,0061												

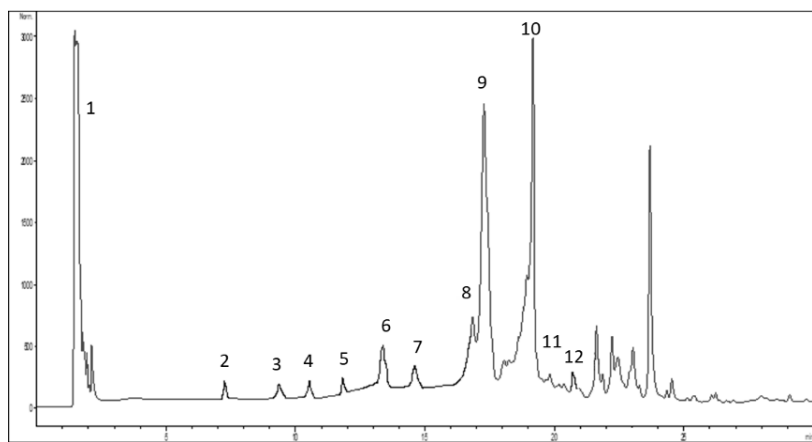
Tabela 17. Rezultati sekundarne hemijske karakterizacije vodeno-alkoholnih ekstrakata uzoraka roda *Mentha* sa Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije

U	FA mg/g s.m.		HA mg/g s.m.		KaA mg/g s.m.		KuA mg/g s.m.		RA mg/g s.m.		SA mg/g s.m.		VA mg/g s.m.		Api mg/g s.m.		Nar mg/g s.m.		Epi mg/g s.m.		Kve mg/g s.m.		Rut mg/g s.m.	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
157	0,1371	0,0068	n.d.	n.d.	0,0168	0,0009	0,0374	0,0011	0,3429	0,0022	0,1187	0,0031	0,0345	0,0025	0,0284	0,0018	0,0073	0,0002	0,3265	0,0222	0,0792	0,0002	0,2281	0,0153
158	0,1756	0,0070	0,1206	0,0048	0,0114	0,0000	0,0148	0,0003	0,2016	0,0111	0,0828	0,0037	0,0255	0,0013	0,0570	0,0037	0,0113	0,0000	0,0795	0,0062	0,0807	0,0048	0,1306	0,0023
159	0,2395	0,0017	0,1628	0,0069	n.d.	n.d.	0,0419	0,0009	0,0874	0,0016	n.d.	n.d.	0,0365	0,0012	0,0515	0,0026	0,0120	0,0002	0,2787	0,0170	0,1128	0,0045	n.d.	n.d.
200	0,0700	0,0050	n.d.	n.d.	0,0107	0,0003	0,0061	0,0001	n.d.	n.d.	0,0358	0,0014	0,0388	0,0027	0,0196	0,0005	0,0040	0,0003	n.d.	n.d.	0,0459	0,0014	0,0695	0,0000
201	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0249	0,0018	n.d.	n.d.	0,0967	0,0050	0,0353	0,0019	0,0261	0,0001	0,0066	0,0001	0,2539	0,0024	0,0791	0,0045	0,1952	0,0148
202	0,0550	0,0041	n.d.	n.d.	0,0179	0,0000	0,0058	0,0003	n.d.	n.d.	0,0937	0,0004	0,0714	0,0006	n.d.	n.d.	0,0092	0,0001	0,1345	0,0016	0,0960	0,0018	0,2951	0,0124
203	0,0972	0,0062	n.d.	n.d.	0,0187	0,0015	0,0179	0,0002	n.d.	n.d.	0,0761	0,0013	0,0802	0,0005	0,0294	0,0022	0,0064	0,0001	0,0855	0,0021	0,2640	0,0046	0,1930	0,0023
204	0,1205	0,0041	0,0240	0,0008	n.d.	n.d.	0,0051	0,0003	n.d.	n.d.	0,0690	0,0033	0,0952	0,0060	0,0321	0,0016	0,0091	0,0002	0,1130	0,0012	0,0642	0,0034	0,3269	0,0116
205	0,0643	0,0028	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0068	0,0001	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0173	0,0003	n.d.	n.d.	0,0037	0,0002	n.d.	n.d.	0,0423	0,0029	0,0969	0,0019
206	0,1449	0,0045	n.d.	n.d.	0,0130	0,0003	0,0090	0,0003	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0251	0,0019	0,0301	0,0022	0,0042	0,0001	0,0269	0,0009	0,0429	0,0033	0,1021	0,0073
207	0,0983	0,0045	n.d.	n.d.	0,0252	0,0002	0,0241	0,0008	n.d.	n.d.	0,0546	0,0005	0,0907	0,0041	0,0484	0,0013	0,0086	0,0007	0,2186	0,0065	0,1011	0,0045	0,3436	0,0178
208	0,1073	0,0041	n.d.	n.d.	0,0361	0,0003	0,0311	0,0015	n.d.	n.d.	0,0783	0,0009	0,1222	0,0049	n.d.	n.d.	0,0091	0,0006	0,2528	0,0157	0,0938	0,0049	0,1887	0,0123
209	0,2263	0,0106	n.d.	n.d.	0,0196	0,0005	0,1776	0,0087	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,1304	0,0072	0,2147	0,0047	0,0192	0,0002	0,2473	0,0035	0,1732	0,0037	0,2307	0,0047
210	0,1021	0,0071	0,0245	0,0007	n.d.	n.d.	0,1265	0,0047	n.d.	n.d.	0,1016	0,0059	0,0795	0,0049	0,0206	0,0010	0,0062	0,0001	0,1531	0,0115	0,1260	0,0068	0,1078	0,0005
211	0,0671	0,0030	n.d.	n.d.	0,0158	0,0010	0,0207	0,0003	n.d.	n.d.	0,0636	0,0003	0,0282	0,0000	0,0374	0,0023	0,0060	0,0004	n.d.	n.d.	0,4422	0,0104	0,2131	0,0163
212	0,0343	0,0015	n.d.	n.d.	0,0122	0,0003	0,0060	0,0002	n.d.	n.d.	0,0287	0,0022	0,0354	0,0008	0,0613	0,0001	0,0073	0,0000	n.d.	n.d.	0,4422	0,0005	0,0371	0,0027
213	0,2209	0,0086	0,0235	0,0012	n.d.	n.d.	0,0145	0,0007	n.d.	n.d.	0,0865	0,0043	0,0196	0,0011	0,0411	0,0009	0,0050	0,0003	n.d.	n.d.	0,0368	0,0023	0,1179	0,0039
214	0,0831	0,0002	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0169	0,0013	0,0483	0,0003	0,0743	0,0003	0,0394	0,0021	0,0262	0,0019	0,0056	0,0002	n.d.	n.d.	0,1023	0,0003	0,1153	0,0073
215	0,0776	0,0057	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0152	0,0007	n.d.	n.d.	0,0605	0,0047	0,0879	0,0054	0,0350	0,0014	0,0069	0,0005	0,1639	0,0046	0,0796	0,0013	0,1773	0,0066
216	0,0793	0,0034	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0203	0,0013	n.d.	n.d.	0,0735	0,0003	0,0702	0,0019	n.d.	n.d.	0,0061	0,0001	0,0873	0,0037	0,2589	0,0136	0,0977	0,0028
217	0,0591	0,0025	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0076	0,0002	n.d.	n.d.	0,0663	0,0044	0,0163	0,0002	0,0301	0,0013	0,0133	0,0009	n.d.	n.d.	0,0594	0,0007	0,1341	0,0069
219	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0091	0,0003	n.d.	n.d.	0,0599	0,0034	0,0225	0,0008	0,0396	0,0028	0,0083	0,0004	0,0257	0,0006	0,1324	0,0091	0,1250	0,0025
220	0,0959	0,0022	n.d.	n.d.	0,0103	0,0001	0,0147	0,0000	n.d.	n.d.	0,0658	0,0038	0,0316	0,0003	0,0172	0,0009	0,0043	0,0001	n.d.	n.d.	0,0836	0,0030	0,1848	0,0006
221	0,0644	0,0001	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0143	0,0005	n.d.	n.d.	0,0587	0,0004	0,0333	0,0026	0,0104	0,0001	0,0038	0,0002	0,0680	0,0041	0,1225	0,0013	0,3818	0,0295
222	0,1221	0,0075	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0044	0,0001	n.d.	n.d.	0,0587	0,0031	0,0248	0,0010	0,0105	0,0008	0,0033	0,0001	n.d.	n.d.	0,0570	0,0045	0,1418	0,0094
223	0,0964	0,0068	n.d.	n.d.	0,0103	0,0004	0,0144	0,0005	0,0375	0,0022	0,0560	0,0010	0,0340	0,0007	0,0334	0,0024	0,0071	0,0002	n.d.	n.d.	0,2229	0,0029	0,1041	0,0048
224	0,0643	0,0036	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,0092	0,0005	n.d.	n.d.	0,0369	0,0011	0,0721	0,0011	0,0239	0,0003	0,0054	0,0003	0,0488	0,0024	0,1074	0,0060	0,1639	0,0103
108v	0,1413	0,0012	0,1227	0,0097	0,0258	0,0005	0,0385	0,0016	0,1302	0,0008	0,0852	0,0028	0,0481	0,0028	0,0538	0,0012	0,0116	0,0004	0,1642	0,0010	0,2326	0,0060	0,1536	0,0027

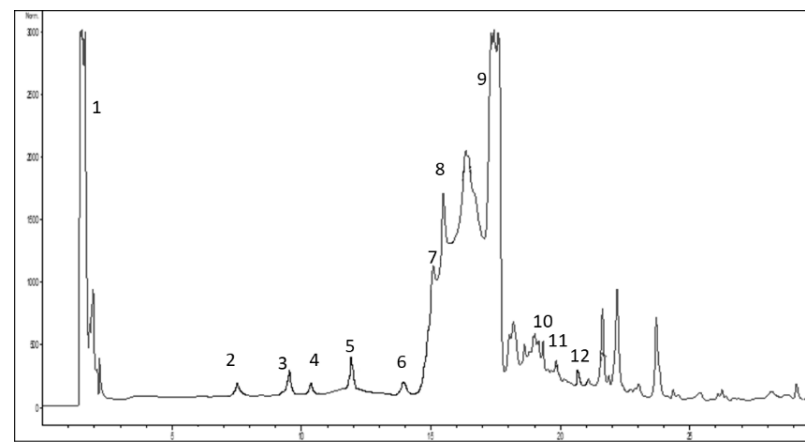
Legenda:  $\bar{X}$  – srednja vrednost, SD – standardna devijacija, U – oznaka uzorka, FA – ferulna kiselina, HA – hlorogenska kiselina, KaA – kafena kiselina, RA – ruzmarinska kiselina, SA – sinapinska kiselina, VA – vanilinska kiselina, Api – Apigenin, Nar – Naringenin, Epi – Epikatehin, Kve – Kvercetin, Rut – Rutin, n.d. – nije detektovano



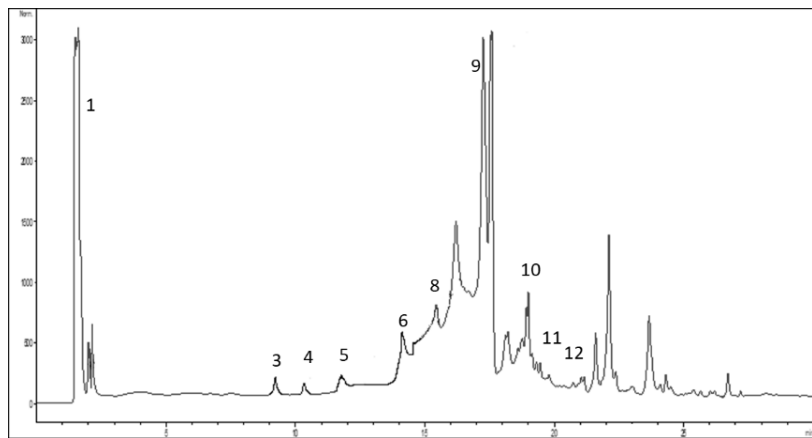
Slika 1. Odabrani hromatogrami vodeno-alkoholnih ekstrakata taksona roda *Mentha* dobijeni sekundarnom hemijskom karakterizacijom



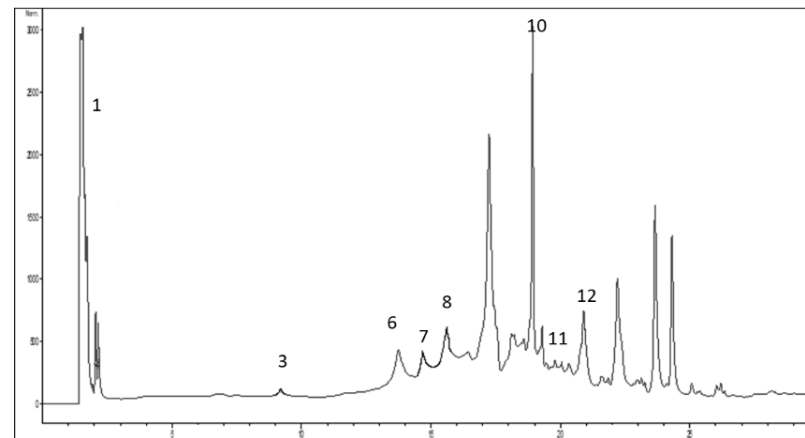
Hromatogram uzorka 65 – vrsta *M. aquatica*



Hromatogram uzorka 68 – vrsta *M. arvensis*

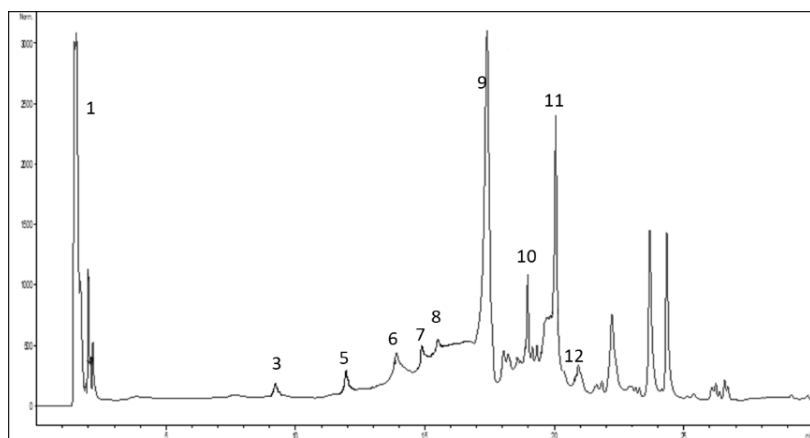


Hromatogram uzorka 1 – vrsta *M. longifolia*

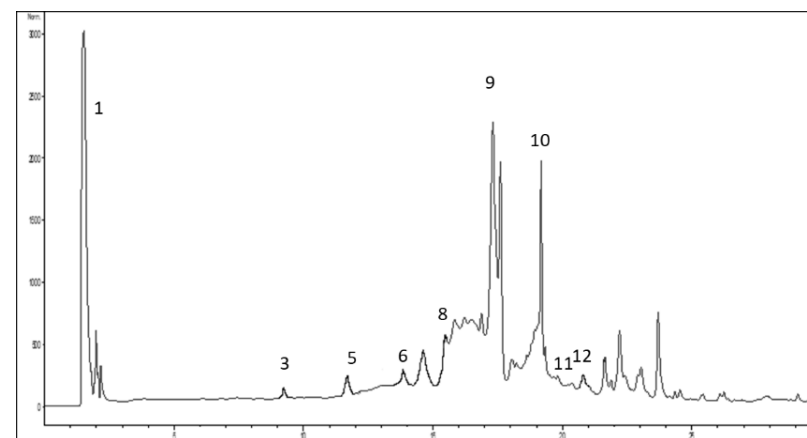


Hromatogram uzorka 51 – vrsta *M. microphylla*

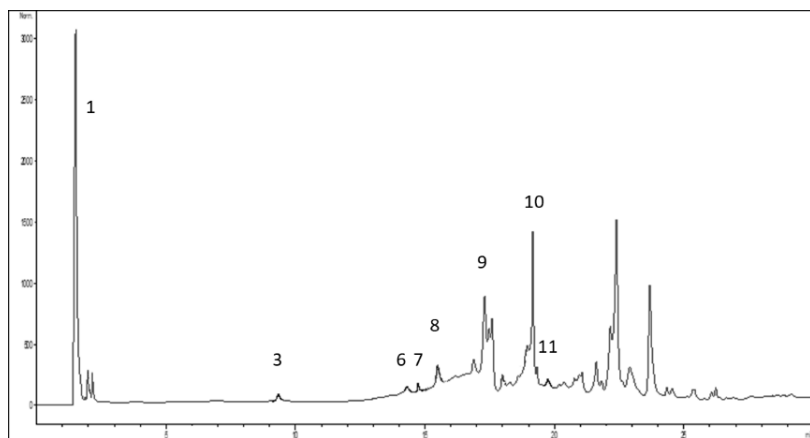
Slika 1. Odabrani hromatogrami vodeno-alkoholnih ekstrakata taksona roda *Mentha* dobijeni sekundarnom hemijskom karakterizacijom



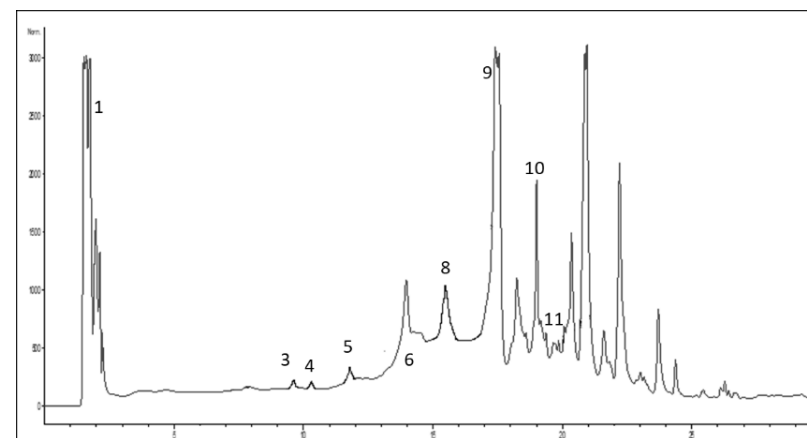
Hromatogram uzorka 37 – vrsta *M. pulegium*



Hromatogram uzorka 62 – vrsta *M. spicata*

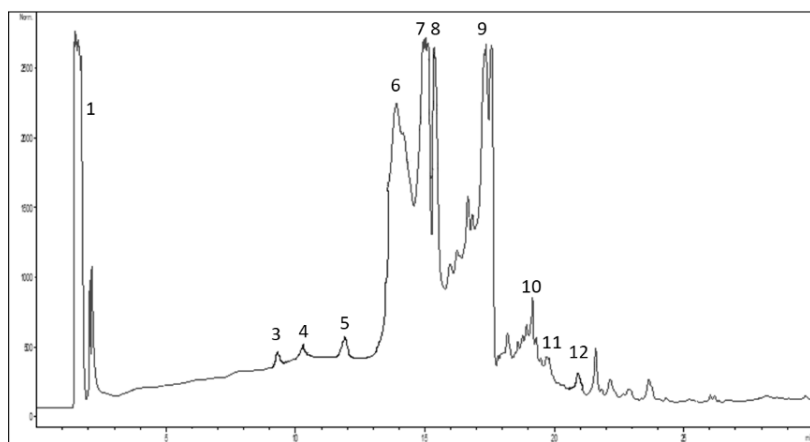


Hromatogram uzorka 82 – hibrid *M. x dumetorum*

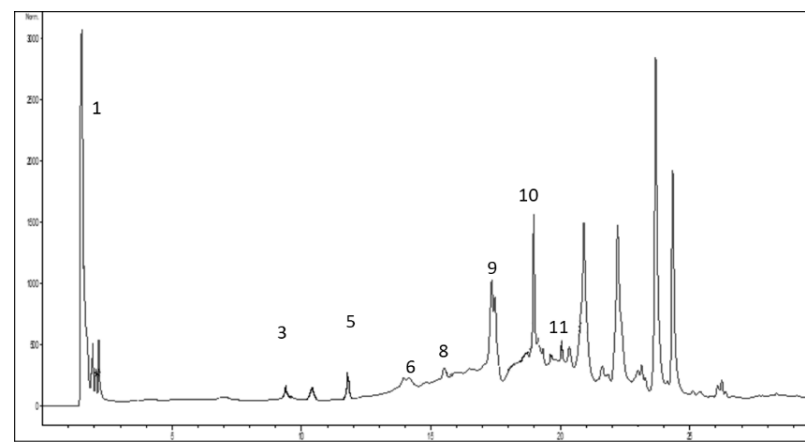


Hromatogram uzorka 70 – hibrid *M. x gentillis*

Slika 1. Odabrani hromatogrami vodeno-alkoholnih ekstrakata taksona roda *Mentha* dobijeni sekundarnom hemijskom karakterizacijom



Hromatogram uzorka 89 – hibrid *M. × piperita*



Hromatogram uzorka 46 – hibrid *M. × piperita* 'Ruska crna'

Legenda: Brojevima su predstavljeni pikovi 12 jedinjenja, a u zagradi je dato Retenciono vreme (Rt); 1 – rutin (Rt 1,70), 2 – hlorogenska kiselina (Rt 7,17), 3 – vanilinska kiselina (Rt 9,20), 4 – kafena kiselina (Rt 10,14), 5 – epikatehin (Rt 11,88), 6 – *p*-kumarinska kiselina (Rt 14,20), 7 – sinapinska kiselina (Rt 14,70), 8 – ferulna kiselina (Rt 15,49), 9 – ruzmarinska kiselina (17,60), 10 – kvercetin (Rt 19,40), 11 – apigenin (Rt 19.75), 12 – naringenin (Rt 20,50)



## Biografija



Bojana Bokić je rođena 28. oktobra 1987. godine u Zrenjaninu. Osnovnu školu „Jovan Dučić“ u Kleku, završila je 2002. godine. Srednju školu, gimnaziju u Zrenjaninu, završava 2006. godine i upisuje osnovne akademske studije biologije, smer diplomirani biolog na Departmanu za biologiju i ekologiju, Prirodno–matematičkog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu. Osnovne studije završava 29.09.2010. godine sa prosečnom osecnom 9,41. Iste godine upisuje master akademske studije na smeru diplomirani biolog–master, modul botanika, na Departmanu za biologiju i ekologiju, Prirodno–matematičkog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu.

Master studije završava 29.09.2011. godine, sa prosekom 9,83 i odbranom master rada pod naslovom „*Horologija i ekologija endemičnih biljnih taksona na području Vojvodine*“. Iste godine upisuje doktorske akademske studije u okviru studijskog programa doktor nauka – biološke nauke, na Departmanu za biologiju i ekologiju, Prirodno–matematičkog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu.

Tokom studiranja bila je aktivan član Naučno–istraživačkog društva studenata biologije i ekologije „Josif Pančić“, gde je bila učesnik i koordinator nekoliko projekata, koji su se bavili podizanjem svesti građana o zaštiti životne sredine, ali i aktivnom zaštitom ključnih vrsta stepskih fragmenata Fruške gore. Bila je stipendista Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (2007-2009; 2012-2015), Grada Zrenjanina (2008-2009) i Ministarstva omladine i sporta Republike Srbije (2009-2010).

U nastavu na Departmanu za biologiju i ekologiju, uključena je 2012. godine kao istraživač pripravnik u Laboratoriji za sistematiku viših biljaka i fitogeografiju. U zvanje asistenta izabrana je 15.01.2015., god., a reizabrana 15.01.2018. godine. Učestvuje u realizaciji praktične nastave iz sledećih predmeta: Sistematika i osnove filogenije viših biljaka, Biogeografija, Botanički praktikum, Diverzitet, ugroženost i zaštita flore, Flora i vegetacija Srbije, kao i u sprovođenju Terenskih nastava (I, II, III).

Tokom doktorskih studija bila je učesnik radionica o invazivnim biljkama (Novi Sad, Beograd, Republika Srbija) i razvoju Panonske banke semena (Vacratot, Mađarska), polaznik kursa o molekularnoj sistematici biljaka (Beograd, Republika Srbija), a posetila je i nekoliko herbarskih zbirki u državi i regionu (BEOU, LJU, LJS, MKNH, PZZP, SO, SOA, SOM) za potrebe realizacije doktorske disertacije.

Usmerena je na istraživanje morfološke i fitohemijske varijabilnosti roda *Mentha* na Balkanu i Panonskoj niziji, kao i na floristička istraživanja i invazivne biljne vrste. Objavila je u koautorstvu četiri rada u međunarodnim časopisima, dva rada u nacionalnim časopisima, 25 saopštenja sa skupova međunarodnog značaja i 12 saopštenja sa skupova nacionalnog značaja.

Učestvovala je u realizaciji dva međunarodna projekta, jednog projekta bilateralne saradnje, jednog nacionalnog projekata, šest pokrajinskih projekata i 15 stručnih. Bila je sekretar jednog međunarodnog (*7<sup>th</sup> Balkan Botanical Congress*) i član organizacionog odbora jednog nacionalnog skupa.

Član je Botaničkog društva „Andreas Volni“.

Govori engleski jezik.

## Plan tretmana podataka

Naziv projekta/istraživanja
Morfološka i fitohemijska karakterizacija predstavnika sekcija <i>Pulegium</i> (Mill.) Lam. & DC. 1805 i <i>Mentha</i> ( <i>Mentha</i> L., Lamiaceae) sa Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije
Naziv institucije/institucija u okviru kojih se sprovodi istraživanje
a) Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno–matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju b) Univerzitet u Novom Sadu, Herbarijum BUNS c) Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet, Zavod za farmaciju d) Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet, Centar za medicinsko-farmaceutska istraživanja i kontrolu kvaliteta (CEMFIK)
Назив програма у оквиру ког се реализује истраживање
Biodiverzitet biljnog sveta Srbije i Balkanskog poluostrva – procena, održivo korišćenje i zaštita; osnovna istraživanja, br. 173030, Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије
1. Opis podataka
<p>1.1 Vrsta studije: doktorska disertacija</p> <p><i>Ukratko opisati tip studije u okviru koje se podaci prikupljaju</i></p> <p>Studija predstavlja istraživanje u okviru doktorske disertacije čiji je cilj bila fitohemijska i morfološka karakterizacija predstavnika roda <i>Mentha</i>, sekcija <i>Pulegium</i> i <i>Mentha</i> na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije. Obuhvatila je analizu morfoloških karakteristika vegetativnih i generativnih organa veoma srodne i slične grupe vrsta (<i>M. longifolia</i>, <i>M. microphylla</i> i <i>M. spicata</i>), kao i komparativnu analizu odabranih karaktera, procenu njihovog udela u varijabilnosti i razjašnjenju taksonomske problematike datih taksona na istraživanom području. Pored toga, analizirana su populacije <i>M. pulegium</i>, <i>M. longifolia</i>, <i>M. spicata</i> i <i>M. microphylla</i> u cilju otkirvanja postojanja i frekvencije funkcionalno ženskih jedinki, tj. postojanja ginodiecekih populacija na području obuhvaćenom istraživanjem. Urađena je primarna hemijska karakterizacija 11 taksona roda <i>Mentha</i> (<i>M. aquatica</i>, <i>M. arvensis</i>, <i>M. longifolia</i>, <i>M. microphylla</i>, <i>M. pulegium</i>, <i>M. spicata</i>, <i>M. × dumetorum</i>, <i>M. × gentillis</i>, <i>M. × piperita</i>, <i>M. × piperita M. × piperita</i> ‘Ruska crna’, <i>M. × verticillata</i>), koja je podrazumevala određivanje ukupnog sadržaja fenola i flavonoida u vodeno-alkoholnim ekstraktima, radi ukazivanja na potencijalno prirodne resurse na istraživanom području. Sekundarna hemijska karakterizacija svedena je kvalitativnu i kvantitativnu analizu 12 polifenolnih jedinjenja (sedam fenolnih kiselina i pet flavonoida) u vodeno-alkoholnim rastvorima 11 taksona roda <i>Mentha</i> (<i>M. aquatica</i>, <i>M. arvensis</i>, <i>M. longifolia</i>, <i>M. microphylla</i>, <i>M. pulegium</i>, <i>M. spicata</i>, <i>M. × dumetorum</i>, <i>M. × gentillis</i>, <i>M. × piperita</i>, <i>M. × piperita M. × piperita</i> ‘Ruska crna’, <i>M. × verticillata</i>), primernom visokoeffikasne tečne fromatografije (HP–LC). Tercijarna hemijska karakterizacija pomoću <i>headspace</i> gasno-masene spektrofotometrije (GC–MS) omogućila je utvrđivanje sastava isparljivih jedinjenja prisutnih u uzorcima poreklom od 11 taksona roda <i>Mentha</i> (<i>M. aquatica</i>, <i>M. arvensis</i>, <i>M. longifolia</i>, <i>M. microphylla</i>, <i>M. pulegium</i>, <i>M. spicata</i>, <i>M. × dumetorum</i>, <i>M. × gentillis</i>, <i>M. × piperita</i> ‘Alba’, <i>M. × piperita</i> ‘Crispa’ i <i>M. × verticillata</i>). U okviru morfološke karakterizacije svi uzorci vode poreklo iz prirodnih populacija, dok su u okviru fitohemijske karakterizacije (na sva tri nivoa) dodati i uzorci koji su gajeni.</p>

## 1.2 Vrste podataka

### a) kvantitativni

### b) kvalitativni

## 1.3. Način prikupljanja podataka

a) ankete, upitnici, testovi

b) kliničke procene, medicinski zapisi, elektronski zdravstveni zapisi

c) genotipovi: navesti vrstu \_\_\_\_\_

d) administrativni podaci: navesti vrstu \_\_\_\_\_

e) uzorci tkiva: navesti vrstu \_\_\_\_\_

f) snimci, fotografije: navesti vrstu \_\_\_\_\_

**g) tekst, navesti vrstu:** *M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. longifolia*, *M. microphylla*, *M. pulegium*, *M. spicata*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × piperita*, *M. × piperita* ‘Alba’, *M. × piperita* ‘Crispa’, *M. × piperita* ‘Ruska crna’, *M. × verticillata*.

**h) mapa, navesti vrstu:** zasebne i zajedničke mape za uzorke *M. pulegium*, *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*; zajednička mapa za uzorke *M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. longifolia*, *M. microphylla*, *M. pulegium*, *M. spicata*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × piperita*, *M. × piperita* ‘Ruska crna’ i *M. × verticillata*; zajednička mapa za uzorke *M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. longifolia*, *M. microphylla*, *M. pulegium*, *M. spicata*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × piperita* ‘Alba’, *M. × piperita* ‘Crispa’ i *M. × verticillata*.

### i) ostalo: opisati

merenje kvantitativnih morfoloških karaktera na vegetativnim i generativnim organima biljaka, direktno na samoj biljci ili na fotografijama koje su napravljene tokom disekcije i obrade materijala (Stereomikroskop Leica M205c, kamera Leica DFC 290 HD), pomoću programa za merenje Digimizer Image Analysis Software ver. 5.3.5, kao i ocenjivanje kvalitativnih karaktera na vegetativnim organima biljaka (*M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*) direktno na biljnom materijalu; merenje ukupnog sadržaja fenola i flavonoida i 12 polifenolnih jedinjenja u vodeno-alkoholnim ekstraktima, kao i kvantitet i kvalitet isparljivih komponenti 11 predstavnika roda *Mentha*.

## 1.3 Format podataka, upotrebljene skale, količina podataka

### 1.3.1 Upotrebljeni softver i format datoteke:

a) **Excel fajl, datoteka** .xlsx

b) **SPSS fajl, datoteka** \_\_\_\_\_

c) **PDF fajl, datoteka** .pdf

d) **Text fajl, datoteka:** .docx

e) **JPG fajl, datoteka:** .jpg

f) **Ostalo, datoteka:** .txt, .exe, .stat, .tiff

### 1.3.2. Broj zapisa (kod kvantitativnih podataka)

a) broj varijabli:

Preliminarna analiza ginodiecizma u populacijama četiri vrste: *M. pulegium*, *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* – utvrđivano je prisustvo i frekvencija dve varijable (dvopolan cvet i funkcionalno ženski cvet). Morfološka karakterizacija tri vrste *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* obuhvatila je ukupno 42 kvantitativna karaktera (=varijable), od čega su 36 bili morfometrijski, a šest meristički i 11 kvalitativnih karaktera. U okviru vegetativnog regiona i cvasti mereno je 11 kvantitativnih karaktera, od čega su devet bili morfometrijske prirode, a dva merističke prirode. Sa ukupno 42 stanja ocenjivano je 11 kvalitativnih karaktera na stablu, listu, cvasti i brakteji. Morfološka karakterizacija generativnog regiona (cvet) i brakteje urađena je uz 31 kvantitativni karakter, od čega su 27 bili morfometrijske prirode, a četiri merističke prirode. Primarna hemijska karakterizacija – merene su dve varijable nezavisno (ukupan sadržaj fenola i ukupan sadržaj flavonoida). Sekundarna hemijska karakterizacija – meren je kvalitativni i kvantitativni sadržaj 12 varijabli zajedno: ferulna kiselina (FA),

hlorogenska kiselina (ChA), kafena kiselina (CA), *p*-kumarinska kiselina (CoU), ruzmarinska kiselina (RA), sinapinska kiselina (SA), vanilinska kiselina (VA), apigenin (A), naringenin (N), epikatehin (E), rutin (R) i kvercetin (Q). Tercijarna hemijska karakterizacija – meren je kvalitativni i kvantitativni sastav maksimalno 54 isparljive komponente (=varijable).

b) broj merenja (ispitanika, procena, snimaka i sl.):

Preliminarna analiza ginodiecizma obuhvatila je utvrđivanje prisustva dve varijable kod jedinki populacija četiri vrste (*M. pulegium*, *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*). Pregledano je 36 populacija (pojedinačno po vrstama 16, 12, 3 i 5) i 1.080 jedinki (pojedinačno po vrstama 480, 360, 90 i 150). Pregledan je nemerljiv (veliki) broj cvetova na svim jedinkama. Morfološka karakterizacija kvantitativnih karaktera vegetativnog regiona i cvasti: tri vrste (*M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*), 91 populacija (pojedinačno po vrstama 71, 9 i 11), 2.007 jedinki (pojedinačno po vrstama 1.529, 215 i 263). Izmereno je 11 kvantitativnih karaktera na svim jedinkama. Morfološka karakterizacija kvalitativnih karaktera vegetativnog regiona, brakteja i cvasti: tri vrste (*M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*), 91 populacija (pojedinačno po vrstama 71, 9 i 11), 2.023 jedinice (pojedinačno po vrstama 1.537, 222 i 264). Ocenjivano je stanje 11 kvalitativnih karaktera na svim jedinkama. Morfološka karakterizacija kvantitativnih karaktera generativnog regiona i brakteje: tri vrste (*M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*), 38 populacija (pojedinačno po vrstama 17, 9 i 12), 989 jedinice (pojedinačno po vrstama 456, 249 i 284), maksimalno 989 cvetova (pojedinačno po vrstama 347, 180 i 189 dvopolnih i 109, 69 i 95 funkcionalno ženskih). Izmeren je 31 karakter na svim jedinkama koje su imale date karaktere. Primarna hemijska karakterizacija – merene su dve varijable nezavisno u 163 vodeno-alkoholna ekstrakta 11 taksona roda *Mentha*; Sekundarna hemijska karakterizacija – mereno je 12 varijabli zajedno u 138 vodeno-alkoholna ekstrakta 11 taksona roda *Mentha*; Tercijarna hemijska karakterizacija – meren je sastav isparljivih komponenti kod 11 taksona roda *Mentha*.

### 1.3.3. Ponovljena merenja

a) **da**

b) ne

Ukoliko je odgovor da, odgovoriti na sledeća pitanja:

a) vremenski razmak između ponovljenih mera je: 30–60 sekundi.

b) varijable koje se više puta mere odnose se na: primarnu i sekundarnu karakterizaciju vodeno-alkoholnih ekstrakta.

c) nove verzije fajlova koji sadrže ponovljena merenja su imenovane kao: nisu imenovani novi fajlovi, jer je na osnovu tri uzastopna ponavljanja data srednja vrednost koja je korišćena u analizama i nalazi se u postojećim fajlovima.

Napomene: \_\_\_\_\_

*Da li formati i softver omogućavaju deljenje i dugoročnu validnost podataka?*

a) **Da**

b) *Ne*

*Ako je odgovor ne, obrazložiti* \_\_\_\_\_

## 2. Prikupljanje podataka

### 2.1 Metodologija za prikupljanje/generisanje podataka

#### 2.1.1. U okviru kog istraživačkog nacrta su podaci prikupljeni?

a) eksperiment, navesti tip: eksperimenti su izvođeni u okviru hemijske karakterizacije biljnog materijala i to nekoliko tipova: preliminarni eksperiment (provera metoda), definitivni eksperiment uz jednu (fenoli, flavonoidi) i više varijabli (12 polifenolnih jedinjenja; sastav isparljivih jedinjenja) koje su merene.



b) korelaciono istraživanje, navesti tip: izvršene su analize koeficijenata korelacije među merenim morfometrijskim karakterima stabla, lista i brakteje, kao i između brakteje, delova čašice, krunice, prašnika, plodnika, stubića i žiga u cilju izdvajanja korelacionih parova i/ili serija, kao i multivarijantne statističke analize.

c) analiza teksta, navesti tip: analizirana je prethodno objavljena i dostupna literatura u elektronskoj ili papirnoj verziji radi postavljanja ciljeva i plana istraživanja, kao i radi upoređivanja dobijenih rezultata sa postojećim.

d) ostalo, navesti šta: podaci su prikupljeni utvrđivanjem prisustva i frekvencije dve varijable, kao i merenjem morfometrijskih i merističkih karaktera i ocenjivanjem kvalitativnih karaktera na vegetativnom i/ili generativnom regionu biljaka, direktno na biljnom materijalu ili na fotografijama nastalim nakon disekcije i obrade cvetova i brakteja.

*2.1.2 Navesti vrste mernih instrumenata ili standarde podataka specifičnih za određenu naučnu disciplinu (ako postoje).*

Stereomikroskop (Leica M205) sa kamerom (Leica DFC 290 HD), nonijus (pomično merilo, preciznost 0.01 mm), uređaj za visokoeфикаsnu tečnu hromatografiju (Agilent HP 1100 HPLC), koji je kuplovan sa DAD (Diode Array) detektorom i autosemplerom (Agilent, Valdbron, Nemačka), kolona Zorbax CB-C18, „headspace sampler“ (HSS, 7697A Headspace Sampler, Agilent Technologies), gasni hromatograf (7890B GC System, Agilent Technologies).

## 2.2 Kvalitet podataka i standardi

### 2.2.1. Tretman nedostajućih podataka

a) Da li matrica sadrži nedostajuće podatke? Da **Ne**

Ako je odgovor da, odgovoriti na sledeća pitanja:

- a) Koliki je broj nedostajućih podataka? \_\_\_\_\_
- b) Da li se korisniku matrice preporučuje zamena nedostajućih podataka? Da **Ne**
- c) Ako je odgovor da, navesti sugestije za tretman zamene nedostajućih podataka:

### 2.2.2. Na koji način je kontrolisan kvalitet podataka? Opisati

Kvalitet podataka kontrolisan je statističkim metodama u softveru Statistica for Windows, v.13 (StatSoft, 2020).

### 2.2.3. Na koji način je izvršena kontrola unosa podataka u matricu?

Kontrola podataka unosa u matricu urađena je poređenjem sa protokolima koji su popunjavani prilikom merenja, a potom i filtriranje podataka u fajlovima excel formata.

## 3. Tretman podataka i prateća dokumentacija

### 3.1. Tretman i čuvanje podataka

*3.1.1. Podaci će biti deponovani u Zajednički portal svih doktorskih disertacija i izveštaja komisija o njihovoj osecni na univerzitetima u Srbiji (NaRDUS) i u repozitorijumu doktorskih disertacija Univerziteta u Novom sadu (CRIS).*

*3.1.2. URL adresa \_\_\_\_\_*

*3.1.3. DOI \_\_\_\_\_*

3.1.4. Da li će podaci biti u otvorenom pristupu?

- a) **Da**
- b) *Da, ali posle embarga koji će trajati do \_\_\_\_\_*
- c) *Ne*

*Ako je odgovor ne, navesti razlog:*

3.1.5. Podaci neće biti deponovani u repozitorijum, ali će biti čuvani.

*Doktorska disertacija će biti deponovana u repozitorijumu disertacija UNS i generalnom portalu svih doktorskih disertacija na univerzitetima u RS.*

3.2 Metapodaci i dokumentacija podataka

3.2.1. Koji standard za metapodatke će biti primenjen?

---

3.2.1. Navesti metapodatke na osnovu kojih su podaci deponovani u repozitorijum.

---

*Ako je potrebno, navesti metode koje se koriste za preuzimanje podataka, analitičke i proceduralne informacije, njihovo kodiranje, detaljne opise varijabli, zapisa itd.*

---

3.3 Strategija i standardi za čuvanje podataka

3.3.1. Do kog perioda će podaci biti čuvani u repozitorijumu? **Neograničeno**

3.3.2. Da li će podaci biti deponovani pod šifrom? Da **Ne**

3.3.3. Da li će šifra biti dostupna određenom krugu istraživača? Da **Ne**

3.3.4. Da li se podaci moraju ukloniti iz otvorenog pristupa posle izvesnog vremena?

Da **Ne**

Obrazložiti

---

#### 4. Bezbednost podataka i zaštita poverljivih informacija

Ovaj odeljak MORA biti popunjen ako vaši podaci uključuju lične podatke koji se odnose na učesnike u istraživanju. Za druga istraživanja treba takođe razmotriti zaštitu i sigurnost podataka.

4.1 Formalni standardi za sigurnost informacija/podataka

Istraživači koji sprovode ispitivanja s ljudima moraju da se pridržavaju Zakona o zaštiti podataka o ličnosti ([https://www.paragraf.rs/propisi/zakon\\_o\\_zastiti\\_podataka\\_o\\_licnosti.html](https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_podataka_o_licnosti.html)) i odgovarajućeg institucionalnog kodeksa o akademskom integritetu.

4.1.2. Da li je istraživanje odobreno od strane etičke komisije? Da **Ne**

Ako je odgovor Da, navesti datum i naziv etičke komisije koja je odobrila istraživanje

---

4.1.2. Da li podaci uključuju lične podatke učesnika u istraživanju? Da **Ne**

Ako je odgovor da, navedite na koji način ste osigurali poverljivost i sigurnost informacija vezanih za ispitanike:

- a) Podaci nisu u otvorenom pristupu
- b) Podaci su anonimizirani
- c) Ostalo, navesti šta

#### 5. Dostupnost podataka

5.1. Podaci će biti:

a) javno dostupni

**b) dostupni samo uskom krugu istraživača u određenoj naučnoj oblasti (odnosi se na originalne=meta podatke)**

c) zatvoreni

5.2. Ako su podaci dostupni samo uskom krugu istraživača, navesti pod kojim uslovima mogu da ih koriste:

Uski krug istraživača može meta podatke koristiti u nekomercijalne svrhe, tj. dozvoljeno je umnožavanje, distribucija i javno saopštenje dela i prerada uz navođenje imena autora na način određen od strane autora i ako se preada distribuira pod istom ili sličnom licencom.

5.3. Ako su podaci dostupni samo uskom krugu istraživača, navesti na koji način mogu pristupiti podacima:

Uski krug istraživača koji bude eventualno zainteresovan za prikupljene originalne podatke će datim podacima moći da pristupi bez licence/šifre, a biće im poslat elektronskim putem.

5.4. Navesti licencu pod kojom će prikupljeni podaci biti arhivirani.

Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima

## 6. Uloge i odgovornost

6.1. Navesti ime i prezime i mejl adresu vlasnika (autora) podataka

Bojana Bokić, mejl adresa: bojana.bokic@dbe.uns.ac.rs

6.2. Navesti ime i prezime i mejl adresu osobe koja održava matricu s podacima

Bojana Bokić, mejl adresa: bojana.bokic@dbe.uns.ac.rs

6.3. Navesti ime i prezime i mejl adresu osobe koja omogućuje pristup podacima drugim istraživačima

Bojana Bokić, mejl adresa: bojana.bokic@dbe.uns.ac.rs

**UNIVERZITET U NOVOM SADU**  
**PRIRODNO–MATEMATIČKI FAKULTET**

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Bojana Bokić
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	dr Goran Anačkov, redovni profesor i dr Biljana Božin, redovni profesor
Naslov rada: NR	Morfološka i fitohemijska karakterizacija predstavnika sekcija <i>Pulegium</i> (Mill.) Lam. & DC. 1805 i <i>Mentha</i> ( <i>Mentha</i> L., Lamiaceae) sa Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije
Jezik publikacije: JP	srpski (latinica)
Jezik izvoda: JI	srpski/engleski
Zemlja publikovanja: ZP	Republika Srbija
Uže geografsko područje: UGP	AP Vojvodina

Godina: GO	2021. godina
Izdavač: IZ	Autorski reprint
Mesto i adresa: MA	Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno–matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju, Trg Dositeja Obradovića 2, 21000 Novi Sad
Fizički opis rada: FO	Broj poglavlja: <b>(8)</b> / stranica: <b>(248)</b> / slika: <b>(141)</b> / tabela: <b>(71)</b> / referenci: <b>(423)</b> / prilog: <b>(1)</b> sa <b>1</b> slikom i <b>17</b> tabela
Naučna oblast: NO	Biologija
Naučna disciplina: ND	Botanika
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	<i>Mentha</i> , nane, linearna morfometrija, varijabilnost, ginodiecizam, fenoli, flavonoidi, isparljiva jedinjenja
UDK	
Čuva se: ČU	Biblioteka Prirodno–matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu
Važna napomena: VN	Nema
Izvod: IZ	Među više od 220, do sada poznatih rodova porodice Lamiaceae, rod <i>Mentha</i> se može okarakterisati kao jedan od najbolje istraženih, barem u pogledu njegovog hemijskog sastava. Ono što nanama daje na značaju i omogućava široku tradicionalnu i komercijalnu primenu, jeste visok etarskih ulja i fenolnih jedinjenja. Ova jedinjenja su produkti sekundarnog metabolizma biljaka, koja su prepoznata kao antioksidantni, antiinflamatorni, antifungalni, antibakterijski, antiviralni i insekticidni agensi. Etarska ulja i fenoli su često upotrebljavani u hemotaksonomskim studijama različitih vrsta, rodova, pa i potporodica iz porodice Lamiaceae.

Rod *Mentha* je taksonomski izuzetno kompleksan zbog česte hibridizacije, izražene fenotipske plastičnosti, gajenja, različitog broja hromozoma i nivoa ploidnosti, vegetativnog razmnožavanja i pojave muške sterilnosti u cvetovima. Kao posledica interspecijske hibridizacije, ali i zbog povratnog ukraštanja novostvorenih hibrida sa roditeljskim vrstama, identifikacija i definisanje varijabilnosti taksona su veoma komplikovani, posebno u tipskoj sekciji. Dodatno, smatra se da je taksonomska situacija u okviru grupe *Spicata* na Balkanskom poluostrvu veoma nejasna i da zahteva detaljniju analizu. Sistem polnog razmnožavanja koji oduvek fascinira naučnike, opisuje i omogućava reproduktivni uspeh polovine vrsta porodice Lamiaceae, ali i uvodi zabunu u nomenklaturu, taksonomiju i sistematiku, jeste ginodioecizam. Ovaj model se navodi kao tipičan za rod *Mentha*, a podrazumeva redukciju, nepotpuno razvijanje i sterilnost prašnika u cvetovima određenog procenta jedinki u populacijama, odnosno, koegzistenciju funkcionalno ženskih sa hermafroditnim jedinkama, čiji su cvetovi uobičajeno građeni i dvopolni. Iako se prilikom opisa roda uvek navodi postojanje ovog mehanizma, retko je ta pojava detaljno analizirana, a na području Balkanskog poluostrva i u južnom delu Panonske nizije nije nikada. Zbog svega navedenog, istraživanja predstavnika dve sekcije roda *Mentha* (sect. *Pulegium* i sect. *Mentha*), sa Balkanskog poluostrva i južnog dela Panonske nizije, realizovana su u tri pravca: 1) preliminarna analiza strukture populacija četiri vrste (*M. pulegium*, *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*), u cilju potvrđivanja postojanja ginodiecizma i utvrđivanja frekvencije funkcionalno ženskih i hermafroditnih jedinki u populacijama, 2) morfološka istraživanja karaktera vegetativnih i generativnih organa i komparativna taksonomska analiza tri vrste (*M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*), u cilju definisanja njihove varijabilnosti, kao i intra- i interspecijskih razlika, i 3) primarna, sekundarna

i tercijarna hemijska karakterizacija različitih taksona roda *Mentha* (*M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. longifolia*, *M. microphylla*, *M. spicata*, *M. pulegium*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × piperita*, *M. × piperita* ‘Alba’, *M. × piperita* ‘Crispa’, *M. × piperita* ‘Ruska crna’ i *M. × verticillata*) radi ukazivanja na nedovoljno eksploatisane potencijalne prirodne resurse, kao i zbog utvrđivanja sličnosti i razlika u hemijskom sastavu uzoraka različitih taksona, u cilju eventualne primene fenolnih i isparljivih jedinjenja u hemotaksonomiji. Biljni materijal korišćen u svim analizama roda *Mentha*, prikupljen je tokom terenskih istraživanja sprovedenih na Balkanskom poluostrvu i u južnom delu Panonske nizije, a većinski potiče sa teritorija Bosne i Hercegovine, Bugarske, Crne Gore, Grčke, Severne Makedonije i Srbije. Pored toga, studija obuhvata i pojedinačne uzorke iz Albanije i Slovenije, kao i nekoliko uzorka gajenih oblika roda sa privatnih parcela, i uzorke porekom sa oglednih parcela Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, (Odeljenje za alternativne kulture i organsku proizvodnju, Bački Petrovac). Na osnovu rezultata preliminarne analize ginodiecizma, sprovedene na 1.080 jedinki iz 36 populacija, ustanovljeno je da su sve populacije vrste *M. pulegium* hermafroditne sa jedinkama koje imaju normalne, dvopolnim cvetove čije su antere krupne, nedeformisane i sadrže veliku količinu polena. Za razliku od njih, 11 populacija vrsta *M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata* pored hermafroditnih, uključivale su i funkcionalno ženske jedinke, zbog koji su one okarakterisane kao ginodiecke. U populacijama vrsta *M. longifolia* i *M. spicata* zabeležena je po jedna intermedijerna jedinka, koja istovremeno ima i dvopolne i funkcionalno ženske cvetove, a u populacijama vrste *M. longifolia* bile su prisutne i jedinke nejasnog statusa, čiji cvetovi su imali smanjene prašnike smeštene unutar krunice sa smanjenim anterama koje deluju suvo, a čiji polen zahteva dodatne analize fertilitnosti i vijabilnosti. Zabeležena je različita frekvencija funkcionalno ženskih jedinki u populacijama,

koja varira u velikom opsegu, a morfometrijskim analizama cvetova, ustanovljeno je da su funkcionalno ženski cvetovi sitniji u odnosu na dvopolne, što se ogleda preventivno razlikama u veličini prašnika, a potom i čašice i krunice, dok jasnije diferencijacije u dužinama plodnika, stubića i žiga nema. Morfološka istraživanja kvantitativnih i kvalitativnih karaktera stabla, lista i cvasti ukupno su obuhvatila 95 populacija i 2.023 jedinke, a na nivou cveta i brakteje analizirano je 38 populacija i 989 jedinki tri vrste (*M. longifolia*, *M. microphylla* i *M. spicata*). Stablo, list i cvast analizirani su uz 11 kvantitativnih i 11 kvalitativnih karaktera, dok su za analizu cveta i brakteje isključivo korišteni kvantitativni karakteri (34). Podaci su obrađeni metodama osnovne, univarijantne i multivarijantne statistike. Na osnovu analiza morfometrijskih karaktera pokazano je da se stablo, list, cvasti i brakteja karakterišu izraženom varijabilnošću. Nasuprot tome karakteri cveta su bili sličniji i manje varijabilni. Izdvojeni su morfometrijski karakteri primenljivi za intra- i interspecijsku diferencijaciju i diskriminaciju analiziranih taksona, a utvrđen je i njihov obrazac varijabilnosti. Rezultati upućuju da sporan takson označen kao vrsta „*M. microphylla*“, koji je prema poslednjoj podeli u vodu sinonima uključen u *M. spicata* subsp. *condensata* pokazuje osobine jasno definisane vrste i zaslužuje detaljnu reviziju. Na istraživanom području potvrđena je kompleksnost populacija vrsta *M. longifolia* i *M. spicata*, koja se pre svega ogleda u njihovoj velikoj sličnosti i teškoj identifikaciji sa postojećim ključevima za determinaciju. Stoga su kao dodatni karakteri definisani ključevi za razdvajanje ove tri vrste na osnovu morfometrijskih karaktera delova cveta. Na osnovu analize kvalitativnih karaktera ustanovljeno je da uzorak nije uniforman i da se *a priori* definisane vrste jasno odvajaju, kao i neke populacije unutar njih. Primarna hemijska karakterizacija obuhvatila je određivanje prinosa ekstrakcije i sadržaja ukupnih fenola i



	<p>flavonoida, gravimetrijskim i spektrofotometrijskim tehnikama, u 163 vodeno-alkoholna ekstrakta taksona roda <i>Mentha</i> i rezultati su pokazali veliko bogatstvo. Sekundarna hemijska karakterizacije je podrazumevala analizu prisustva i sadržaja 12 fenolnih jedinjenja, primenom visokoefikasne tečne hromatografije (HPLC) na ukupno 138 ekstrakata. Izdvojena su jedinjenja koja su zabeležena kod svih taksona, njihove učestalosti i rasponi vrednosti. Kod vrsta predstavljenih većim brojem uzoraka poreklom sa velikog geografskog područja, uočljivo je postojanje značajnih razlika u pogledu prinosa, sadržaja ukupnih fenola i flavonoida, kao i 12 analiziranih jedinjenja. Tercijarna hemijska karakterizacija je svedena na analizu isparljivih komponenti u 12 uzoraka suvog biljnog materijala, korišćenjem <i>headspace</i> gasne hromatografije–masene spektrometrije (GC–MS). Identifikovano je prisustvo 54 isparljiva jedinjenja, grupisanih u pet klasa. Dobijeni su novi podaci o hemijskom diverzitetu roda <i>Mentha</i>, a potvrđeni su i prethodno publikovani. Na osnovu kvalitativnog i kvantitativnog sadržaja ovih isparljivih jedinjenja, a prema rezultatima klaster analize, bio je uočljiv drugačiji hemotipski obrazac hibridnih taksona u odnosu na roditeljske vrste. Na osnovu jednog ili dva najzastupljenija jedinjenja, analizirani taksoni su podeljeni u pet hemotipova, tj. tri zasebne jedinice i dve grupe taksona. Ovo je prva studija koja se bavila pojavom ginodiecizma u populacijama roda <i>Mentha</i>, morfološkom varijabilnošću veoma varijabilnih i sličnih vrsta.</p>
Datum prihvatanja teme od strane Senata:  DP	26.09.2019. godine
Datum odbrane:  DO	2021. godine

Članovi komisije:

(ime i prezime / titula / zvanje / naziv  
organizacije / status)

KO

---

dr Ružica Igić, redovni profesor  
Prirodno–matematički fakultet  
Univerzitet u Novom Sadu  
predsednik komisije

---

dr Goran Anačkov, redovni profesor  
Prirodno–matematički fakultet  
Univerzitet u Novom Sadu  
mentor

---

dr Biljana Božin, redovni profesor  
Medicinski fakultet  
Univerzitet u Novom Sadu  
mentor

---

dr Neda Mimica Dukić, redovni profesor  
Prirodno–matematički fakultet  
Univerzitet u Novom Sadu  
član

	<hr/> <p>dr Gordana Tomović, vanredni profesor Biološki fakultet Univerzitet u Beogradu član</p>
--	--

# UNIVERSITY OF NOVI SAD

## FACULTY OF SCIENCES

### KEY WORD DOCUMENTATION

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	PhD thesis
Author: AU	Bojana Bokić
Mentor: MN	PhD Goran Anačkov, Full professor and PhD Biljana Božin, Full professor
Title: TI	Morphological and phytochemical characterization of section <i>Pulegium</i> (Mill.) Lam. & DC. 1805 and <i>Mentha</i> ( <i>Mentha</i> , Lamiaceae) representatives from the Balkan Peninsula and southern part of Pannonian Plain
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	Serbian and English
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	AP Vojvodina

Publication year: PY	2021.
Publisher: PU	Author's reprint
Publication place: PP	University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Trg Dositeja Obradovića 2, 21000 Novi Sad
Physical description: PD	Number of: chapters ( <b>8</b> ); pages ( <b>248</b> ); figures ( <b>141</b> ); tables ( <b>71</b> ); references ( <b>423</b> ); appendix ( <b>1</b> ) with <b>1</b> figure and <b>17</b> tables
Scientific field SF	Biology
Scientific discipline SD	Botany
Subject, Key words SKW	<i>Mentha</i> , mints, linear morphometry, variability, gynodioecy, phenols, flavonoids, volatiles
UC	
Holding data: HD	Library of the Faculty of Sciences, University of Novi Sad
Note: N	n.a.
Abstract: AB	Among more than 220 genera, so far described and accepted in the family Lamiaceae, the genus <i>Mentha</i> can be regarded as one of the best studied, at least in view of its chemical content. The mints owe its importance and wide spectra of traditional and commercial use to the high content of essential oils and phenolics. These compounds are products of plant secondary metabolism, and they acting as antioxidant, antibacterial, antifungal, anti-inflammatory, anti-insect and antiviral agents. Essential oils and phenolics have been frequently used as markers in chemotaxonomy of various species, genera, as well as subfamilies of the family Lamiaceae The taxonomy of the genus

*Mentha* is extremely complex due to ease of hybridization, strong phenotypic plasticity, cultivation, different chromosome numbers and ploidy levels, vegetative propagation and occurrence of male sterility in flowers. As a consequence of interspecific hybridization and backcrosses of newly formed progenies with their parents, identification of separate taxa and definition of their variability are challenging, particularly in the typical section. Additionally, taxonomy of the group *Spicata* in the Balkan peninsula is considered to be unclear and demands more detailed analyses. The system of sexual reproduction that fascinates scientists since ever, describes and enables reproductive success of the half of Lamiaceae species, but surely had brought confusion to nomenclature, taxonomy and systematics, is gynodioecism. This mating system is cited as typical trait of the genus *Mentha* and it is considered reduction, incomplete development and sterility of stamens in flowers of some percent of individuals in populations, i.e. coexistence of females (male-sterile) and hermaphrodites, whose flowers are normally developed and bisexual. Although the occurrence of this mechanism in description of the genus *Mentha* has always been noted, it is quite rarely investigated, and there is no single record of it in the Balkan Peninsula and southern part of Pannonian plain. Taking everything into account, research of the genus *Mentha* (sect. *Pulegium* i sect. *Mentha*) representatives from the Balkan peninsula and southern part of Pannonian plain has been designed as follows: 1) preliminary analysis of populations' structure of four species (*M. pulegium*, *M. longifolia*, *M. microphylla* and *M. spicata*) with aim to confirm gynodioecism and determine frequencies of females and hermaphrodites in populations, 2) morphometric analysis of vegetative and generative organs and comparative taxonomical analysis of three species (*M. longifolia*, *M. microphylla* and *M. spicata*), in order to define their variability, as well as intra- and interspecific differences, and 3) primary, secondary and tertiary chemical characterization

of various taxa of the genus *Mentha* (*M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. longifolia*, *M. microphylla*, *M. spicata*, *M. pulegium*, *M. × dumetorum*, *M. × gentillis*, *M. × piperita*, *M. × piperita* ‘Alba’, *M. × piperita* ‘Crispa’, *M. × piperita* ‘Ruska crna’ and *M. × verticillata*) with the goal to indicate insufficiently exploited potential natural resources and to evaluate similarities and differences in chemical content of different taxa samples, for the purpose of possible application of analyzed compounds in chemotaxonomy. Plant material used in all analyses of the genus *Mentha* was collected during field trips conducted in Balkan peninsula and southern part of Pannonian Plain, and its major part originated from Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Montenegro, Greece, North Macedonia and Serbia. Furthermore, the study included one sample per Albania and Slovenia, respectively, as well as several samples of cultivated forms of the genus obtained from private (Padej, Serbia) and experimental parcels of the Institute of Field and Vegetable Crops (Alternative Crops and Organic Cultures Department, Bački Petrovac, Serbia). According to the results of the preliminary analysis of gynodioecism conducted on 1.080 individuals from 36 populations it was founded that all investigated populations of the species *M. pulegium* were hermaphroditic, because all recorded individuals had perfect flowers, with normally developed pistils and large anthers containing great amount of pollen grains. In contrast to that, 11 populations of three species (*M. longifolia*, *M. microphylla* and *M. spicata*) contained hermaphrodite and female individuals, hence they were distinguished as gynodioecious. Besides that, in one population per species *M. longifolia* and *M. spicata* respectively, there were intermediate individuals, which had both, perfect and female (pistilate) flowers. Moreover, in some populations of the species *M. longifolia* there were individuals of uncertain status, whose flowers had reduced stamens within corollas, with small, collapsed and often dry anthers, which pollen grains require fertility and viability tests in order

to be properly classified. Different frequencies of hermaphrodites and females were noted, with great variations in and among populations. It was confirmed that female flowers are smaller than perfect flowers, with differences were primarily visible in parameters of stamens, as well as in calyx and corolla dimensions, but unfortunately without clear differentiation in length of ovaries, styles and stigmas. Quantitative and/or qualitative morphological analyses of stem, leaf, inflorescence and bract were performed on 95 populations and 2.023 individuals, while dimensions of flowers and bracts were analyzed on 989 individuals of three species (*M. longifolia*, *M. microphylla* and *M. spicata*). Stem, leaf, inflorescence and bract were analyzed with 13 quantitative and 11 qualitative characters, while flower and bract were solely measured using 34 quantitative characters. Comparative morphological analyses were conducted employing methods of basic, univariate and multivariate statistics. It was shown that stems, leaves, inflorescences and bracts were significantly variable in view of obtained values of morphometric characters. In contrast, morphometric characters of flowers were significantly similar and variable in smaller extent. Morphometric characters with possible application in intra- and interspecies differentiation and discrimination of the analyzed taxa were distinguished, and pattern of their variability was established. The results of morphometric analyses of flower part pointed out that disputable taxon labelled as species "*M. microphylla*", in the latest classification included as a synonym within *M. spicata* subsp. *condensata* showed features of clearly defined species and therefore deserves detailed revision. Also, large complexity of *M. longifolia* and *M. spicata* populations was confirmed in the investigated area, primarily seen in their similarity, and difficult identification with existing identification keys. Therefore, according to dimensions of flower parts, additional identification keys were constructed for easier determination of those



	<p>species. Based on analyses of qualitative characters, it was found that samples were not homogenous, and that <i>a priori</i> defined species can be clearly separated, as well as some of populations within them. Primary chemical characterization was included determination of yield of extraction and total content of phenols and flavonoids, with gravimetric and spectrophotometric techniques in 163 aqueous-alcoholic extracts, and it confirmed richness of the genus <i>Mentha</i>. Secondary chemical characterization was involved analysis of presence and content of 12 phenolic compounds, with high-performance liquid chromatography (HPLC) in 138 aqueous-alcoholic extracts. Compounds that were identified in all analyzed taxa, their ranges and frequencies were listed. Great differences in yield of extraction, total content of phenols and flavonoids, as well as 12 phenolic compounds were the most obvious in species represented by large number of samples, originated from wide geographical territory. Tertiary chemical characterization covered evaluation of qualitative and quantitative volatile content in 12 samples of dried plant material, using headspace gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). There were 54 different volatiles, grouped in five classes. Many previous data were confirmed, but there was also a new data in light of volatiles recorded in investigated area. According to the quantitative and qualitative investigation of identified volatiles (mainly acc. to one or two dominant compounds) performed in cluster analysis there was different chemical pattern of hybrids in respect to parental species. Henceforth, analyzed taxa were divided into five chemotypes, i.e. three separate lines and two groups.</p>
<p>Accepted on Senate on: AS</p>	<p>26.09.2019.</p>
<p>Defended: DE</p>	<p>2021.</p>

Thesis Defend Board:

DB

---

PhD Ružica Igić, Full professor  
Faculty of Sciences  
University of Novi Sad  
President

---

PhD Goran Anačkov, Full professor  
Faculty of Sciences  
University of Novi Sad  
Mentor

---

PhD Biljana Božin, Full professor  
Faculty of Medicine  
University of Novi Sad  
Mentor

---

PhD Neda Mimica Dukić, Full professor  
Faculty of Sciences  
University of Novi Sad  
Member

	<hr/> <p>PhD Gordana Tomović, Associate professor Faculty of Biology University of Belgrade Member</p>
--	--