

Hemijski sastav etarskog ulja bosiljka (*Ocimum basilicum* L. Lamiaceae)

Slavica Ć. Jelačić¹, Damir V. Beatović¹, Slaven A. Prodanović¹, Slavoljub R. Tasić², Đorđe Ž. Moravčević¹, Ana M. Vujošević¹, Savo M. Vučković¹

¹Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija

²Institut za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“, Beograd, Srbija

Izvod

Analizirano je etarsko ulje izolovano iz herbe deset populacija bosiljka koje se tradicionalno gaje na teritoriji Republike Srbije. Sadržaj etarskog ulja u suvoj herbi ispitivanih populacija se kretao od 0,87 do 1,84%. Rezultati gasnohromatografske analize etarskih ulja ispitivanih populacija bosiljka ukazuju na njihov složen hemijski sastav i da pripadaju najcenjenijem evropskom hemotipu. Dominantna komponenta kod svih deset etarskih ulja je monoterpen linalol i kreće se u rasponu od 51,52 do 74,73%. Fenilpropanoid metil kavikol se kreće od 2,49 do 18,97%. Etarsko ulje populacija T6, T-7, T-8 i T-10 karakteriše se povišenim 1,8 cineolom (4,44, 3,70, 4,01 i 3,43%, redom). Populacije T-3 i T-4 u etarskom ulju sadrže veći procenat geraniola (4,27 i 3,31%, redom), Najveći sadržaj germakrena D registrovan je kod populacije T-9 (4,30%) i T-10 (4,18%), dok se kod ostalih kretao od 2,17 do 3,69%.

Ključne reči: populacije bosiljka; hemijski sastav; etarsko ulje; linalol; metil kavikol.

Dostupno na Internetu sa adrese časopisa: <http://www.ache.org.rs/HI/>

NAUČNI RAD

UDK 635.71(497.11):547.913

Hem. Ind. 65 (4) 465–471 (2011)

doi: 10.2298/HEMIND110227020J

Bosiljak (*Ocimum basilicum* L.) gaji se tradicionalno u Srbiji kao ukrasna, lekovita, začinska i obredna biljka. U Srbiju su bosiljak doneli monasi u XII veku sa svojih hodočasničkih putovanja [1]. Kod pravoslavnih naroda ima versko i obredno značenje, a u Indiji i Pakistanu bosiljak je biljka posvećena boginji Tulsi [2].

Bosiljak pripada porodici Lamiaceae i vodi poreklo iz tropskih i sutropskih krajeva Azije, Afrike i Amerike. Rod *Ocimum* obuhvata oko 150 vrsta [3,4]. U okviru vrste *Ocimum basilicum* L. postoji veći broj varijeteta koji se razlikuju po opštoj morfološkoj strukturi i građi, a zatim i po sadržaju i kompoziciji etarskog ulja. Hemijski sastav određuje hemotipsku pripadnost etarskog ulja i osnov je za hemotaksonomiju unutar roda *Ocimum* i vrste *Ocimum basilicum* L. [5].

Herba bosiljka (*Basilici herba*) koristi se u tradicionalnoj i homeopatskoj medicini za lečenje većeg broja bolesti. Etarsko ulje bosiljka (*Basilici aetheroleum*) koristi se prehrambenoj, parfimerijskoj i kozmetičkoj industriji. Etarsko ulje bosiljka ima izraženu biološku aktivnost: baktericidno, fungicidno, antiviralno, repelentno, antioksidativno, antidijaroično, hemopreventivno i radioprotektivno [6–14].

Na svetskom tržištu se nalazi nekoliko tipova etarskog ulja koja se razlikuju po hemijskom sastavu, kompoziciji i mirisu. Etarska ulja bosiljka su deklarirana prema geografskom poreklu i dominantnim komponentama u svom sastavu [15]. Dominantne komponente etarskog ulja bosiljka nastaju u dva različita biohemijska

puta: fenilpropanoidi (metil kavikol, eugenol, metil eugenol i metil cinamat) preko šikiminske kiseline, a terpenoidi (linalol i geraniol) preko mevalonske kiseline [15]. Najznačajniji tipovi etarskih ulja su: evropski ili francuski, egipatski, reunion, bugarski i javanski tip. Evropski tip etarskog ulja je najboljeg kvaliteta, ima najfiniju mirisnu notu i najveću cenu na tržištu [16]. Dominantne komponente ovog tipa etarskog ulja su linalol i metil kavikol (estragol). Ostale komponente koje se mogu naći u većoj koncentraciji u ovom tipu ulja su: 1,8-cineol, eugenol, geraniol, germakren D, α -terpineol, β -kariofilen, ocimen, sabinen, tujon i γ -terpinen [17].

Antimikrobna aktivnost etarskih ulja zavisi od kompozicije i hemijskog sastava. Terpenoidi kao što su linalol, ocimen, α -terpineol, 1,8-cineol, kamfor, α -pinen zatim germakren i drugi seskviterpeni su od velikog ekološkog i biološkog značaja. Seskviterpeni su veoma jaki fitoaleksini (antifungalni sekundarni metaboliti) a među njima se posebno ističe germakren. Veliku antibakterijsku efikasnost imaju monoterpeni 1,8-cineol, kamfor, linalol, α -terpineol i dr. [6,18].

Kompozicija i sadržaj etarskog ulja su veoma značajni parametri za ocenu kvaliteta bosiljka i njegovu primenu kao sirovine za potrebe različitih grana farmaceutske, prehrambene i hemijske industrije. U ovom radu je ispitan hemijski sastav etarskog ulja populacija bosiljka koje se tradicionalno gaje na području Srbije i smatraju se „domaćim“.

EKSPERIMENTALNI DEO

Biljni materijal

Kao materijal za istraživanje korišćeno je deset populacija bosiljka, koje su kolekcionisane na teritoriji

Prepiska: S.J. Jelačić, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun, 11080 Beograd.

E-pošta: jelacic@agrif.bg.ac.rs

Rad primljen: 27. februar, 2011

Rad prihvaćen: 18. mart, 2011

Republike Srbije i sastavni su deo multidisciplinarnih istraživanja u periodu od 1996. do 2010. godine. Taksonomska pripadnost populacija izvršena je po ključu Ivanove [3]. Agronomska karakterizacija i evaluacija ovih populacija obavljena je po UPOV deskriptoru za bosiljak [19]. Odabrane populacije označene su pod šifrom od T-1 do T-10 i deponovane u Banci biljnih gena Srbije i Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu.

Bosiljak je jednogodišnja vrsta, razmnožava se generativno, usev se zasniva direktnom setvom semena tokom maja meseca. Aktivne kolekcije bosiljka su formirane i održavaju se u Pančevu i Surčinu. Uzorci herbe (*Basilici herba*) za hemijske analize su uzimani u fazi cvetanja biljaka. Herba je osušena prirodno, propisno je upakovana i čuvana do hemijskih analiza.

Izolacija etarskog ulja

Etarsko ulje iz suve herbe, ispitivanih populacija bosiljka, dobijeno je hidrodestilacijom u oficinalnom aparatu po *Clavenger*-u po I postupku koji propisuje jugoslovenska Farmakopeja IV [20]. Dobijeno ulje je osušeno uz pomoć bezvodnog natrijum-sulfata i čuvano na temperaturi od 4 °C do hemijske analize GC/FID.

Gasna hromatografija (GC)

Uzorci etarskog ulja bosiljka su rastvoreni u heksanu i upotrebljeni za klasičnu analitičku gasnohromatografsku analizu (GC/FID). Analize su urađene na gasnom hromatografu HP 5890 sa plamenonjonizujućim detektorom (kolona HP-5 25 m×0,32 mm×0,52 μm) i na HP-GCD sistemu sa kolonom iste polarosti. Uzorci su analizirani u split modu (1:50), temperatura injektora 250 °C, detektora 280 °C, a temperatura kolone linearno je programirana od 40 do 280 °C, sa brzinom zagrevanja od 4 °C/min. Identifikacija komponenti je vršena upoređivanjem retencionih vremena pikova sa uzor-

cima standarda i njihovim masenim spektrom i upoređivanjem masenih spektara sa podacima biblioteke Wiley 275. Retencionna vremena determinisanih komponenti su u saglasnosti sa vrednostima Kovačevih indeksa za DB-5 kolonu, prema podacima biblioteke spektra R. Adamsa [21]. Zastupljenost komponenti je data kao vrednost procenata površina (area, %) dobijenih integracijom pikova korišćenjem FID detektora.

Statistička obrada podataka

Eksperimentalni rezultati su obrađeni statističkim metodama analize varijanse i Lsd testa. Grupisanje populacija bosiljka po zastupljenosti dominantnih komponenti u etarskom ulju izvršeno je na osnovu hijerarhijske analize klastera po metodi Warda, korišćenjem Euklidovih rastojanja za formiranje matrice distanci [22]. Vizuelizacija klasterovanja je izvršena putem dendrograma.

REZULTATI I DISKUSIJA

Etarska ulja ispitivanih populacija bosiljka su tečnosti svetlo žute boje i specifičnog aromatičnog mirisa. Sadržaj etarskog ulja u suvoj herbi ispitivanih populacija se kretao od 0,87 do 1,84% (tabela 1).

Poređenjem populacija (Lsd) testom utvrđeno je da se populacija T-6 sa prosečnih 1,84% etarskog ulja na 100 g suve herbe (v/w) izdvaja kao najbogatija i da se veoma značajno razlikuje od svih drugih. Po visokom sadržaju etarskog ulja izdvajaju se i populacije T-2, T-10 i T-4. Dobijene vrednosti u ispitivanim populacijama veće su u poređenju sa sadržajem (0,4–1,5%) dobijenim u lokalnim populacijama iz Turske [23,24]. Takođe, ispitivane populacije bogatije su etarskim uljem i od genotipova bosiljaka iz italijanske i USDA kolekcije koji sadrže u proseku ispod 1% [16,25].

Tabela 1. Sadržaj etarskog ulja u populacijama bosiljka
Table 1. Content of essential oils in basil populations

Oznaka populacije bosiljka	Taksonomska pripadnost	Mesto sakupljanja	Sadržaj etarskog ulja, %
T-1	<i>O. basilicum</i> subs. <i>basilicum</i> (L) Mansf. var. <i>purpurescens</i> Benth	Bogovađa	1,31
T-2	<i>O. basilicum</i> subs. <i>basilicum</i> (L) Mansf.	Čačak	1,41
T-3	<i>O. basilicum</i> subs. <i>basilicum</i> (L) Mansf.	Kuršumlja	0,98
T-4	<i>O. basilicum</i> subs. <i>basilicum</i> (L) Mansf.	Ljubovija	1,34
T-5	<i>O. basilicum</i> subs. <i>basilicum</i> (L) Mansf.	Kraljevo	1,25
T-6	<i>O. basilicum</i> subs. <i>basilicum</i> (L) Mansf.	Kraljevo	1,84
T-7	<i>O. basilicum</i> subs. <i>basilicum</i> (L) Mansf.	Pančevo	0,87
T-8	<i>O. basilicum</i> subs. <i>minimum</i> (L) Danert. i Mansf. var. <i>minimum</i> Mansf.	Vranje	0,96
T-9	<i>O. basilicum</i> subs. <i>basilicum</i> (L) Mansf.	Negotin	1,27
T-10	<i>O. basilicum</i> subs. <i>basilicum</i> (L) Mansf.	Valjevo	1,35
Lsd 0,05			0,265
Lsd 0,01			0,357

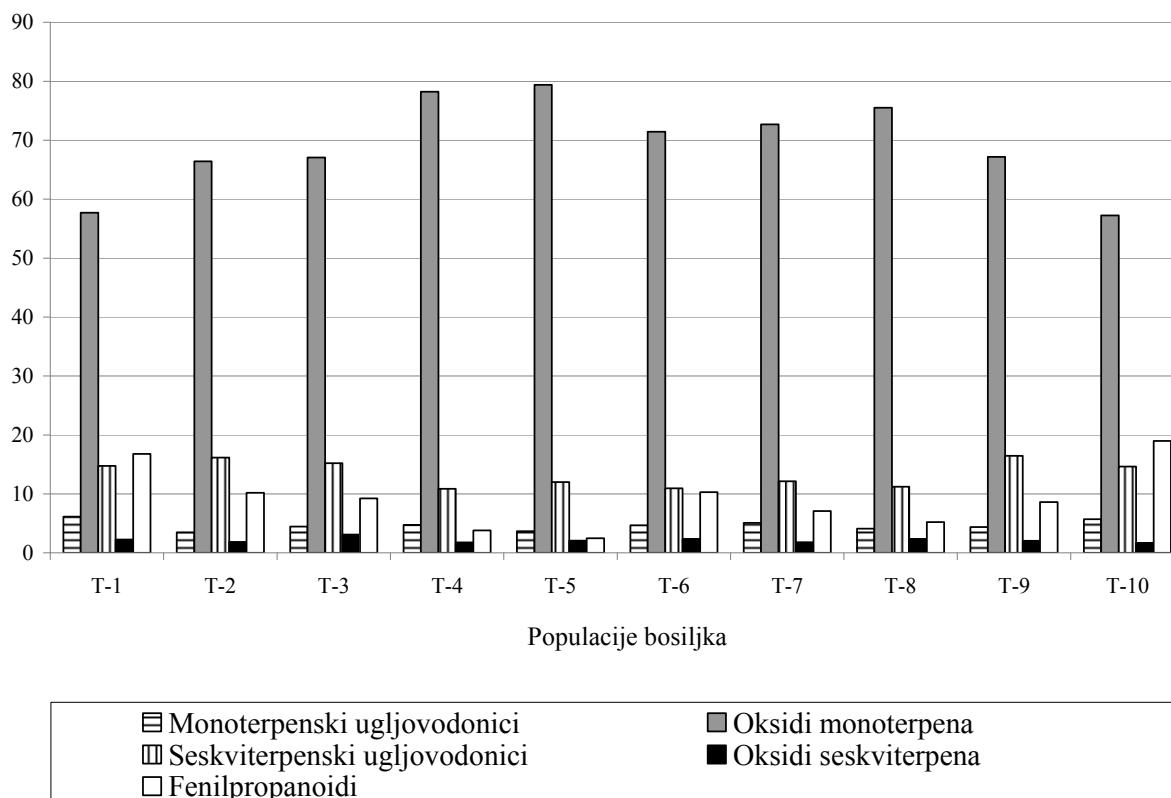
Rezultati gasnohromatografske analize etarskih ulja ispitivanih populacija bosiljka ukazuju na njihov složen hemijski sastav. U tabeli 2 data je hemijska kompozicija etarskih ulja deset populacija bosiljka. Upoređenjem hemijske kompozicije etarskih ulja bosiljka dominantne komponente se mogu grupisati u tri velike grupe: monoterpena, seskviterpena i fenilpropanoide. Njihov kvantitativni odnos daje dva hemijska profila: monoterpeni > seskviterpeni > fenilpropanoidi (T-2, T-3, T-4, T-5,

T-6, T-7, T-8 i T-9) i monoterpeni > fenilpropanoidi > seskviterpeni (T-1 i T-10). Na slici 1 prikazane su dominantne grupe jedinjenja u etarskom ulju ispitivanih populacija bosiljka.

Identifikovano je ukupno 33 komponente, od kojih je 51,51% monoterpena (11 ugljovodonka i 6 oksida); 42,42% seskviterpena (13 ugljovodonika i 1 oksid); 3,03% aromatičnih komponenti (1 fenilpropanoid) i 3,03% ostalih. Kod svih deset populacija dominantna

Tabela 2. Hemijski sastav etarskog ulja ispitivanih populacija bosiljka
Table 2. Chemical composition of tested basil populations

Komponenta	RI	Populacija bosiljka									
		T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10
1. Etil-izovalerijat	6,730	0,27	0,13	0,13	0,17	0,14	0,13	0,20	0,23	0,13	0,13
2. α -Tujen	11,343	0,20	0,10	0,11	0,14	0,11	0,25	0,26	0,27	0,25	0,26
3. α -Pinenp	13,622	0,26	0,12	0,14	0,16	0,14	0,13	0,14	0,13	0,13	0,13
4. Kamfen	13,937	1,47	0,73	0,77	0,96	0,80	0,74	0,71	0,75	0,74	0,77
5. Sabinen	14,211	0,48	0,24	0,68	0,31	0,27	0,54	0,43	0,43	0,44	0,46
6. β -Pinen	14,701	0,61	0,36	0,18	0,45	0,39	0,56	0,51	0,56	0,46	0,49
7. Mircen	15,049	0,25	0,27	0,27	0,30	0,17	0,22	0,22	0,23	0,22	0,56
8. α -Terpinen	15,263	1,48	0,74	0,79	0,97	0,80	0,76	0,74	0,74	0,74	0,78
9. p -Cimen	15,360	0,59	0,27	0,29	0,36	0,32	0,29	0,28	0,29	0,28	0,31
10. Limonen	16,490	0,46	0,23	0,39	0,47	0,37	0,39	0,45	0,19	0,23	0,44
11. 1,8-Cineol	16,854	2,34	2,67	2,76	2,38	1,36	4,44	3,70	4,01	2,80	3,43
12. <i>trans</i> - β -Ocimen	17,392	0,35	0,29	0,31	0,37	0,30	0,32	0,28	0,27	0,52	1,13
13. γ -Terpinen	19,159	–	0,14	0,53	0,24	–	0,48	1,07	0,27	0,35	0,37
14. Linalol	19,512	55,71	61,07	58,6	71,41	74,73	65,25	66,03	69,76	61,47	51,52
15. Kamfor	21,597	0,45	0,50	0,76	0,85	0,61	0,31	0,36	0,21	0,53	0,31
16. α -Terpineol	22,418	–	–	0,45	–	–	0,67	0,99	0,37	0,78	0,64
17. Metil-kavikol	23,554	16,8	10,17	9,24	3,82	2,49	10,30	7,09	5,21	8,59	18,97
18. Geraniol	25,542	0,79	1,91	4,27	3,31	2,40	0,60	1,09	0,60	1,28	0,73
19. Bornil-acetat	26,987	0,41	0,26	0,23	0,29	0,28	0,15	0,50	0,56	0,31	0,63
20. α -Kopaen	30,380	0,37	0,39	0,53	0,39	0,41	0,16	0,43	0,26	0,20	0,56
21. β -Elemen	30,860	1,02	0,97	1,04	0,59	0,73	0,54	0,72	0,69	0,95	0,91
22. β -Kariofilen	32,027	0,56	0,78	0,60	0,65	0,56	0,36	0,35	0,30	0,73	0,83
23. <i>trans</i> - α -Bergamoten	32,310	0,59	0,95	2,40	0,79	1,36	1,20	1,62	1,2	0,70	0,49
24. α -Guajen	32,507	1,03	1,59	1,10	0,53	1,27	0,61	0,94	1,22	1,72	1,28
25. α -Humulen	33,196	0,89	0,76	0,73	0,47	0,60	0,47	0,71	0,55	0,89	0,62
26. <i>trans</i> - β -Farnezen	33,474	0,61	0,88	0,70	0,50	0,58	0,74	0,60	0,56	0,89	0,50
27. Germakren D	34,086	3,69	3,53	2,64	2,35	2,44	2,62	2,60	2,17	4,30	4,18
28. β -Selinen	34,306	1,31	1,07	0,40	0,84	0,38	0,66	0,50	0,63	1,09	0,88
29. α -Selinen + biciklogermakren	34,578	1,57	1,82	1,00	1,28	0,75	0,77	0,80	0,58	1,58	1,78
30. Germakren A	34,828	1,27	1,24	1,37	0,64	1,00	0,69	0,99	0,91	1,18	0,90
31. γ -Kadinen	35,110	1,35	1,43	1,87	1,44	1,52	1,52	1,32	1,48	1,39	1,23
32. δ -Kadinen	38,387	0,50	0,73	0,82	0,38	0,41	0,62	0,58	0,67	0,87	0,50
33. α -Murolol	39,119	2,26	1,86	3,08	1,79	2,06	2,38	1,8	2,38	2,05	1,70
Ukupno		99,94	98,20	99,18	99,60	99,75	99,87	99,01	98,68	98,79	98,42
Identifikovane komponente		31	32	33	32	31	33	33	33	33	33
Monoterpenski ugljovodonici		6,15	3,49	4,46	4,73	3,67	4,68	5,09	4,13	4,36	5,7
Oksidi monoterpena		59,7	66,41	67,07	78,24	79,38	71,42	72,67	75,51	67,17	57,26
Seskviterpenski ugljovodonici		14,76	16,14	15,2	10,85	12,01	10,96	12,16	11,22	16,47	14,66
Oksidi seskviterpena		2,26	1,86	3,08	1,79	2,06	2,38	1,8	2,38	2,05	1,70
Fenilpropanoidi		16,8	10,17	9,24	3,82	2,49	10,30	7,09	5,21	8,59	18,97
Ostalo		0,33	1,93	0,95	0,57	0,39	0,26	01,19	1,55	1,34	1,71



Slika 1. Dominantne grupe jedinjenja u etarskom ulju ispitivanih populacija bosiljka.

Figure 1. Predominant compound groups in essential oils of tested basil populations.

komponenta etarskog ulja su oksidi monoterpena, i zastupljeni su od 57,26 do 79,38%. Druga grupa jedinjenja su seskviterpeni ugljovodoni sa učešćem od 10,85 do 16,47%. Treći po zastupljenosti, u kompoziciji analiziranih etarskih ulja je fenilpropanoid metil kavikol (estragol) i kreće se od 2,49 do 18,97%.

Dominantna komponenta kod svih deset etarskih ulja je monoterpen linalol (tabela 2). Sadržaj linalola kreće se u rasponu od 51,52 do 74,73% (T-5>T-4>T-8>T-7>T-6>T-9>T-2>T-3>T-1>T-10). Druga komponenta po zastupljenosti je fenilpropanoid metil kavikol i kreće se od 2,49 do 18,97% (T-10>T-1>T-6>T-3>T-2>T-9>T-7>T-8>T-4>T-5). Populacije se među sobom razlikuju po sadržaju ove dve vodeće komponente ali je linalol kod svih zastupljen u većem procentu od metil-kavikola.

Etarsko ulje populacije T-10 sadrži najmanje linalola (51,52%) a najviše metil-kavikola (18,97%). Populacija T-5, u odnosu na sve druge populacije, u etarskom ulju ima najviše linalola 74,73% ali istovremeno, najmanje metil-kavikola 2,49%. Etarsko ulje populacija T-6, T-7, T-8 i T-10 se karakteriše povišenim 1,8-cineolom. Populacije T-3 i T-4 u etarskom ulju sadrže veći procenat geraniola, za njima slede populacije T-2 i T-5. Kod svih deset etarskih ulja seskviterpenska frakcija se sastoji od većeg broja komponenti. Od najvećeg ekološkog i biološkog značaja je germakren D. Najveći sadržaj germakrena D registrovan je kod populacije T-9 (4,30%), dok se kod

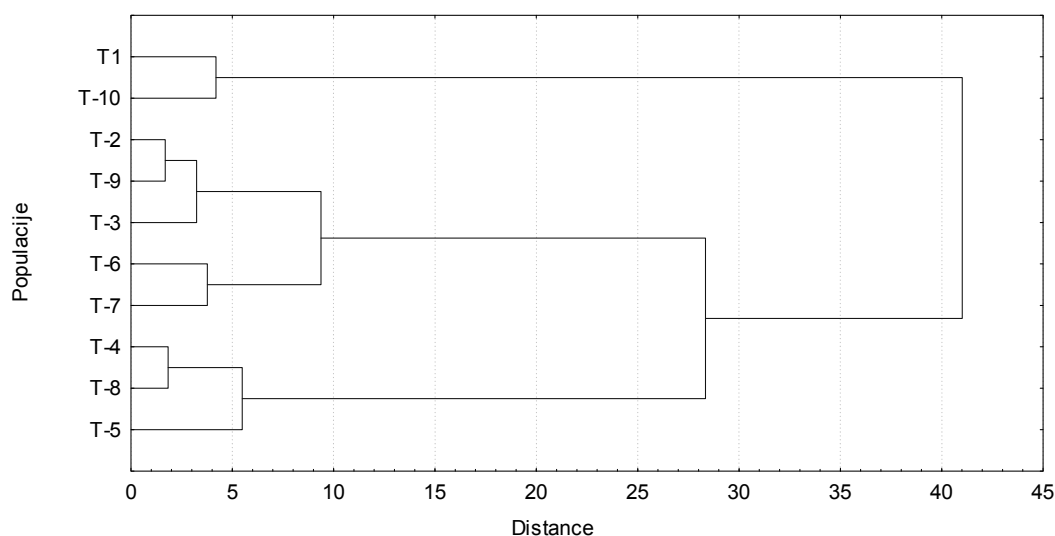
ostalih kretao od 2,17 do 3,69%. Ovi rezultati ukazuju na izuzetno visok antifungalni kapacitet etarskog ulja ispitivanih populacija.

Po sadržaju linalola kao dominantne komponente u etarskom ulju ispitivanih populacija bosiljka najbliži je bosiljak iz Bugarske sa vrednošću od 71,4% [26]. Lokalne populacije bosiljka iz Turske sadrže linalol (37,7–60,2%) kao dominantnu komponentu u etarskom ulju [23,24]. Italijanski genotipovi sadrže linalol u intervalu od 18,96 do 69,86% [16,27]. Etarsko ulje bosiljka iz drugih agroekoloških uslova sadrže manju količinu linalola u odnosu na ispitivane populacije iz Srbije [29–36].

Bosiljak sa većim sadržajem metil-kavikola u etarskom ulju karakterističan je za druga agroekološka podneblja. Sadržaj metil-kavikola u etarskom ulju bosiljka gajenog u Ričmondu (SAD) kretao se od 53,4 do 91,5%. Bosiljak iz Mongolije sadržao je od 19,77 do 19,85%, bosiljak iz Kanade od 74,4 do 86,4%, a iz Irana od 40,5 do 52,4% metil-kavikola [5,30,37,38].

Dendrogram klaster analize ispitivanih populacija za hemijski sastav etarskog ulja (% linalola i % metil-kavikola) prikazan je na slici 2. Ispitivane populacije bosiljka su grupisane po hemijskoj bliskosti u različite grupe i podgrupe.

U grupi I nalaze se populacije T-1 i T-10 i one sadrže veći procenat metil-kavikola u odnosu na sve ostale populacije. Grupu II čine populacije T-2, T-9, T-3, T-6 i T-7.



Slika 2. Dendrogram hemijskog sastava etarskih ulja.
Figure 2. Essential oils chemical composition dendrogram.

U okviru ove grupe uočavaju se dve podgrupe. Jednu čine populacije T-6 i T-7, a drugu čine populacije T-2, T-9 i T-3. Najsličnijeg hemijskog sastava su populacije T-2 i T-9. Grupu III čine populacije bosiljka T-4, T-8 i T-5. Ovoj grupi pripadaju populacije koje se odlikuju visokim sadržajem linalola i nižim sadržajem metil-kavikola.

Rezultati klaster analize ukazuju na hemijsku divergentnost deset ispitivanih populacija bosiljka.

ZAKLJUČAK

U toku istraživanja urađena je detaljna gasnohromatografska analiza etarskih ulja izolovanih iz herbe deset populacija bosiljka *Ocimum basilicum* L. koje se tradicionalno gaje na teritoriji Srbije i smatraju se „domaćim“. Etarska ulja ispitivanih populacija bosiljka su tečnosti svetlo žute boje i specifičnog aromatičnog mirisa. Sve populacije su veoma kvalitetne po sadržaju etarskog ulja u herbi. Utvrđeno je da su ulja svih deset populacija veoma složenog hemijskog sastava. Kvalitativno su slična, i sva pripadaju najcenjenijem evropskom hemotipu, ali su po sadržaju najzastupljenijih komponenti značajno različita. Ove populacije bosiljka se mogu koristiti kao sirovinska baza za proizvodnju etarskog ulja za različite grane domaće farmaceutske, prehrambene i hemijske industrije i za izvoz.

Zahvalnica

Rezultati ovih istraživanja su deo projekta III 46001 Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije.

LITERATURA

[1] V. Čajkanović, Rečnik srpskih narodnih verovanja o biljkama, Srpska književna zadruga, Beograd, 1985, str. 125–128.

- [2] K.Nazim, M. Ahmed, M.Uzair, Growth potential of the species of basil in sandy soil in Karachi, Pak. J. Bot. **41** (2009) 1637–1644.
- [3] К.Б. Иванова, Внутривидовая классификация базилика огородного (*Ocimum basilicum* L.), Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, **133** (1990) 41–49.
- [4] P. Pushpangadan, B.L. Bradu, in: Advances in Horticulture, Medicinal and Aromatic Plants, K.L. Chadha, R. Gupta, (Eds), Malhotra Publishing House, New Delhi, Vol. 11, 1995, pp. 627–657.
- [5] R.J. Grayer, G.C. Kite, J. Goldstone, S.E. Bryan, A. Paton, E. Putievsky, Intraspecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, *Ocimum basilicum*, Phytochemistry **43** (1996) 1033–1039.
- [6] D. Runyoro, O. Ngassapa, K. Vagionas, N. Aligiannis, K. Graikou, I.Chinou, Chemical composition and antimicrobial activity essential oils of four *Ocimum* species growing in Tanzania, Food Chem. **119** (2010) 311–316.
- [7] G. Opalchenova, D.Obreshkova, Comparative studies on the activity of basil-an essential oil from *Ocimum basilicum* L. – against multiridrug resistant clinical isolated of genera *Staphylococcus*, *Enterococcus* and *Pseudomonas* by using different test methods, J. Microbiol. Meth. **54** (2003) 105–110.
- [8] J. Gutierrez, C. Barry-Ryan, P.Bourke, The antimicrobial efficacy of plants oils combinations and interactions with food ingredients, Int. J. Food Microbiol. **124** (2008) 91–97.
- [9] J.S. Dambolena, M.P. Zunino, A.G. López, H.R. Rubinstein, J.A. Zygodlo, J.W. Mwangi, G.N. Thoithi, I.O. Kibwage, J.M. Mwalukumbi, S.T. Kariuki, Essential oils composition of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum gratissimum* L. from Kenya and their inhibitory effects on growth and fumonisin production by *Fusarium verticillioides*, Innov. Food Sci. Emerg. **11** (2010) 410–414.

- [10] B. Božin, N. Mimica-Dukić, N. Simin, G. Anackov, Characterization of the volatile composition of essential oils of some Lamiaceae spices and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils, *J. Agric. Food Chem.* **54** (2006) 1882–1828.
- [11] L.C. Chiang, P.W. Cheng, W. Chaing, C.C. Lin, Antiviral activities of extracts and selected pure constituents of *Ocimum basilicum*, *Cli. Exp. Pharmacol. Physiol.* **32** (2005) 811–816.
- [12] M.J. Pascual-Villalobos, M.C. Ballesta-Acosta, Chemical Variation in an *Ocimum basilicum* germplasm collection and activity of the essential oils on *Callosobruchus maculatus*, *Biochem. Syst. Ecol.* **31** (2003) 673–679.
- [13] F. Lukmanul Hakkim, G. Arivazhagan, R. Boopathy, Antioxidant property of selected *Ocimum* spices and their secondary metabolite content, *J. Med. Plants Res.* **2** (2008) 250–257.
- [14] D. Gajula, M. Verghese, J. Boateng, L.T. Walker, L. Schackelford, S.R. Mentreddy, S.Cedric, Determination of total phenolics, flavonoids, and antioxidant and chemopreventive potential of basil (*Ocimum basilicum* L. and *Ocimum tenuiflorum* L.), *Int. J. Cancer Res.* **5** (2009) 130–143.
- [15] The Essential Oils, Individual essential oils of the plant families Rutaceae and L. E. Guenther (Ed.), D. van Nostrand Company, Vol. 3, 1953, p. 399.
- [16] R. Hiltunen, Y. Holm, in: Basil: The Genus *Ocimum*. Medicinal and Aromatic Plants – Industrial profiles, R. Hiltunen, Y. Holm (Eds.), Harword Academic Publishers, 1999, pp. 77–78.
- [17] M. Marotti, R. Piccaglia, E. Giovanelli, Differences in essential oil composition of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Italian cultivars related to morphological characteristics, *J. Agric. Food Chem.* **44** (1996) 3926–3929.
- [18] Y. Hasegava, K. Tajima, N. Toi, Y. Sugimura, Characteristic components found in the essential oil of *Ocimum basilicum* L., *Flavour Fragr. J.* **12** (1997) 195–200.
- [19] UPOV Basil (*Ocimum basilicum* L.) TG/200/1, Geneva, 2003, pp. 1–21.
- [20] Jugoslovenska farmakopeja Ph.Yug. IV, Izd. Savezni zavod za zdravstvenu zaštitu, Beograd, 1984, str. 126–127.
- [21] R.P. Adams, Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry, 4th Ed., Allured Publishing Co. Carol Stream, Illinois, 2007, pp. 69–351.
- [22] J.H. Ward, Hierarchical grouping to optimize an objective function, *J. Am. Stat. Ass.* **58** (1963) 236–244.
- [23] I. Telci, E. Bayram, G. Yilmaz, B. Avci, Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.), *Biochem. Syst. Ecol.* **34** (2006) 489–497.
- [24] B. Gurbuz, A. Ipek, D. Basalma, E.O. Sarihan, C. Sancak, S. Ozcan, Effect of diurnal variability on essential oil composition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.), *Asian J. Chem.* **18** (2006) 285–288.
- [25] V.D. Zheljzkov, A. Callahan, C.L. Cantrell, J. Agric. Yield and oil composition of 38 basil (*Ocimum basilicum* L.) accessions grown in Mississippi, *Food Chem.* **56** (2008) 241–245.
- [26] L. Jirovetz, G. Buchbauer, L. Jirovetz, G. Buchbauer, Analysis, chemotype and quality control of essential oil of a new cultivated basil (*Ocimum basilicum* L.) plant from Bulgaria, *Scientia Pharmaceutica* **69** (2001) 85–89.
- [27] M. Labra, M. Miele, B. Ledda, F. Grassi, M. Mazzei, F. Sala, Morphological characterization, essential oil composition and DNA genotyping of *Ocimum basilicum* L. cultivars, *Plant Sci.* **167** (2004) 725–731.
- [28] L.D. Masi, P. Siviero, C. Esposito, D. Castaldo, F. Siano, B. Laratta, Assessment of agronomic, chemical and genetic variability in common basila (*Ocimum basilicum* L.), *Eur. Food Technol.* **223** (2006) 273–281.
- [29] S. Nacar, S. Tansi, Chemical components of different basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars grown in Mediterranean regions in Turkey, *Isrl. J. Plant Sci.* **48** (2000) 109–112.
- [30] S. Shatar, Sh. Altantsetseg, I. Sarnai, D. Zoljargal, T.D. Thang, N.X. Dung, Chemical composition of the essential oil of *Ocimum basilicum* cultivated in Mongolian Desert-Gobi, *Chem. Nat. Comp.* **43** (2007) 726–727.
- [31] S.M. Kéita, S. Vincent, J.P. Schmit, A. Bélanger, Essential oil composition of *Ocimum basilicum* L., *O. gratissimum* L. and *O. suave* L. in the Republic of Guinea, *Flavour Fragr. J.* **15** (2000) 339–341.
- [32] A.I. Hussain, F. Anwar, S.T.H. Sherazi, R. Przybulski, Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations, *Food Chem.* **108** (2008) 986–995.
- [33] U. Ravid, E. Putievsky, I. Katzir, E. Lewinsohn, Enantiomeric composition of linalol in the essential oils of *Ocimum* species and in commercial basil oils, *Flavour Fragr. J.* **12** (1997) 293–296.
- [34] K.J. Lachovicz, G.P. Jones, D.R. Briggs, F.E. Bienvenu, M.V. Palmer, S.S.T. V. Ting, M.M. Hunter, Characteristics of essential oil from basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in Australia, *J. Agric. Food Chem.* **44** (1996) 877–881.
- [35] L. Mondello, G. Zappia, A. Cotroneo, I. Bonaccorsi, J.U. Chowdhury, M. Yusufi, G. Dugo, Studies on the essential oil-bearing plants of Bangladesh. Part VIII. Composition of some *Ocimum* oils *O. basilicum* L. var. *purpurascens*; *O. sanctum* L. green; *O. sanctum* L. purple; *O. americanum* L. citral type; *O. americanum* L. camphor type, *Flavour Fragr. J.* **17** (2007) 335–340.
- [36] A. Vina, E. Murillo, Essential oil composition from twelve varieties of basil (*Ocimum* spp) grown in Colombia, *J. Brazil Chem. Soc.* **14** (2003) 744–749.
- [37] R.F. Viera, J.E. Simon, Chemical characterization of basil (*Ocimum* spp.) based on volatile oils, *Flavour Fragr. J.* **21** (2006) 214–221.
- [38] S.E. Sajjadi, Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum basilicum* L.), *Daru* **14** (2006) 128–130.

SUMMARY**CHEMICAL COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL OF BASIL (*Ocimum basilicum* L. Lamiaceae)**

Slavica Ć. Jelačić¹, Damir V. Beatović¹, Slaven A. Prodanović¹, Slavoljub R. Tasić², Đorđe Ž. Moravčević¹, Ana M. Vujošević¹, Savo M. Vučković¹

¹Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Serbia

²Institute for Medicinal Plant Research "Dr Josif Pančić", Belgrade, Serbia

(Scientific paper)

In Serbia, basil has been grown traditionally as a decorative, medicinal, seasoning and ritual herb, and there is a variety of different populations of basil. Basil is considered to have been brought to Serbia in the 12th century by monks returning from their pilgrimages. Essential oils isolated from herb of ten basil populations traditionally grown on the territory of the Republic of Serbia have been analyzed. The selected populations have been designated under codes from T-1 to T-10 and deposited in the Plant Genes Bank of Serbia and at the Institute for Crop Sciences of the Faculty of Agriculture, University of Belgrade. Essential oils of all tested basil populations were light yellow and had a specific aromatic scent. The composition of essential oil in the dry herb of the tested populations ranged from 0.87 to 1.84%. The results of gas chromatographic analysis of essential oils in tested basil populations pointed to their complex chemical composition and to the fact that they belong to the most appreciated European chemotype. In total, 33 components have been identified in the essential oils. The most common fraction of components in all tested oils was terpenoides. The predominant component in all essential oils is monoterpen linalol, ranging from 51.52 to 74.73%. Phenylpropanoid methylchavicol ranged from 2.49 to 18.97%. Essential oils of populations T-6, T-7, T-8 and T-10 were characterized by elevated 1.8-cineol (4.44, 3.70, 4.01 and 3.43%, respectively). Populations T-3 and T-4 in essential oil contained higher percent of geraniol (4.27 and 3.31%, respectively). In all ten essential oils sesquiterpen fraction consisted of greater number of components, with germacrene having special significance as it was found in high percentage in all populations. The highest content of germacrene was registered in population T-9 (4.30%), T-10 (4.18%), while in others it ranged from 2.17 to 3.69%. Basil populations traditionally grown in Serbia have exceptional quality. They represent an excellent raw material for the production of basil essential oils, for the needs of pharmaceutical, food and chemical industry.

Keywords: Basil populations • Chemical composition • Essential oil • Linalool • Methyl chavicol