

MIHAILO RISTIĆ
DRAGANA
KRIVOKUĆA-ĐOKIĆ
DRAGOJA RADANOVIĆ
TATJANA NASTOVSKI

Institut za proučavanje lekovitog
bilja "Dr Josif Pančić",
Beograd, Srbija

NAUČNI RAD

582.998.2:665.52.004.12:543.544.3

ETARSKO ULJE ARNICA MONTANA I ARNICA CHAMISSONIS*

Analizirano je etarsko ulje izolovano iz cvetova *Arnica montana* i *A. chamissonis*, biljaka gajenih na Tari i u okolini Užica. Analizirana su 3 uzorka *A. montana* i 3 uzorka *A. chamissonis*. Etarsko ulje je izolovano hidrodestilacijom po Klevendžeru i analizirano gasnohromatografski. Sadržaj etarskog ulja, u svim slučajevima, bio je niži od 0,1% (do 0,08%). Od stotinak detektovanih komponenti, identifikovane su 84. Suma sadržaja identifikovanih komponenti iznosila je od 96,1 do 98,8%. Najzastupljenije komponente etarskog ulja *A. montana* bile su β -kariofilen (31,5–34,6%), germakren D (12,5–16,3%), trans- α -jonon (3,9–4,3%) i dekanal (2,7–5,3%), a kod *A. chamissonis* germakren D (18,0–38,3%), α -pinen (6,6–19,1%), p-cimen (2,9–9,0%) i β -kariofilen (2,7–4,7%). Na osnovu detaljne hemijske analize etarskog ulja obe komercijalno važne biljne droge, tehnika gasne hromatografije može se koristiti za lako razlikovanje *A. montana* od *A. chamissonis*.

Cvetovi *Arnica montana* L. (Asteraceae) se široko primenjuju u tradicionalnoj i savremenoj fitoterapiji [1–3]. Hemijski sastav arnike je dosta proučavan [4–9]. Anti-inflamatorna i citotoksična svojstva povezana sa prisustvom seskviterpenskih laktone opravdavaju upotrebu ove biljne droge [10] u fitomedicini. Takođe, flavonoidne komponente ispoljavaju antimikrobno, antoflogistično i antireumatsko delovanje, dok etarsko ulje ima antiseptičnu aktivnost [11–12]. Zbog takvih farmakoloških svojstava, u farmaceutskoj industriji postoji sve veća potražnja za ovim biljnim resursom. Raskorak između zahteva industrije i njenog zaštićenog statusa u mnogim evropskim zemljama, zahtevao je razvoj metoda za njeno gajenje. Pokazalo se da postoje određene teškoće u gajenju ove biljne vrste [13]. Takođe se pokazalo da se *A. chamissonis* Less., koja je prihvaćena u nekim farmakopejama kao oficijalna zamena za *A. montana* [14], može uspešnije gajiti.

Mada nijedna od ovih vrsta nije zastupljena u flori Srbije, u poslednje vreme čine se značajni napori da se one introdukuju na naše prostore i da se njihovim gajenjem obezbedi potrebna farmaceutska sirovina.

Cvetovi arnike sadrže seskviterpenske laktone, flavonoide, diterpene, alkaloidne, poliacetilene, fenolkarbonske kiseline, masne kiseline, kumarine, karotenoide i etarsko ulje [1–2]. Dok je sastav frakcija laktone i flavonoida vrlo detaljno proučavan, o sastavu etarskog ulja ima vrlo malo novijih podataka. Zbog toga je cilj ovog rada detaljna analiza etarskih ulja izolovanih iz cvetova *A. montana* i *A. chamissonis*, gajenih na našim prostorima.

*Rad saopšten na VII simpozijumu "Savremene tehnologije i privredni razvoj", Leskovac, 19. i 20. oktobar 2007. godine

Adresa autora: M. Ristić, Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Tadeuša Koščuška 1, Beograd, Srbija

E-mail: mristic@iplb.co.yu; mristic@amapseec.org

Rad primljen: Septembar 14, 2007.

Rad prihvaćen: Septembar 18, 2007.

EKSPERIMENTALNI DEO

Biljni materijal

U cilju ispitivanja mogućnosti gajenja obe vrste brdanke (*Arnica montana* i *Arnica chamissonis* ssp. *chamissonis*), ogledi su postavljeni na planini Tari, na lokalitetu Kaluderske bare (*A. montana*) i u okolini Užica, na lokalitetu Sevojno (*A. chamissonis*), u periodu od 2003. do 2007. godine. Semenski materijal vrste *Arnica montana* nabavljen je u razmeni sa MTT Agrifood Research Finland, Environmental Research, Ecological Production, Karila (Mikkeli, Finska), a vrste *Arnica chamissonis* ssp. *chamissonis* od firme Pharmasaat (Artern, Nemačka). Plantaže su zasnovane iz rasada.

Uzorci cveta uzimani su u vreme žetve 2007. godine. Kod vrste *A. montana* uzorci cveta su ubirani sa plantaže starosti tri godine a kod vrste *A. chamissonis* sa dvogodišnje plantaže, u 3 faze: na početku, sredinom i na kraju perioda žetve (Tabela 1).

Tabela 1. Pregled uzoraka cveta brdanke
Table 1. Sample list

Oznaka uzorka	Datum	Napomena
<i>A. montana</i>	Am1	21.05.2007. početak žetve
	Am2	29.05.2007. sredina žetve
	Am3	07.06.2007. kraj žetve
<i>A. chamissonis</i>	Ac1	20.05.2007. početak žetve
	Ac2	07.06.2007. sredina žetve
	Ac3	12.07.2007. kraj žetve

Izolacija etarskog ulja

Etarsko ulje je izolovano hidrodestilacijom po Klevendžeru [15] iz suve biljne droge.

Gasna hromatografija (GC)

Klasična analitička gasnohromatografska analiza (GC/FID) urađena je sa Hewlett-Packard gasnim

hromatografom, model HP-5890 Series II, opremljenim split-splitless injektorom povezanim sa HP-5 kolonom (25 m · 0,32 mm, debljine filma 0,52 µm) i plameno-jonizujućim detektorom (FID). Kao noseći gas korišćen je vodonik (1 ml/min). Temperatura injektora iznosila je 250 °C, detektora 300 °C, dok je temperatura kolone menjana u linearnom režimu temperaturskog programiranja od 40–260 °C (4°/min).

Isti analitički uslovi korišćeni su i za potrebe GC analize uz masenospektrometrijsku detekciju (GC/MS) sa HP G 1800C Series II GCD analitičkim sistemom, s tim što je korišćena druga HP-5MS kolona (30 m · 0,25 mm · 0,25 µm) i što je noseći gas bio helijum. Temperatura transfer linije iznosila je 260 °C. Maseni spektri snimani su u EI režimu (70 eV), u opsegu m/z 40–400.

U svim slučajevima petrol-etarski rastvori uzoraka etarskih ulja (1 µl) injektirani su u split-režimu (1:30). Identifikacija pojedinačnih komponenata vršena je masenospektrometrijski i preko Kovačevih

indeksa, uz korišćenje različitih baza masenih spektara (NIST/Wiley), različitih načina pretrage (PBM/NIST/AMDIS) i raspoloživih literaturnih podataka [16–20]. Za kvantifikacione svrhe procenti površina pikova dobijeni integracijom sa odgovarajućih hromatograma (GC/FID) uzeti su kao osnova.

REZULTATI I DISKUSIJA

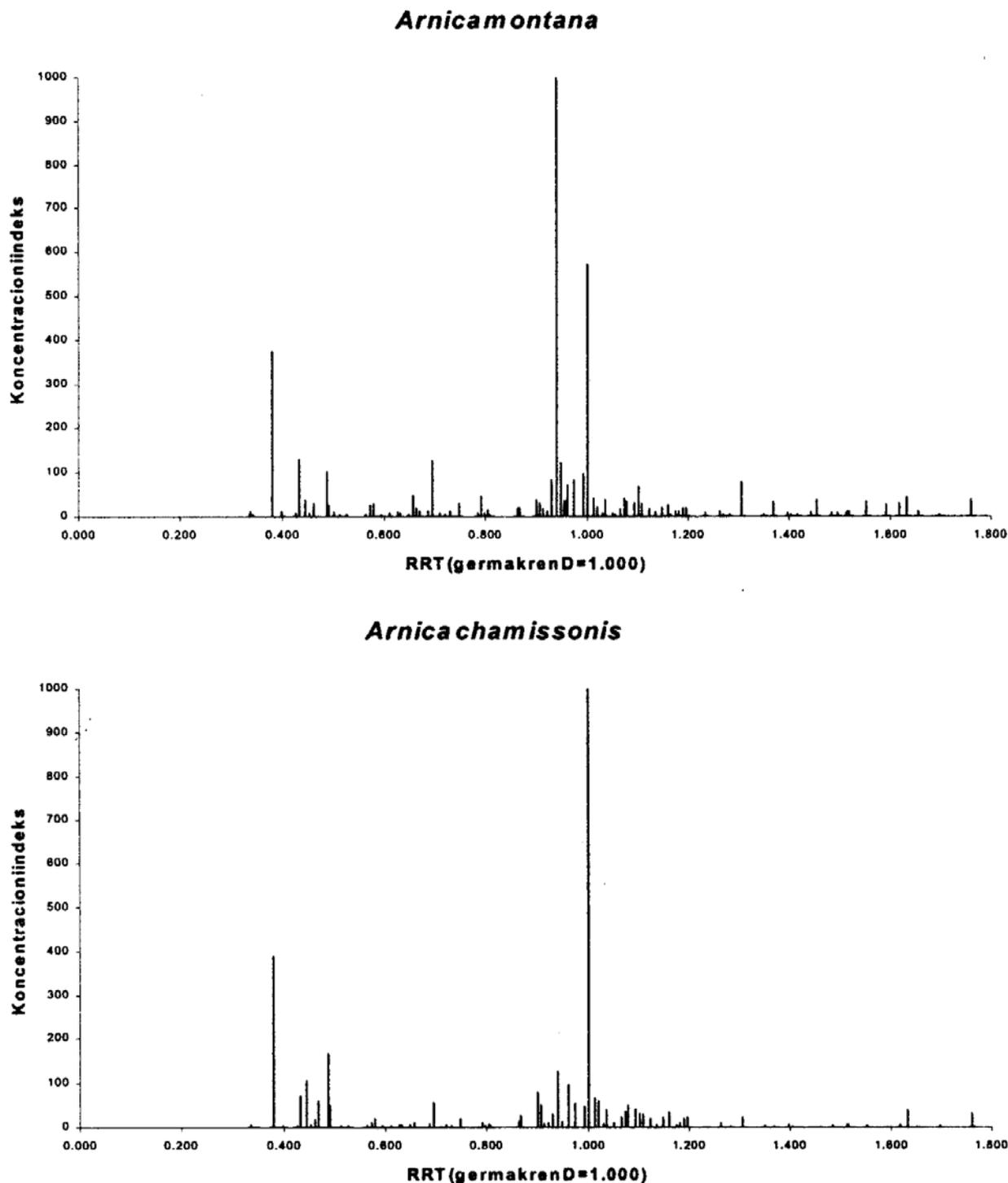
Izolovano etarsko ulje je u svim slučajevima bilo bistra, žuta tečnost. Sadržaj etarskog ulja kod svih uzoraka je bio niži od 0,1% (do 0,08%).

Gasni hromatogrami etarskih ulja bili su vrlo složeni, sa oko sto dobro razdvojenih pikova, od kojih je identifikovana velika većina (83), koja je činila (u proseku) 96,1–97,6% u slučaju *A. montana* i 97,1–98,8% u slučaju *A. chamissonis*. Detaljan prikaz sastava ispitivanih etarskih ulja dat je u tabeli 2, gde je uz redni broj identifikovane komponente data eksperimentalno određena vrednost Kovačevog indeksa (KIE, kalibrisani AMDIS), njegova literaturna vre-

Tabela 2. Sastav i procentni sadržaj komponenti etarskih ulja *A. montana* i *A. chamissonis*
Table 2. Percentage composition of constituents of *Arnica* essential oils

Komponente	KIE	KIL	RRT	Am1	Am2	Am3	Ac1	Ac2	Ac3
1 nonan	895,1	900	0,335	0,27	0,16	0,21	0,18	0,12	0,27
2 heptanal	900,4	901	0,337	0,35	0,45	0,28			
3 α-pinen	926,2	939	0,379	0,12			19,14	6,58	9,62
4 tuja-2,4(10)-dien	946,5	960	0,399	0,44	0,55	0,41	0,14		
5 β-pinen	969,0	979	0,431				3,33	1,42	1,71
6 2-amilfuran	987,2	981	0,444	0,22	0,23	0,22	3,27	2,90	3,51
7 α-felandren	998,4	1003	0,454	0,22	0,21	0,44	0,15	0,28	0,14
8 α-terpinen	1011,0	1013	0,462	0,75	0,66	0,46	1,30	0,19	0,20
9 p-cimen	1019,2	1025	0,486	0,44	0,69	0,48	9,03	3,30	2,91
10 limonen	1022,8	1029	0,492	0,27	0,39	0,32	1,91	1,31	1,34
11 undekan	1095,0	1100	0,565				0,17	0,16	0,09
12 linalol	1098,1	1097	0,572	0,60	0,82	1,15	0,31	0,55	0,26
13 nonanal	1101,5	1101	0,578	1,07	0,71	0,61	0,55	0,74	0,53
14 α-kamfolenal	1121,9	1126	0,610				0,21	0,11	
15 trans-pinokarveol	1134,4	1139	0,628				0,28	0,17	
16 trans-verbenol	1141,6	1145	0,632				0,27	0,12	
17 izomenton	1149,8	1146	0,648	0,18				0,18	
18 pinokarvon	1158,2	1165	0,657	0,90	1,77	1,89	0,37	0,28	
19 (E,E,Z)-1,3,5,8-undekatetraen	1172,9	1177	0,663	0,33	0,58	0,72			
20 (E,E)-1,3,5-undekatrien	1177,4	1181	0,670	0,19	0,38	0,54			
21 dodekan	1195,5	1200	0,687	0,31	0,34	0,63	0,24	0,40	0,14
22 dekanal	1202,1	1202	0,695	5,28	2,69	2,92	1,49	2,05	1,70
23 verbenon	1206,9	1205	0,710	0,13	0,29	0,25		0,10	
24 trans-karveol	1216,9	1217	0,720	0,11			0,18	0,32	0,15
25 timolmetiletar	1231,0	1235	0,730	0,29	0,63	0,33	0,13	0,10	
26 karvon	1240,5	1243	0,746	0,43	1,02	0,73	0,96	0,49	0,40
27 bornilacetat	1281,8	1289	0,791	0,78	1,87	1,76	0,26	0,36	0,40
28 timol	1293,3	1290	0,797	0,21	0,19	0,38	0,11	0,20	0,10
29 karvakrol	1303,7	1299	0,803		0,70	0,26	0,25	0,27	0,30
30 trans,trans-dekadienal	1314,1	1317	0,807	0,16			0,11	0,16	0,13
31 silfin-1-en	1336,6	1350	0,862	0,56	0,37		0,59	0,54	0,42

Komponente	KIE	KIL	RRT	Am1	Am2	Am3	Ac1	Ac2	Ac3
32 eugenol	1354,9	1359	0,866	0,50	0,65		0,38	1,53	0,55
33 modefen	1373,5	1383	0,900	0,45	0,44	0,53	2,66	2,78	2,04
34 α -izokomen	1380,3	1388	0,907	1,11	0,61	0,47	1,38	1,97	1,28
35 β -elemen	1386,6	1391	0,912	0,40	0,60	0,57	0,19	0,29	0,28
36 ciperen	1392,7	1399	0,921				0,37	0,41	0,35
37 β -izokomen + dodekanal (3:1)	1398,7	1407	0,929	3,24	2,28	2,31	0,94	0,96	0,78
38 β -kariofilen	1412,9	1419	0,940	31,55	34,36	34,59	2,75	4,69	4,20
39 trans- α -jonon	1423,6	1430	0,949	4,09	4,31	3,93	0,34	0,46	0,36
40 trans- α -bergamoten	1431,3	1432	0,954	0,76	1,09	1,02			
41 trans- β -damaskon	1441,4	1414	0,958	0,81					
42 α -humulen	1447,4	1455	0,962	2,50	1,51	1,56	1,92	3,41	3,47
43 trans- β -farnezen	1452,4	1457	0,974	2,85	2,36	2,33	1,24	1,95	1,80
44 γ -murolen	1471,5	1480	0,991	3,31	3,07	2,68	1,19	1,68	1,61
45 germakren D	1475,7	1485	1,000	16,30	12,55	12,47	18,03	34,03	38,32
46 trans- β -jonon	1482,1	1489	1,013	1,80	0,61	0,57	1,17	2,38	2,68
47 geranilpropionat	1486,6	1478	1,019	0,76	0,33	0,37	0,94	2,18	2,32
48 biciklogermakren	1490,7	1500	1,030	0,24	0,23	0,26	0,21	0,43	0,31
49 α -murolen	1494,7	1500	1,036	1,00	1,08	1,17	0,91	1,54	1,25
50 trans,trans- α -farnezen	1503,3	1506	1,050		0,17		0,29	0,52	0,35
51 tridekanal	1505,7	1518	1,056		0,18				
52 β -kadinen	1517,8	1523	1,066	0,21	0,52	0,47	0,79	0,68	0,57
53 salviadienol	1549,1	1545	1,074				1,07	1,19	1,02
54 trans-nerolidol	1559,2	1563	1,079	0,13			1,69	1,63	1,31
55 spatulenol	1572,2	1578	1,093	0,33		0,43	1,73	1,22	0,89
56 kariofilen-oksidi	1577,0	1583	1,100	1,05	1,95	2,48	1,62	1,07	0,30
57 salviol-4(14)-en-1-on	1586,9	1595	1,108	0,59	0,69	0,70	1,18	1,08	0,50
58 humulen epoksid II	1601,8	1608	1,123	0,13	0,49	0,35	0,99	0,63	0,26
59 epi-marsupelol	1605,5	1613	1,135				0,27	0,32	0,12
60 τ -murolol	1636,0	1632	1,148	0,14	0,43	0,48	0,73	0,76	0,56
61 α -kadinol	1647,7	1654	1,160	0,32	0,50	0,60	1,34	0,94	0,83
62 valeranon	1666,0	1675	1,165		0,20				
63 eudesma-4(15),7-dien-1 β -ol	1673,8	1671	1,174		0,20	0,44	0,36	0,15	0,09
64 germakra-4,5,10-trien-1 α -ol	1680,2	1680	1,181	0,13	0,37	0,45	0,39	0,37	0,27
65 heptadekan	1692,2	1700	1,190	0,23	0,52	0,58	0,83	0,63	0,34
66 pentadekanal	1707,7	1710	1,197	0,58	0,50	0,44	0,61	0,70	0,79
67 isobekeol	1745,1	1753	1,233	0,14	0,34	0,21			
68 γ -kurkumen-15-al	1775,4	1766	1,263	0,23	0,33	0,34	0,59	0,28	0,20
69 oktadekan	1793,1	1800	1,269	0,18	0,20				
70 heksadekanal	1810,3	1811	1,282	0,16	0,15				0,09
71 heksahidrofarnesilacetone	1839,6	1848	1,305	3,07	1,78	2,11	0,80	0,67	0,64
72 1-nonadecen	1879,9	1875	1,348	0,27				0,11	0,14
73 farnezilacetone	1911,2	1927	1,367	0,72	0,86	0,74			0,08
74 palmitinska kiselina	1960,1	1951	1,416	0,13					
75 oktadekanal	2012,7	2017	1,443		0,32	0,32			
76 7-hidroksi-4,8-dimetil-kumarin	2026,0	2013	1,455	0,46	1,36	1,13			
77 dihidrofitol	2070,4	n/a	1,484		0,27	0,27	0,22		0,08
78 heneikozan	2092,4	2100	1,496	0,19	0,15	0,27			
79 trans-fitol	2106,7	2114	1,514	0,69	0,22	0,20	0,22		0,15
80 linoleinska kiselina	2135,9	2152	1,553	0,49	1,39	1,58	0,22	0,08	
81 trikozan	2291,4	2300	1,632	0,72	0,80	0,97	1,86	0,54	1,12
82 tetrakozan	2391,1	2400	1,698	0,15	0,18		0,22		0,13
83 pentakozan	2491,3	2500	1,761	0,49	0,97	1,27	1,43		0,61
Suma sadržaja identifikovanih komponenti =>				97,62	97,22	96,15	98,83	97,56	97,09
Broj identifikovanih komponenti =>				66	64	57	64	62	60



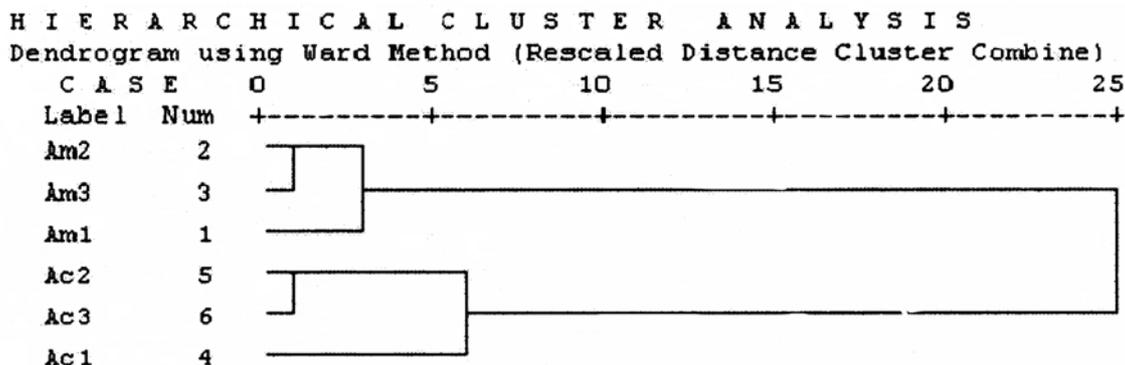
Slika 1. Uprosečeni normalizovani hromatogrami etarskih ulja *A. montana* i *A. chamissonis*
 Figure 1. Averaged normalised chromatograms of *Arnica* essential oils

dnost (KIL) i relativno retenciono vreme u odnosu na germakren D (RRT).

Uprosečeni normalizovani hromatogrami za svaku od ispitivanih vrsta prikazani su na slici 1.

Najzastupljenije komponente etarskog ulja *A. montana* bile su β -kariofilen (31,5–34,6%), germa-

kren D (12,5–16,3%), trans- α -jonon (3,9–4,3%) i dekanal (2,7–5,3%), a kod *A. chamissonis* germakren D (18,0–38,3%), α -pinen (6,6–19,1%), p-cimen (2,9–9,0%) i β -kariofilen (2,7–4,7%). Ulja se razlikuju, pre svega, po sadržaju najzastupljenijih komponenti, β -kariofilena (kod ulja *A. montana*) i germakrena D



Slika 2. HCA rezultata GC-karakterizacije uzoraka etarskih ulja brdanke
Figure 2. HCA of results of GC-characterisation of Arnica essential oils

(kod ulja *A. chamissonis*). Statističkom obradom rezultata navedenih u tabeli 1, primenom hijerarhijske klaster analize (HCA), dobiveni su dendrogrami koji su imali vrlo sličan izgled, nezavisno od broja komponenta iz tabele 2 na koje je HCA primenjena (sve komponente – 83, sve komponente sa sadržajem većim od 1% – 37 i 23 procentualno najzastupljenije komponente). Jedan tipičan dendrogram (dobijen HCA primenjen na 23 procentualno najzastupljenije komponente) dat je na slici 2 sa koje se vidi da su etarska ulja ovih dveju vrsta raspoređena u posebne i udaljene klasterne. Iz rasporeda unutar klastera uočljivo je da su uzorci iz žetvi 2 i 3 kod obe biljne vrste grupisani u subklasterne na potpuno jednak način. Na osnovu detaljne hemijske analize etarskog ulja obe komercijalno važne biljne droge, može se zaključiti da je tehnika gasne hromatografije pogodna za lako razlikovanje *A. montana* od *A. chamissonis*.

Nadalje, suprotno od nekih starijih nalaza, sadržaj slobodnih masnih kiselina u ispitivanim uzorcima bio je vrlo nizak [21], što smo za slučaj etarskog ulja *A. chamissonis* već ranije utvrdili [22].

ZAKLJUČAK

Urađena je detaljna gasnohromatografska analiza etarskih ulja izolovanih iz cvetova *A. montana* (3) i *A. chamissonis* (3), gajenih u Zapadnoj Srbiji. Utvrđeno je da su ulja obeju vrsta složenog sastava, kvalitativno slična, ali po sadržaju najzastupljenijih komponenti značajno različita, toliko da se po ovome mogu razlikovati ove dve biljne vrste. Primenom hijerarhijske klaster analize (HCA), potvrđeno je ne samo da je ulja *A. montana* i *A. chamissonis* moguće gasnohromatografski lako razlikovati, već da se na taj način može izvršiti i njihova klasifikacija po berbama.

LITERATURA

[1] ESCOP Monographs on the Medicinal Uses of Plant Drugs, ESCOP (European Scientific Cooperative on Phytotherapy), Argyle House, Gandy Street, Exeter, EX4 3LS, UK, 1997.

- [2] HaagerROM 2001, Springer Verlag, Heidelberg, 2001.
- [3] European Pharmacopoeia 5.0, Arnica Flower: 01/2005:1391, Council of Europe, 67075 Strasbourg Cedex, France, 2005, pp. 1022–1023.
- [4] I. Merfort, Flavonoide aus *Arnica montana* und *Arnica chamissonis*, *Planta Med.* **53** (1985) 136–138.
- [5] I. Merfort, C. Marcinek, A. Eggert, Flavonoid Distribution in Arnica Subgenus *Chamissonis*, *Phytochemistry* **25** (12) (1986) 2901–2903.
- [6] I. Merfort, D. Wendisch, Flavonoidglycoside aus *Arnica montana* und *Arnica chamissonis*, *Planta Med.* **53** (1987) 434–437.
- [7] I. Merfort, D. Wendisch, Flavonoid Glucuronide aus den Blüten von *Arnica montana*, *Planta Med.* **54** (1988) 247–250.
- [8] I. Merfort, Acetylated and Other Flavonoid Glycosides from *Arnica chamissonis*, *Phytochemistry* **27** (10) (1988) 3281–3284.
- [9] I. Merfort, D. Wendisch, New Flavonoid Glycosides from *Arnicae Flos* DAB 9, *Planta Med.* **58** (1992) 355–357.
- [10] W. Herz, V.E. Sosa, Sesquiterpene Lactones and Other Constituents of *Arnica acaulis*, *Phytochemistry* **27** (1) (1988) 155–159.
- [11] D. Pathak, K. Pathak, A. K. Singla, Flavonoids as Medical Agents – Recent Advances. *Fitoterapia* **62** (5) (1991) 371–389.
- [12] E. Schroder, I. Merfort, Termspray Liquid Chromatographic/Mass Spectrometric Studies of Flavonoid Glycosides from *Arnica montana* and *Arnica chamissonis* Extracts, *Biol. Mass Spectrom.* **20** (1991) 11–21.
- [13] O. Conchuo, K. Nichterlein, A. Vomel, Shoot Tip Culture of *Arnica montana* for Micropropagation. *Planta Med.* **58** (1992) 73–76.
- [14] I. Merfort, G. Willuhn, C. Jerga, *Arnica*blüten DAB 9 – Reinheitsprüfung. *Deutsche Apotheker Zeitung* **130** (18) (1990) 980–984.
- [15] Pharmacopoea Jugoslavica IV, vol. II, Savezni zavod za zdravstvenu zaštitu, Beograd, 1984.
- [16] R.P. Adams, Identification of Essential Oil Components Gas Chromatography/ Quadrupole Mass Spectroscopy, Allured Publishing Corporation, Carol Stream, Illinois, USA, 2001.
- [17] K. Bauer and D. Garbe, Common Fragrance and Flavor Materials, VCH, Verlags-gesellschaft, Weinheim, 1985.

- [18] K.H. Kubeczka, *Aetherische Ole, Analytik, Physiologie, Zusammensetzung*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1982.
- [19] B.M. Lawrence, *Flavors and Fragrances*, In: *A World Perspective*. B.M. Lawrence, B.D. Mookerjee, and B.J. Willis, eds., Elsevier Sci. Publ. B.V., Amsterdam, 1988.
- [20] P. Sandra and C. Bicchi, *Capillary Gas Chromatography in Essential Oil Analysis*, Huethig, Heidelberg, Basel, New York, 1987.
- [21] H.A. Hoppe, *Taschenbuch der Drogenkunde*, Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1981.
- [22] Đ. Roki, N. Menković, K. Šavikin-Fodulović, D. Krivokuća-Đokić, M. Ristić, D. Grubišić, *Flavonoids and Essential Oil in Flower Heads of Introduced Arnica chamissonis*, *J. Herb. Spices Med. Plants* **8** (4) (2001) 19–27.

SUMMARY

ESSENTIAL OIL OF *ARNICA MONTANA* AND *ARNICA CHAMISSONIS*

(Scientific paper)

Mihailo Ristić, Dragana Krivokuća-Djokić, Dragoja Radanović, Tatjana Nastovski
Institute for Medicinal Plant Research "Dr Josif Pančić", Tadeuša Košćuška 1, Belgrade, Serbia

The essential oil isolated from flowers of *Arnica montana* and *A. chamissonis*, grown on Tara mountain and neighbourhood of Užice was analysed. Three samples of *A. montana* and three of *A. chamissonis* were tested. The oil was isolated by distillation in a Clevenger type apparatus and analysed by gas chromatography. The content of the oil was lower than 0.1% (up to 0.08%) in all the samples. Among about hundred recorded constituents, 84 were identified and quantified. Sum of contents of identified components ranged between 96.1 and 98.8%. The most abundant constituents of the *A. montana* oil were β -caryophyllene (31.5–34.6%), germacrene D (12.5–16.3%), trans- α -ionone (3.9–4.3%) and decanal (2.7–5.3%), while, in the case of *A. chamissonis*, these were germacrene D (18.0–38.3%), α -pinene (6.6–19.1%), p-cymene (2.9–9.0%) and β -caryophyllene (2.7–4.7%). Along with detail chemical analysis of essential oil of these two commercially important herbal drugs, it should be noticed that gas chromatographic technique can be used for differentiation of *A. montana* and *A. chamissonis*.

Key words: Arnica • Cultivation
• Essential oil • Characterisation
• Gas chromatography •

Ključne reči: Brđanka • Gajenje
• Etarsko ulje • Karakterizacija
• Gasna hromatografija •