

HEMIJSKI SASTAV JEZGRE GENOTIPOVA BADEMA SELEKCIONISANIH NA LOKALITETU SLANKAMENAČKI BREG

S. Čolić, G. Zec, Z. Janković, D. Rahović, I. Bakić*

Izvod: U radu su prikazani rezultati trogodišnjeg (2004-2006) ispitivanja hemijskog sastava 19 genotipova badema koji su selekcionisani na području Slankamenačkog brega. Cilj rada je bio izdvajanje genotipova koji se odlikuju visokim kvalitetom jezgre. Najmanji sadržaj suvih materija utvrđen je za genotip 1/03 (92,64%), a najveći za genotip 29/03 (94,44%). Značajna variranja utvrđena su za prosečan sadržaj ulja (45,82% do 56,14%) i za prosečan sadržaj sirovih proteina (20,94 do 26,85%). Prosečan sadržaj mineralnih materija bio je u intervalu od 3,21% do 4,33%. Sa aspekta nutritivne vrednosti izdvajaju se genotipovi 10/03, 11/03 i 17/03 sa visokim sadržajem ulja u jezgri (preko 55%) kao i genotipovi 18/03, 19/03, 22/03 sa sadržajem sirovih proteina preko 25%.

Ključne reči: badem, ukupna suva materija, ulja, sirovi proteini, mineralne materije.

Uvod

Prema podacima FAO (FAOStat, 2009) ukupna proizvodnja jezgrastog voća u svetu u 2008. godini iznosila je 11 miliona tona. Na prvom mestu je indijski orah sa 3,7 miliona tona, dok je na drugom mestu badem (u ljusci) sa 2,1 milion tona. Ukupna proizvodnja badema se iz godine u godinu blago povećava, kao i površine na kojima se gaji.

Jezgra badema sadrži veliku količinu (i preko 50%) veoma kvalitetnog ulja koje je veoma cenjeno u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji. Ulje sadrži tokoferole, prirodne monofenole sa antioksidativnim dejstvom (Kodad i Socias i Company, 2006). Najveći procenat ulja akumulira se tokom 5-7 nedelja, u poslednja dva meseca pre berbe (Soler et al., 1988). Isti autori su ustanovili da je zastupljenost palmitinske, linolne i linoleinske kiseline u ulju visok u inicijalnoj fazi razvitka, kao i da se njihov sadržaj vremenom smanjuje, dok se sadržaj oleinske kiseline povećava. Nanos et al. (2002) su utvrdili da pri ranoj berbi (klapina 90% zelena) u ulju ima više oleinske kiseline dok se kasnijom berbom (klapina 90% suva) sadržaj ulja povećava, ali je njegov kvalitet lošiji. Ispitivanja uticaja navodnjavanja na kvalitet jezgre sorti Ferragnes i Texas (Nanos et al., 2002) pokazala su da se njime odlaže zrenje, da nema uticaja na sadržaj ulja i ukupnih šećera, a da se povećava sadržaj oleinske kiseline i saharoze. Saura-Calixto et al. (1981) i Soler

* Dr Slavica Čolić, mr Dragan Rahović, Ivana Bakić, dipl. inž., Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd; e-mail: slavicaol@yahoo.com; Mr Gordan Zec Poljoprivredni fakultet, Beograd; Zoran Janković, dipl. inž. Institut PKB Agroekonomik, Beograd.

et al. (1989) su utvrdili da su u jezgri badema najzastupljeniji šećeri saharoza i rafinoza, u manjoj količini ima sorbitola i inozitola dok su ksiloza, fruktoza, glukoza i galaktoza zastupljene u tragovima. Sadržaj saharoze se povećava sa kasnijom berbom, a rafinoze opada (Nanos et al., 2002).

Pored ulja i šećera u jezgri badema su zastupljene belančevine (19%), zatim mineralne supstance (3%), enzimi, vitamini (Kester et al., 1991), fenoli i tanini (Amarowicz et al., 2005) koji su prirodni antioksidansi. Prema istraživanjima Chen et al. (2007) i kliničkim ispitivanjima Kurladinsky i Stote (2006) i Spiller et al. (2007) svakodnevna konzumacija badema smanjuje nivo lošeg holesterola i pojavu kardiovaskularnih oboljenja. Jezgre badema treba konzumirati svakodnevno i to sa semenjačom, jer je u njoj sadržaj polifenola 650-850 ng, što je oko 10 puta više nego u samoj jezgri (Wijeratne et al., 2006 a,b).

Proizvodnja badema u Srbiji je zanemarljiva. Nepostojanje tradicije gajenja i nedovoljna istraživanja ovu vrstu ograničavaju na beznačajnu proizvodnju na okućnici na malom broju lokaliteta. Jedan od takvih lokaliteta je i Slankamenački breg (Čolić i Zec, 2007; Čolić i sar., 2009) gde se na okućnicama gaje sejanci nepoznatog porekla koji se odlikuju velikom varijabilnošću osobina. Proučavanje populacije badema na području Slankamenačkog brega inicirano je 2002. godine sa ciljem prikupljanja početnog materijala za stvaranje sorti koje bi bile prilagođene netipičnim agroekološkim uslovima za badem. Rezultati ispitivanja koja su u uslovima Padinske Skele vršili Ninkovki i sar. (1991) i Zec i sar. (1999) su pokazala da se badem može sa uspehom gajiti i u uslovima Srbije i da vreme cvetanja nije ograničavajući faktor.

Cilj rada je bio proučavanje hemijskog sastava jezgre genotipova badema selekcionisanih iz spontane populacije na lokalitetu Slankamenačkog brega i izdvajanje genotipova koji se odlikuju visokim kvalitetom koji će se preporučiti za proizvodnju ili uključiti u dalji oplemenjivački rad.

Materijal i metode rada

Trogodišnjim ispitivanjima (2004-2006) je obuhvaćeno 19 genotipova badema, koji su na bazi redovne rodnosti i fenotipskih razlika selekcionisani iz autohtone populacije na području Slankamenačkog brega. Stabla ispitivanih genotipova, starosti 15-20 godina locirana su na nadmorskoj visini od 230 m, od 45°08' do 45°09' severne geografske širine i od 20°06' do 20°13' istočne geografske dužine. Zemljište na ovom području je tipa karbonatnog černozema na lesu, visoke je plodnosti, sa vrlo povoljnim fizičkim, hemijskim i biološkim svojstvima. Genotipovi se nalaze na okućnicama, gde se gaje bez primene agro i pomotehničkih mera. Temperaturni uslovi i količina padavina tokom vegetacije u ispitivanom periodu bili su povoljni za normalan rast i plodonošenje badema.

Hemijske analize su obuhvatile sadržaj suvih materija (sušenjem na temperaturi od 105°C do konstantne mase), ulja (metoda nuklearno-magnetne rezonance), sirovih proteina (metoda po Kjeldalu) i mineralnih materija (žarenjem na temperaturi od 600 °C, oko 2 h).

Rezultati istraživanja proučavanih osobina obrađeni su metodom analize varijanse

Tab. 1. Hemijski sastav jezgre ispitivanih genotipova badema (2004-2006)
Chemical composition of the kernel of examined almond genotypes (2004-2006)

Genotip Genotype	Ukupne suve materije Total dry matter (%)				Ulja Oils (%)				Sirovi protein Crude proteins (%)				Mineralne materije Mineral matter (%)			
	2004	2005	2006	Prosek Average	2004	2005	2006	Prosek Average	2004	2005	2006	Prosek Average	2004	2005	2006	Prosek Average
1/03	94,71	91,89	91,31	92,64	50,86	46,80	56,03	51,23	25,48	26,46	20,74	24,23	3,92	4,07	3,59	3,86
10/03	94,17	93,09	92,49	93,25	55,66	55,44	55,43	55,51	23,03	25,62	22,46	23,70	3,10	3,50	3,35	3,32
11/03	94,16	93,12	93,37	93,55	54,90	60,03	53,50	56,14	20,32	20,93	22,19	21,15	3,32	3,86	3,71	3,63
12/03	93,65	92,83	94,88	93,79	57,47	43,13	50,30	50,30	24,81	25,32	22,35	24,16	3,52	3,88	3,46	3,62
14/03	93,88	92,69	95,27	93,95	55,37	50,29	54,86	53,51	23,63	24,35	21,55	23,18	3,76	3,65	3,21	3,54
15/03	93,52	93,18	93,18	93,29	48,98	50,12	49,64	49,58	22,66	25,98	23,41	24,02	3,14	3,49	3,26	3,30
16/03	94,05	93,98	93,78	93,94	47,66	50,29	59,63	52,53	22,25	23,87	22,59	22,90	3,34	3,37	3,09	3,27
17/03	94,04	93,74	93,69	93,82	49,66	60,39	55,97	55,34	22,92	20,40	22,18	21,83	3,37	3,02	3,24	3,21
18/03	94,19	92,31	94,72	93,74	44,97	42,27	50,23	45,82	25,86	26,83	25,97	26,22	4,02	3,72	3,08	3,61
19/03	93,49	92,35	93,69	93,18	52,01	49,14	49,97	50,37	25,59	26,59	24,21	25,46	3,65	3,73	3,59	3,66
22/03	94,17	91,74	92,67	92,86	59,05	49,73	50,76	53,18	24,81	25,97	24,31	25,03	3,48	3,97	3,46	3,64
23/03	94,54	92,07	93,87	93,49	54,26	51,31	52,45	52,67	24,09	25,22	23,87	24,39	3,41	4,06	3,59	3,69
24/03	93,70	92,59	92,82	93,04	55,37	46,32	46,65	49,45	22,68	24,85	22,26	23,26	3,36	4,25	3,82	3,81
25/03	94,03	91,95	93,59	93,19	54,79	49,63	44,46	49,63	27,80	26,80	25,94	26,85	3,94	5,29	3,75	4,33
27/03	94,19	90,96	95,88	93,68	51,35	50,50	56,36	52,74	24,14	23,70	22,07	23,30	3,72	5,19	3,35	4,09
28/03	93,61	91,39	93,81	92,94	63,75	42,69	48,81	51,75	23,60	23,93	21,33	22,95	3,57	4,56	3,15	3,76
29/03	93,88	92,66	96,78	94,44	48,19	41,89	50,14	46,74	23,82	24,88	21,96	23,55	3,48	4,18	3,41	3,69
A.04	94,31	91,84	94,50	93,55	57,79	47,85	43,82	49,82	21,01	22,79	23,62	22,47	3,64	3,95	2,65	3,41
B.04	92,65	94,05	94,76	93,82	54,97	54,77	57,97	55,90	21,02	21,45	20,36	20,94	3,77	3,60	3,20	3,52
Prosek Average	93,94	92,55	93,95	93,48	53,53	49,61	51,95	51,70	23,66	24,52	22,81	23,66	3,55	3,97	3,37	3,63

LSD_{0,05} 0,67
0,01 0,92LSD_{0,05} 3,17
0,01 4,33LSD_{0,05} 1,91
0,01 2,63LSD_{0,05} 0,76
0,01 1,04LSD_{0,05} 0,59
0,01 0,81LSD_{0,05} 0,23
0,01 0,32

slučajnog blok sistema, primenom modela monofaktorijalnog ogleda (Hadživuković, 1991), gde je kao ponavljanje uzeta godina. Testiranje značajnosti razlika obavljeno je primenom LSD testa za nivo verovatnoće 5% (*) i 1% (**).

Rezultati i diskusija

Hemijski sastav jezgre badema varira u zavisnosti od sorte, agroekoloških uslova, vremena berbe i sadržaja vlage.

Prosečan sadržaj suvih materija u jezgri ispitivanih genotipova badema u trogodišnjem periodu varirao je od 92,64% (genotip 1/03) do 94,44% (genotip 29/03). Velika količina padavina značajno smanjuje sadržaj suvih materija u plodovima. Najmanji sadržaj suvih materija (92,55%) u trogodišnjem periodu utvrđen je u 2005. godini, kada je u avgustu, neposredno pred zrenje bilo 135 mm padavina.

Prosečan sadržaj ulja kod ispitivanih genotipova varirao je od 45,82% (genotip 18/03) do 56,14% (genotip 11/03). Značajne razlike u sadržaju ulja utvrđene su između godina ispitivanja (od 49,61% do 53,53%). Najmanji sadržaj sirovih proteina imao je genotip B/04 (20,94%), a najveći genotip 25/03 (26,85%). Prosečan sadržaj sirovih proteina varirao je tokom godina od 22,81% do 24,51%. Prema Kodad i Socias i Company (2006) sadržaj proteina je u negativnoj korelaciji sa sadržajem ulja.

Značajne razlike između ispitivanih genotipova, kao i tokom ispitivanog perioda utvrđene su za sadržaj mineralnih materija. Najmanji sadržaj mineralnih materija dobijen je kod genotipa 17/03 (3,21%), a najveći kod genotipa 25/03 (4,33%). Tokom ispitivanog perioda najmanji sadržaj sirovih proteina utvrđen je u 2006. godini (3,37%), a najveći u 2005. godini (3,97%).

Dobijeni podaci najpodudarniji su sa rezultatima Aslantas et al. (2001) koji su kod 13 selekcionisanih genotipova badema iz populacije u oblasti Kemalia u Turskoj utvrdili sadržaj ulja od 47,48% do 56,70% i proteina od 19,04% do 24,51%. Slične podatke dobili su i Cordeiro et al. (2001) kod 13 portugalskih lokalnih sorti badema: suva materija od 93,24% do 94,95%, ulja od 49% do 58,8%, proteini od 22,5% do 31,3% i mineralne materije od 3,37% do 3,93%.

Cociu i Ionescu (1984) su u uslovima Konstance kod 139 sorti badema različitog geografskog porekla utvrdili veliku varijabilnost u sadržaju ulja (46,70%-61,31%) i proteina (18,08%-34,70%), Variranje koje su dobili i Askin et al. (2007) kod 26 selekcija badema iz Elaziga (Turska) za sadržaj ulja od 25,19% do 60,77% i proteina od 16,07% do 31,46%, znatno je veće nego u našem istraživanju.

Veći sadržaj ulja (58,2% do 67,8%) i proteina (20,2% do 29,2%) u odnosu na naš rad dobili su Barbera et al. (1988) analizom američkih, ruskih i italijanskih sorti badema u uslovima Sicilije. Najveći sadržaj ulja u jezgri badema (70,56% i 71,62%), praćen niskim sadržajem proteina (15,85% i 16,58%) dobila je Djeneva (2005) kod bugarskih sorti Privet i Sunrise. Suprotno tome prema Agunbiade i Olanlokun (2006) badem iz prirodne populacije Ibadana u Nigeriji ima veoma nizak sadržaj ulja (21,76%) i sirovih proteina (11,52%) uz visok sadržaj suvih materija (97,7%).

Tab. 2. Sredine kvadrata (MS) i komponente varijanse (KV) za hemijski sastav jezgre ispitivanih genotipova badema
MS and components of variability for chemical composition in almond genotypes

Izvori variranja <i>Source of variation</i>	df	Ukupne suve materije <i>Total dry matter</i>		Ulja <i>Oils</i>		Sirovi protein <i>Crude proteins</i>		Mineralne materije <i>Mineral matter</i>	
		MS	KV (%)	MS	KV (%)	MS	KV (%)	MS	KV (%)
Genotip <i>Genotype</i>	18	0,61 ^{NS}	0,0	25,64 ^{NS}	5,26	7,19 ^{**}	50,77	0,23 ^{**}	16,0
Godina <i>Year</i>	2	12,39 ^{**}	37,5	73,87 ^{**}	10,71	13,96 ^{**}	17,18	1,78 ^{**}	36,0
Greška <i>Error</i>	36	0,97	62,5	21,58	84,03	1,25	32,05	0,12	48,0

^{**}p<0,01

NS - nije značajno *unsignificant*

Rezultati analize varijanse pokazali su veoma značajne razlike između godina ispitivanja za sadržaj suvih materija, ulja, sirovih proteina i mineralnih materija, dok su razlike među genotipovima uslovile značajno variranje sadržaja sirovih proteina i mineralnih materija. Usled visoke vrednosti greške, komponentu genetičke varijanse za sadržaj suvih materija nije bilo moguće izračunati, što se u ovom slučaju tretira kao nula. Varijabilnost uslovljena slučajnim faktorima sredine i greškama u ogledu imala je najveće učešće u varijabilnosti sadržaja suvih materija (62,5%), ulja (84,03%) i mineralnih materija (48,0%). Ovako visoke vrednosti mogu se objasniti značajnom interakcijom genotip x godina koja je sadržana u grešci, a što je u saglasnosti sa podacima do kojih su došli Ayadi et al. (2006).

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata utvrđeno je da ispitivane genotipove badema karakteriše značajna varijabilnost hemijskog sastava. Najmanji sadržaj suvih materija utvrđen je za genotip 1/03 (92,64%), a najveći za genotip 29/03 (94,44%). Značajna variranja utvrđena su za prosečan sadržaj ulja koji je kod ispitivanih genotipova varirao od 45,82% do 56,14% i za prosečan sadržaj sirovih proteina (20,94 do 26,85%). Prosečan sadržaj mineralnih materija varirao je u intervalu od 3,21% do 4,33%.

Sa aspekta nutritivne vrednosti izdvajaju se genotipovi 10/03, 11/03 i 17/03 sa visokim sadržajem ulja u jezgri (preko 55%) kao i genotipovi 18/03, 19/03, 22/03 sa sadržajem sirovih proteina preko 25%. Ove karakteristike ih preporučuju za dalje ispitivanje u zasadima sa standardnim sortama.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Ministarstvu za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije na finansijskoj podršci ovog istraživanja koje je deo projekta TR 20134 "Savremene tehnologije i inovacije u voćarstvu i vinogradarstvu".

Literatura

1. Agunbiade, S.O., Olanlokun, J.O. (2006): Evaluation of some nutritional characteristics of Iranian almond (*Prunus amygdalus*) nut. Pakistan Journal of Nutrition 5: 316-318.
2. Amarowicz, R.; Troszynska, A.; Shahidi, F. (2005): Antioxidant activity of almond seed extract and its fractions. Journal of Food Lipids 12: 344-358.
3. Anonymous (2009): www.faostat.fao.org.
4. Askin, M.A., Balta, M.F., Tweekinas, F.E., Kazankaya, A., Balta, F. (2007): Fatty acid composition affected by kernel weight in almond [*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb] genetic resources. Journal of Food Composition and Analysis 20: 7-12.
5. Ayadi, M., Ghrab, M., Gargouri, K., Elloumi, O., Zribi, F., Ben Mimoun, M., Boulares, Ch., Guedri, W. (2006): Kernel characteristics of almond cultivars under rainfed conditions. Acta Horticulturae 726: 377-381.
6. Barbera, G., Di Marco, L., Fatta del Bosco, G., Inglese, P. (1988): Behaviour of 26 almond cultivars growing under rainfed and semiarid conditions in Sicily. 7 Collogue GREMPA. Reus, June 1987, pp. 17-32.
7. Chen, C.Y.; Milbury, P. E.; Chung, S.K.; Blumberg, J. (2007): Effect of almond skin polyphenolics and quercetin on human LDL and apolipoprotein B-100 oxidation and conformation. Journal of Nutritional Biochemistry 12: 785-794.
8. Cociu, V., Ionescu, P. (1984): Sources de genes pour l'accroissement u contenu en lipids et en protides chez l'amandier. Options mediterranees: Série Etudes: n II: 195-201.
9. Čolić, S., Zec, G. (2007): Multivariaciona analiza kolekcionisanih autohtonih genotipova džanarike (*Prunus cerasifera* Ehrh.). Voćarstvo 41 (157-158): 19-24.
10. Čolić, S., Zec, G., Milosavljević, S., Janković, Z. (2005): Značaj izbora genotipova i položaja pri podizanju zasada badema i breskve. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik 11 (5): 96-103.
11. Djeneva, A. (2005): Chemical composition of the kernels of four candidate-varieties almonds. Journal of Mountain Agriculture on the Balkans 8: 689-697.
12. Hadživuković, S. (1991): Statistički metodi. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
13. Kester, D.E., Gradziel, T.M., Grasselly, C. (1991): Almonds (*Prunus*): In: Genetic resources of temperate fruit and nut crops 1, 2 (Moore, J.N., Ballington J.R., eds.), ISHS, Wageningen, pp. 699-758.
14. Kodad, O.; Socias i Company, R. (2006): Fatty acid and tocopherol concentration in almond oil and its implication in a breeding programme. Acta Horticulturae 814: 557-560.
15. Kurladinsky, S.B.; Stote, K.S. (2006): Cardioprotective effects of chocolate and almond consumption in healthy women. Nutrition Research 26: 509-516.

16. Nanos, G.D., Kazantzis, I., Kefalas, P., Petrakis, C., Stavroulakis, G.G. (2002): Irrigation and harvest time affect almond kernel quality and composition. *Scientia Horticulturae* 96: 249-256.
17. Ninkovski, I.; Janković, D.; Đaković, M.; Popović, D. (1991): Izučavanje nekih mediteranskih i kalifornijskih sorti badema u beogradskom voćarskom području. *Nauka u praksi* 1: 15-32.
18. Saura Calixto, F., Bauza, M., Martinez de Toda, F., Argamenteria, A. (1981): Amino acids, sugars and inorganic elements in the sweet almond (*Prunus amygdalus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 29: 509-511.
19. Soler, L., Cañellas, J., Saura-Calixto, F. (1988): Oil content and fatty acid composition of developing almond seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 36: 695-697.
20. Soler, L., Canellas, J., Saura Calixto, F. (1989): Changes in carbohydrate and protein content and composition of developing almond seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 37: 1400-1404.
21. Spiller, G.; Jenkins, D.; Bosello, O.; Gates, J.; Cragen, L.; Bruce B. (2007): Nuts and Plasma Lipids: An Almond-based Diet. <http://www.bluediamond.com/almonds/>
22. Wijaratne, S.S., Abou-Zaid, M.M., Shahidi F. (2006 a): Antioxidant polyphenols in almond and its coproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 312-318.
23. Wijeratne S.S.K., Amarowicz, R., Shahidi, F. (2006 b): Antioxidant activity of almonds and their by-products in food model systems. *Journal of American Oil Chemists' Society* 83: 223-230.
24. Zec, G.; Čolić, S.; Pekić, M.; Marinković, D. (1999): Vreme cvetanja nekih sorti badema u uslovima Padinske Skele. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik* 5, 2: 19-24.

UDC: 634.55:581.192+631.576.2
Original scientific paper

CHEMICAL COMPOSITION OF KERNEL IN ALMOND GENOTYPES SELECTED FROM SLANKAMEN HILL

*S. Colic, G. Zec, Z. Jankovic, D. Rahovic, I. Bakic**

Summary

The paper presents the results of three year (2004-2006) study of chemical composition in 19 almond genotypes, selected from Slankamen hill. The aim of this work was selection of the genotypes having high kernel quality. The lowest total dry matter was established for genotype 1/03 (92.64%), and highest for genotype 29/03 (94.44%). Significant variability was obtained for content of oil (45.82% to 56.14%) and of crude protein (20.94 do 26.85%). Mineral matter in kernel varied from 3.21% to 4.33%. Considering nutritive value, the most interesting are genotypes with high kernel oil content (over 55%) 10/03, 11/03, 17/03 as well as genotypes 18/03, 19/03, 22/03 having crude protein content of more than 25%.

Key words: almond, total dry matter, oils, crude proteins, mineral matter.

* Slavica Colic, Ph.D., Dragan Rahovic, M.Sc., Ivana Bakic, B.Sc., Institute for Science Application in Agriculture, Belgrade; e-mail: slaviacol@yahoo.com.; Gordan Zec M.Sc., Faculty of Agriculture, Belgrade; Zoran Jankovic, B.Sc. Institute PKB Agroekonomik, Belgrade.