

Utjecaj gnojidbe dušikom na hranidbenu vrijednost brokule

Sanja FABEK, Nina TOTH, Božidar BENKO, Sanja STUBLJAR, Nadica DOBRIČEVIĆ, Mirjana HERAK ĆUSTIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
(e-mail: sfabek@agr.hr)

Sažetak

Cilj istraživanja provedenog tijekom ljetno-jesenskog roka uzgoja 2009. godine, bio je utvrditi kemijski sastav vršnog i postranih cvatova brokule pri različitim dozama dušičnog gnojiva (0, 100 i 200 kg N ha⁻¹), nakon skladištenja zamrzavanjem. Utvrđen je značajan utjecaj vrste cvata i doze gnojidbe dušikom na nutritivnu vrijednost cvatova brokule. Sadržaj suhe tvari bio je u rasponu od 12,17 do 14,92 %, dok je sadržaj ukupnih fenola varirao od 89,88 do 124,88 mg kg⁻¹ svježe tvari. Pri gnojidbi sa 100 kg N ha⁻¹ u postranim su cvatovima utvrđene najveće vrijednosti parametara kvalitete koje, uz prinos, dodatno opravdavaju višekratne berbe sorti brokule s izraženom produkcijom postranih cvatova.

Ključne riječi: *Brassica oleracea* var. *italica*, vršni i postrani cvatovi, suha tvar, ukupni fenoli, zamrzavanje

Effect of nitrogen fertilization on the broccoli nutritional value

Abstract

Research with the aim to determine the chemical composition of the top and lateral broccoli inflorescences at different doses of nitrogen fertilizer (0, 100 and 200 kg N ha⁻¹) was carried out during summer-autumn growing period 2009. There was a significant effect of inflorescence type and rate of nitrogen fertilizer on the nutritional value of broccoli inflorescences. Dry matter content ranged from 12.17 to 14.92 %, while the total phenols varied from 89.88 to 124.88 mg kg⁻¹ fresh matter. Higher values of tested quality parameters in broccoli lateral inflorescences obtained by fertilization with 100 kg N ha⁻¹, beside the yield, additionally justifies multiple harvest of broccoli cultivars with expressed production of lateral inflorescences.

Key words: *Brassica oleracea* L. var. *italica*, top and lateral inflorescence, dry matter, total phenols, freezing

Uvod

Funkcionalna hrana opskrbljuje organizam osnovnim hranjivim tvarima i ima dodatnu fiziološku vrijednost time što pozitivno utječe na zdravlje ljudi. Od funkcionalnih namirnica biljnog porijekla, ističu se vrste roda *Brassica*, a posebice brokula jer je, uz vlakna i esencijalne minerale, prirodan izvor bioaktivnih spojeva - fitotvari kao što su glukozinolati, polifenoli, karotenoidi i vitamini (Moreno i sur., 2006; Jahangir i sur., 2009).

Nutritivna vrijednost varira uslijed utjecaja različitih čimbenika (genotip, rok uzgoja, tip tla, gnojidba dušikom, navodnjavanje), što otežava proizvodnju povrća kao funkcionalne hrane, od kojeg se očekuje ujednačena razina zdravstvene vrijednosti (Mithen i sur., 2000; Cartea i Velasco, 2008). Brokula za ostvarenje

visokog prinosa zahtijeva dobru opskrbljenost lako pristupačnim hranjivima, posebice dušikom, a za prinos od 12 t/ha potrebno je 200 kg N, 80 kg P₂O₅, 215 kg K₂O i 25 kg MgO (Lešić i sur., 2004). S ciljem postizanja što većeg prinosa, proizvođači često primjenjuju prekomjernu količinu dušičnog gnojiva čime se smanjuje kvaliteta cvata brokule, a posebice koncentracija polifenola (Fortier i sur., 2010). Također, primjena velikih doza dušika može rezultirati nakupljanjem štetnih nitrata, ubrzanim rastom biljaka te fiziološkim poremećajem kao što je šupljikavost stabljike (Fabek, 2011). Kod brokule se osim vršnog, koriste i postrani cvatovi koji se razvijaju nakon berbe vršnog cvata i osiguravaju kontinuiranu opskrbu ovim povrćem. Vallejo i sur. (2003) te Cartea i Velasco (2008) navode da hranidbena i zdravstvena vrijednost brokule ovisi o biljnom dijelu, fazi rasta i razvoja, vremenu berbe, uvjetima kratkotrajnog skladištenja i načinu pripreme. Prema Vallejo i sur. (2003) koncentracija polifenola u postranim cvatovima brokule značajno je veća u odnosu na vršni cvat. Vitamin C i fenoli, a posebice flavonoidi, predstavljaju glavne antioksidanse koji neutraliziraju slobodne radikale u organizmu (Podsędek, 2007). Brokula je kao smrznuti proizvod dostupna na tržištu tijekom cijele godine, a Cieslik i sur. (2007) su utvrdili da zamrzavanje cvatova brokule rezultira smanjenjem koncentracije bioaktivnih spojeva. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi hranidbenu vrijednost vršnog i postranih cvatova brokule uzgajane pri različitim dozama dušičnog gnojiva nakon skladištenja zamrzavanjem.

Materijal i metode

Istraživanje je provedeno u ljetno-jesenskom roku uzgoja 2009. godine na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu u Zagrebu. U poljskom pokusu postavljenom po metodi slučajnog bloknoeg rasporeda u četiri ponavljanja testirana je hibridna sorta brokule 'Marathon' i tri razine gnojidbe dušikom (0, 100 i 200 kg N ha⁻¹). Presadnice s grudom supstrata sadene su 7. kolovoza na razmak 0,6 × 0,5 m čime je ostvaren sklop od 3,3 biljke m⁻². Površina osnovne parcele bila je 12 m². Na temelju kemijske analize tla utvrđena je dobra opskrbljenost humusom i osnovnim hranjivima te je određena gnojidba prema planiranom prinosu od 12 t ha⁻¹. Pred sadnju provedena je osnovna gnojidba s 80 kg P₂O₅ i 215 kg K₂O ha⁻¹ dok je dušik osiguran kroz prihrane amonijevim nitratom u tri navrata. Berba vršnog cvata započela je 80 dana nakon sadnje, a postranih cvatova tri tjedna kasnije. Uzorkovanje vršnog i postranih cvatova provedeno je 26. studenoga, a pripremljeni reprezentativni uzorci za analizu kemijskog sastava su zamrznuti. Nakon tri mjeseca čuvanja pri temperaturi -18 °C, standardnim analitičkim metodama za biljni materijal (AOAC, 2002) određeni su: suha tvar, topljiva suha tvar, ukupna kiselost i askorbinska kiselina (vitamin C), dok su ukupni fenoli, flavonoidi i neflavonoidi određeni Folin-Ciocalteu kolorimetrijskom metodom. Utjecaj gnojidbe dušikom na kemijski sastav vršnog i postranih cvatova brokule utvrđen je metodom analize varijance, a prosječne vrijednosti su testirane LSD testom na razini signifikantnosti p≤0,05 i p≤0,01.

Rezultati i rasprava

Meteorološki uvjeti tijekom ljetno-jesenskog roka uzgoja brokule u 2009. godini, na području grada Zagreba, prikazani su u tablici 1. Temperature tijekom kolovoza i rujna bile su povoljne za rast i razvoj brokule, dok su od druge dekade listopada do kraja vegetacije zabilježeni temperaturni uvjeti bili značajno niži od optimalnih (15 do 18 °C) za rast brokule. Kako bi se osigurala kontinuirana opskrbljenost vodom prema potrebi provedeno je navodnjavanje kišenjem, budući da je količina oborina tijekom vegetacije, a posebice u rujnu bila nedovoljna.

Prema rezultatima analize kemijskog sastava prikazanim u tablici 2, u postranim cvatovima utvrđene su veće vrijednosti svih promatranih parametara, osim količine askorbinske kiseline (vitamina C). Gnojidba dušikom različito je utjecala na količinu topljive suhe tvari i askorbinske kiseline. Najveća je topljiva suha tvar (10,08 %) utvrđena pri gnojdbi s najvećom dozom dušika, dok je najveća količina askorbinske kiseline (64,09 mg 100 g⁻¹ svježe tvari) zabilježena na kontrolnim parcelama. Sadržaj suhe tvari bio je u rasponu od 12,17 do 14,92 %, dok je ukupna kiselost varirala od 0,186 do 0,283 %. U istraživanju Lisiewska i Kmiecik (1996) gnojidba dušikom nije utjecala na količinu vitamina C u cvatu brokule, dok je povećanje doze dušika sa 80 na 120 kg/ha rezultiralo 7 % manjom količinom vitamina C u cvatu cvjetače. Navedeno je suprotno rezultatima istraživanja Šlosár i sur. (2011) gdje je najveća količina vitamina C utvrđena pri gnojdbi sa 200 kg N ha⁻¹, odnosno 15,2 % veća u odnosu na varijantu bez gnojidbe. Ovisno o gnojdbi dušikom, sadržaj askorbinske kiseline bio je u rasponu od 40,57 do 46,75 mg 100 g⁻¹ svježe tvari. Prema Acikgoz (2011) sadržaj vitamina C u cvatu brokule varirao je, ovisno o sorti i razdoblju sadnje, od 32,4 do 52,6 mg 100 g⁻¹ svježe

tvori pri čemu je najveća vrijednost utvrđena kod sorte 'Marathon' u kasno-jesenskom roku uzgoja, odnosno sadnji sredinom listopada. Koh i sur. (2009) navode veliko variranje u količini askorbinske kiseline testiranih sorti brokule (13,37 do 110,30 mg 100 g⁻¹ svježe tvari) pri čemu niže vrijednosti objašnjavaju oksidacijom u dehidroaskorbinsku kiselinu već i u svježim cvatovima. Lisiewska i Kmiecik (1996) navode da se količina vitamina C u cvatu brokule i cvjetače nije značajno smanjila uslijed zamrzavanja i čuvanja tijekom 12 mjeseci pri -20 °C.

Tablica 1. Prosječne dekadne vrijednosti temperature i oborina tijekom uzgoja brokule, Zagreb, 2009.

Mjesec	Dekada	Oborine (mm)	Temperatura zraka (°C)		
			Minimalna	Srednja	Maksimalna
Kolovoz	I	35,3	17,4	23,3	29,1
	II	19,8	17,3	23,1	29,3
	III	24,2	15,1	21,4	28,6
Rujan	I	3,0	13,3	19,2	25,3
	II	19,1	15,7	19,3	23,7
	III	0,1	11,9	18,0	25,3
Listopad	I	12,6	11,5	16,9	23,9
	II	31,2	4,2	7,7	12,7
	III	23,0	6,6	10,7	15,4
Studeni	I	70,4	2,9	5,5	8,5
	II	1,3	4,9	9,9	15,3
	III	16,3	4,1	8,6	13,9
Prosinac	I	33,0	2,6	5,2	8,3
	II	2,2	-5,0	2,1	-1,0

Tablica 2. Kemijski sastav cvatova brokule pri različitim dozama dušičnog gnojiva

Tretman	Suha tvar (%)	Topljiva suha tvar (%)	Ukupna kiselost (%)	Vitamin C (mg 100 g ⁻¹)
Cvat				
Vršni	12,24 b*	8,38 B	0,187 B	58,12
Postrani	14,71 a	11,20 A	0,273 A	59,74
Gnojidba dušikom (kg N ha ⁻¹)				
0	13,62	9,50 B	0,225	64,09 a
100	13,48	9,78 AB	0,229	58,92 ab
200	13,34	10,08 A	0,234	53,78 b
Interakcija cvat × gnojidba dušikom				
Vršni × 0	12,32 b	8,03 d	0,187 c	61,91 ab
Vršni × 100	12,25 b	8,37 d	0,187 c	58,12 ab
Vršni × 200	12,17 b	8,73 c	0,186 c	54,33 ab
Postrani × 0	14,92 a	10,97 b	0,263 b	66,26 a
Postrani × 100	14,71 a	11,20 ab	0,272 ab	59,73 ab
Postrani × 200	14,50 a	11,43 a	0,283 a	53,22 b

*Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (b) p ≤ 0,05 i (B) p ≤ 0,01.

U postranim cvatovima brokule zamrznutima nakon berbe utvrđena je veća koncentracija flavonoida, neflavonoida i ukupnih fenola (tablica 3) što je sukladno rezultatima Vallejo i sur. (2003). Gnojidba dušikom utjecala je samo na količinu ukupnih fenola. Prevladavajući fenolni spojevi u cvatovima brokule bili su neflavonoidi što je suprotno rezultatima Dragović-Uzelac i sur. (2009). Najveća vrijednost ukupnih fenola bila je pri izostanku gnojidbe dušikom (108,17 mg kg⁻¹ svježe tvari) i statistički jednaka vrijednosti ostvarenoj pri gnojidbi sa 100 kg N ha⁻¹ (105,96 mg kg⁻¹ svježe tvari). Izostanak gnojidbe dušikom rezultirao je najvećom količinom askorbinske kiseline i fenolnih spojeva što je sukladno rezultatima Fortier i sur. (2010) koji navode da nedovoljna opskrbljenost vodom i dušikom pozitivno utječe na sintezu fenolnih spojeva, no istovremeno negativno utječe na prinos. Prema Toth (2010) neke sorte brokule imaju izraženu sposobnost formiranja postranih cvatova pa se njihovim višekratnim obiranjem tijekom dužeg razdoblja može ostvariti prinos podjednak ili veći od prinosa vršnog cvata. Cartea i Velasco (2008) ističu da biljke pojačano sintetiziraju fitotvari pod utjecajem abiotskih i biotskih stresnih faktora. Sukladno tome, utvrđene niže vrijednosti

fenolnih spojeva u cvatovima brokule tijekom ljetno-jesenskog roka uzgoja 2009. godine rezultat su povoljnih klimatskih uvjeta. Na različitu distribuciju antioksidativnih spojeva u biljci ukazuju Zhang i Hamauzu (2004) te su u cvatu svježe brokule utvrdili 7,7 puta veću koncentraciju fenola u odnosu na stapku, dok je prosječna količina vitamina C u stapci bila 19,8 % veća nego u cvatu.

Tablica 3. Koncentracija fenolnih spojeva u cvatovima brokule (mg kg⁻¹ svježe tvari)

Tretman	Ukupni fenoli	Flavonoidi	Neflavonoidi
Cvat			
Vršni	90,67 B*	26,72 B	64,05 B
Postrani	121,25 A	45,75 A	75,51 A
Gnojidba dušikom (kg N ha ⁻¹)			
0	108,17 a	38,09	70,09
100	105,96 ab	36,23	69,88
200	103,76 b	34,39	69,37
Interakcija cvat × gnojidba dušikom			
Vršni × 0	91,47 c	25,27 c	66,19 B
Vršni × 100	90,67 c	26,72 c	64,26 BC
Vršni × 200	89,88 c	28,17 c	61,71 C
Postrani × 0	124,88 a	50,90 a	73,98 A
Postrani × 100	121,25 ab	45,75 ab	75,50 A
Postrani × 200	117,63 b	40,61 b	77,03 A

*Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, (b) p ≤ 0,05 i (B) p ≤ 0,01.

Zaključci

Utvrđen je utjecaj gnojidbe dušikom na hranidbenu vrijednost vršnog i postranih cvatova brokule. Pri gnojidbi sa 100 kg N ha⁻¹ u postranim cvatovima utvrđene su najveće vrijednosti parametara kvalitete. Izražena hranidbena vrijednost postranih cvatova, uz prinos, dodatno opravdava višekratne berbe sorti brokule s izraženom produkcijom postranih cvatova.

Literatura

- Acikgoz E.F. (2011). Influence of different sowing times on mineral composition and vitamin C of some broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) cultivars. *Scientific Research and Essays* 6(4): 760-765.
- AOAC (2002). Official methods of analysis of AOAC International (17th Edition), Washington, USA.
- Cartea M.E., Velasco P. (2008). Glucosinolates in *Brassica* foods: bioavailability in food and significance for human health. *Phytochemistry Reviews* 7: 213-229.
- Cieślak E., Leszczyńska T., Filipiak-Florkiewicz A., Sikora E., Pisulewski P.M. (2007). Effects of some technological processes on glucosinolate contents in cruciferous vegetables. *Food Chemistry* 105 (3): 976-981.
- Dragović-Uzelac V., Bursać Kovačević D., Levaj B., Pedisić S., Mezak M., Tomljenović A. (2009). Polyphenols and Antioxidant Capacity in Fruits and Vegetables Common in the Croatian Diet. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 74 (3): 175-179.
- Fabek S. (2011). Pravilna gnojidba brokule. *Gospodarski list* 13/14: 28.
- Fortier E., Desjardins Y., Tremblay N., Bélec C., Côté M. (2010). Influence of irrigation and nitrogen fertilization on broccoli polyphenolics concentration. *Acta Horticulturae* 856: 55-62.
- Jahangir M., Kim H.K., Choi Y.H., Verpoorte R. (2009). Health-affecting compounds in Brassicaceae. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* vol. 8: 31-34.
- Koh E., Wimalasiri K.M.S., Chassy A.W., Mitchell A.E. (2009). Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial broccoli. *Journal of Food Composition and Analysis* 22: 637-643.
- Lešić R., Borošić J., Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2004). *Povrčarstvo*, Zrinski, Čakovec.
- Lisiewska, Z., Kmiecik, W. (1996). Effect of level of nitrogen fertilizer, processing conditions and period of storage for frozen broccoli and cauliflower on vitamin C retention. *Food Chemistry* 57: 267-270.

- Mithen R.F., Dekker M., Verkerk R., Rabot S., Johnson I.T. (2000). The nutritional significance, biosynthesis and bioavailability of glucosinolates in human foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 967-984.
- Moreno D.A., Carvajal M., Lopez-Berenguer C., García-Viguera C. (2006). Chemical and biological characterisation of nutraceutical compounds of broccoli. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 41: 1508–1522.
- Podsędek A. (2007). Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *Food Science and Technology* 40: 1-11.
- Šlosár M., Uher A., Kóňa J., Pechočiak T. (2011). The influence of nitrogen and sulphur fertilization on the yield formation and quality of broccoli. *Contemporary Agriculture* 60 (1-2): 15-21.
- Toth N. (2010). Brokula kao funkcionalna hrana. *Gospodarski list* 17: 74.
- Vallejo F., García-Viguera C., Tomás-Barberán F.A. (2003). Changes in broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) health-promoting compounds with inflorescence development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 3776-3782.
- Zhang D., Hamauzu Y. (2004). Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry* 88: 503–509.

sa2012_0410