

Acta horticulturae et regiotecturae 1
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2009, s. 14–17

VPLYV DUSÍKATÉHO HNOJENIA NA ÚRODU A KUMULÁCIU DUSIČNANOV V BROKOLICI

THE INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZATION ON THE YIELD AND NITRATE CUMULATION IN THE BROCCOLI

Miroslav ŠLOSÁR, Nina ČEKEY, Anton UHER, Zoltán BALOGH

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

The field experiment was established in 2007 in The Botanical garden of Slovak Agricultural University in Nitra. We investigated the effect of three different variants of fertilization on the yield of broccoli (used varieties of broccoli: CORONADO F1 and TIBURON F1) and accumulation of nitrates in the broccoli roses. The first variant was without fertilization, the second one had a level of nutrients N : P : K : S = 200 : 40 : 160 : 40 (kg.ha⁻¹) and the third one was fertilized on level N : P : K : S = 250 : 40 : 160 : 40 (kg.ha⁻¹). The seeds were planted on 31st May 2007 and seedlings were planted in experimental area on 3rd July 2007. The used spacing of outplanting was 0,5 x 0,5 m. The broccoli harvest was finished on 16th October 2007. Our research confirmed the fact that nitrogen fertilization is very important for gaining higher yield but at the same time it causes higher accumulation of nitrates in the broccoli roses. In comparison with control variant (0) we reached the highest yield at the variant 1 (N = 200 kg.ha⁻¹). The highest content of nitrates was determined at the variant 2 (N = 250 kg.ha⁻¹). At this variant, the content of nitrates exceeded the highest acceptable amount of nitrates according to Food codex of Slovak Republic (1 000 mg.kg⁻¹ of fresh matter).

Key words: broccoli, fertilization, yield, nitrates

Hlúboviny patria medzi najrozšírenejšie zeleniny a taktiež medzi najnáročnejšie plodiny na výživu a hnojenie. Do tejto skupiny plodín sa zaraduje aj brokolica – kel špargľový (*Brassica oleracea* L. convar. *italica*). Brokolica patrí medzi nutrične najbohatšie zeleniny pre obsah vitamínov, minerálnych látok i bioflavonoidov. Obsahuje v najvyšej koncentrácií sulforafan, látku potláčajúcu nádorové bujnenie (Petříková, 2006; Hollósy, 2004).

Dusíkatá výživa rozhodujúcou mierou ovplyvňuje kvantitu a kvalitu dospelovanej produkcie, ale nesmie sa pri tom zabúdať na dodanie aj ďalších makroelementov ako je fosfor, draslík, vápnik, síra a horčík (Varga, Ložek a Ducsay, 2004; Fecenko a Ložek, 2000). Brokolica dosť výrazne kumuluje dusičnanov a preto je potrebné dávať pozor pri hnojení dusíkom. Dusičnan sa vo väčšom množstve hromadia v rastlinných orgánoch (pleti-vách) vtedy, ak prijatý dusík nestačia využiť na tvorbu aminokyselín a nasledujúcu tvorbu bielkovín. To znamená, keď rastlinný metabolismus nedokáže zredukovať prijaté dusičnan do asimilovateľnej formy (Uher, Černý a Mezey, 2008).

Dusičnan nie sú v rastlinách cudzorodou látkou, ale priorenou zložkou a nie sú sami o sebe toxicke. Potenciálna toxicta vyššej hladiny dusičnanov v zelenine, ale aj iných potravinách ale aj nápojoch je v tom, že sa môžu redukovať na dusitany, ktoré vyvolávajú tzv. methemoglobinému. Toto ochorenie vzniká oxidáciou hemoglobínového dvojmocného iónu Fe²⁺ na trojmocný ión Fe³⁺ za premeny červeného krvného farbiva hemoglobínu na tmavý methemoglobin, ktorý nie je schopný prenášať kyslík a ľudia, najmä kojenci sa udusia. Deti do štyroch mesiacov sú najcitlivejšie, lebo ešte nemajú dostačne vyvinutý spätný mechanizmus premeny methemoglobínu na hemoglobín. Okrem toho vzniknuté dusitany sa môžu viazať na bežne v potravinách prítomné amíny (sekundárne, terciárne), pričom vznikajú nebezpečné nitrozoamíny. Tieto vyvolávajú tvorbu nádorov (takmer na všetkých orgánoch kostí), poškodenie pečene (hepatitída) a deformovanie nevyvíjajúcich sa plodov (nevyvinutie končatín, poruchy centrálnych orgánov).

V poslednom období výskumu dokazujú, že ak je organizmus dostatočne zásobený vitamínom C, nedochádza k vzniku nitrózozlúčením. Pomer vitamínu C k dusičnanom by mal byť väčší ako 2 : 1 a väčšina druhov zeleniny taký pomer uvádzaných látok obsahuje. Pozitívna vlastnosť zeleniny je aj v tom, že obsahuje vlákninu, ktorá v hrubom čreve potláča resorpciu nitrozoamínov. Na základe uvedených skutočností možno teda konštatovať, že prítomnosť vitamínu C a vlákniny v zelenine môže do určitej miery kompenzovať nežiaduci obsah dusičnanov v zelenine (Prugar a Prugarová, 1985; Fecenko a Ložek, 2000; Huarte-Mendicoa, Astiasarán a Bello, 1997; Valšíková, 2006).

Materiál a metódy

Poľný pokus bol založený v roku 2007 v areáli Botanickej záhrady SPU v Nitre. Územie patrí do agroklimatickej oblasti veľmi teplej, podoblasti suchej. Pokus bol realizovaný v rámci projektu VEGA 1/4408/07 s názvom „Environmentálne riziká vplyvu klimatických zmien na kvalitu a úrodu vybraných druhov zeleniny“.

V poľnom pokuse sme skúmali efekt troch variantov hnojenia na úrodu a kvalitu brokolice, pričom každý variant zahrňal tri opakovania. V pokuse sme použili dve odrody brokolice – Coronado F1 a Tiburon F1 (stredne neskoré odrody vhodné pre letné a jesenné pestovanie). Výmera pokusnej parcelky bola 4 m², t. j. pri trojnásobnom opakovaní bola výmera 1 pokusného variantu 12 m². V rámci opakovania bolo vysadených 9 rastlín v spone 0,5 x 0,5 m. Výsadba priesad na pokusné stanovište bola uskutočnená 3. 7. 2007.

Pri variante 0 (kontrolný variant) neboli aplikované priemyselné hnojivá. Pri variantoch hnojenia 1 a 2 boli aplikované hnojivá LAD27 – liadok amónny s dolomitom (27% N, 4% MgO a 7% CaO) a DASA 26/13 (26% N a 13% S) na doplnenie záso-

Tabuľka 1 Agrochemická charakteristika pôdy pred založením pokusu

pH/KCl	Obsah živín v mg.kg ⁻¹ pôdy (1)					
	N _{an}	P	K	S	Ca	Mg
6,71	12,8	123	495	30	8 000	540

Table 1 Agrochemical soil characteristics before the establishment of the trial(1) content of nutrients in mg.kg⁻¹ of soil**Tabuľka 2** Schéma variantov výživy

Variant výživy (1)	Dávky živín v kg.ha ⁻¹ (2)			
	N	P	K	S
0	bez aplikácie priemyselných hnojív (3)			
1	200	0	0	40
2	250	0	0	40

Table 2 Scheme of nutrition variants(1) variant of nutrition, (2) nutrient doses in kg.ha⁻¹, (3) without application of fertilizers

by N a S na požadovanú úroveň. Hnojivo DASA bolo aplikované 12. júna, t. j. 3 týždne pred výsadbou. Hnojivo LAD27 bolo aplikované v dvoch termínoch – 27. 7. 2007 (50% z dávky LAD27) a 17. 8. 2007 (50% LAD27), t. j. 3 a 6 týždňov po výsadebe. P a K neboli aplikovaný, pretože ich obsah v pôde bol zodpovedajúci úrovni hnojenia pri oboch variantoch.

Počas vegetačného obdobia bola uskutočňovaná chemická ochrana proti škodcom. Ochrana proti chorobám nebola potrebná vzhľadom na dobrý zdravotný stav porastu brokolice.

Zber zeleniny sa realizoval ručne, pričom sa zberali ružice spolu so stonkou dlhou 10 cm. Zber ružíc brokolice sa realizoval v troch čiastkových zberoch v termínoch 30. 8., 10. 9. a 20. 9. 2007.

Obsah dusičnanov v ružiciach brokolice bol stanovený metódou ionovo-selektívnej elektródy. Vyhodnotenie dosiahnutých výsledkov sa uskutočnilo analýzou variancie pomocou Tukey HSD testu pri 95 % pravdepodobnosti.

Výsledky a diskusia

Cieľom výskumnej úlohy bolo zistiť vplyv rozdielnych variantov hnojenia na úrodu a kumuláciu dusičnanov v brokolici.

Výsledky nášho výskumu potvrdzujú všeobecne známy fakt, že aplikácia dusíkatých hnojív zvyšuje úrodu, avšak záro-

veň môže zapríčiniť aj nadmernú kumuláciu dusičnanov v konzumných častiach pestovaných plodín (Babik a Elkner, 2002; Lisiewska and Kmiecik, 1996; Varga, Ložek a Ducsay, 2004).

Analýzou variancií (tab. 5, 6, 7, 8) na výšku úrody a obsah dusičnanov v ružiciach brokolice sa zistil preukazný rozdiel v uvedených ukazovateľoch medzi kontrolou a variantom 1 pri odrode Coronado. Ostatné výsledky boli zo štatistického hľadiska nepreukazné.

Najvyššie úrody ružíc boli pri oboch odrodách zistené vo variante 1 (tabuľka 3). Pri odrode Coronado sme dosiahli úrodu 11,33 t.ha⁻¹, čo v porovnaní s kontrolným variantom (8,31 t.ha⁻¹)

Tabuľka 3 Úroda ružíc brokolice v t.ha⁻¹

Variant hnojenia (1)	Úroda v t.ha ⁻¹ (2)		Relatívne percento v % (3)	
	Coronado	Tiburon	Coronado	Tiburon
0	8,31	8,1	100	100
1	11,33	13,26	136,5	163,7
2	8,87	11,95	106,9	147,5

Table 3 The yield of broccoli roses in t.ha⁻¹(1) variant of fertilization, (2) yield in t.ha⁻¹, (3) relatively in %**Tabuľka 4** Obsah dusičnanov v ružiciach brokolice mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty

Variant hnojenia (1)	Obsah dusičnanov v mg.kg ⁻¹ (2)		Relatívne percento v % (3)	
	Coronado	Tiburon	Coronado	Tiburon
0	743	608	100	100
1	971,4	906,3	130,7	149,1
2	1 217,7	1 070,4	163,9	176,1

Table 4 The content of nitrates in broccoli roses in mg.kg⁻¹ of fresh matter(1) variant of fertilization, (2) content of nitrates in mg.kg⁻¹, (3) relatively in %**Tabuľka 5** Analýza variancií pre úrodu ružíc brokolice v t.ha⁻¹

Zdroje variability (1)	Súčet štvorcov (2)	SV (3)	Priemer štvorcov (4)	F (5)	Pravdepodobnosť (6)
Variety Coronado (7)					
A: varianty (8)	17,556	2	8,78	7,90	0,0408
C: opakovania (9)	8,222	2	4,11	3,70	0,1231
Reziduál (10)	4,444	4	1,111	–	–
Spolu (11)	30,222	8	–	–	–
Variety Tiburon					
A: varianty (8)	46,222	2	23,11	3,41	0,1367
C: opakovania (9)	3,556	2	1,78	0,26	0,7816
Reziduál (10)	27,111	4	6,778	–	–
Spolu (11)	76,889	8	–	–	–

Table 5 Analysis of variance for yield of broccoli roses in t.ha⁻¹

Tabuľka 6 Analýza variancí pre obsah dusičnanov v ružiciach brokolice v mg.kg⁻¹

Zdroje variability (1)	Súčet štvorcov (2)	SV (3)	Priemer štvorcov (4)	F (5)	Pravdepodobnosť (6)
Variety Coronado (7)					
A: varianty (8)	33 8113	2	169 056,5	25,28345	0,0054
C: opakovania (9)	2 853,56	2	1 426,78	0,213384	0,8165
Reziduál (10)	26 745,8	4	6 686,45		
Spolu (11)	36 7712	8			
Variety Tiburon					
A: varianty (8)	32 9651	2	164 825,5	3,862841	0,1164
C: opakovania (9)	2 2757,6	2	11 378,8	0,266673	0,7785
Reziduál (10)	170 678	4	42 669,5		
Spolu (11)	523 086	8			

Table 6 Analysis of variance for content of nitrates in broccoli roses in mg.kg⁻¹

(1) sources of variability, (2) sum of squares, (3) degree of freedom, (4) mean squares, (5) F-ratio, (6) P-value, (7) variety, (8) variants, (9) treatments, (10) residual, (11) total

Tabuľka 7 Úroda ružíc brokolice podľa odrôd. Tukey HSD test, 95%

Odroda (1)					
Coronado			Tiburon		
Variant (2)	LS Priemer (3)	Homogénne skupiny (4)	Variant (2)	LS Priemer (3)	Homogénne skupiny (4)
0	8,00	A	0	8,00	A
2	9,00	A	2	12,00	A
1	11,33	B	1	13,33	A

Table 7 The yield of broccoli roses according to varieties. Tests of Contrasts in t.ha⁻¹ (Tukey HSD, 95%)

(1) variety, (2) variant, (3) LS mean, (4) homogeneous groups

Tabuľka 8 Obsah dusičnanov v ružiciach brokolice podľa odrôd. Tests of Contrasts v t.ha⁻¹ (Tukey HSD, 95%)

Odroda (1)					
Coronado			Tiburon		
Variant (2)	LS Priemer (3)	Homogénne skupiny (4)	Variant (2)	LS Priemer (3)	Homogénne skupiny (4)
0	743,00	A	0	608,00	A
2	971,67	A	2	906,33	A
1	1 217,67	B	1	1 070,33	A

Table 8 The content of nitrates according to varieties. Tests of Contrasts in t.ha⁻¹ (Tukey HSD, 95%)

(1) variety, (2) variant, (3) LS mean, (4) homogeneous groups, (5) treatments

predstavovalo nárast úrody o 36,5%. Vo variante 2 bola zaznamenaná taktiež výšia úroda oproti kontrole (8,87 t.ha⁻¹), pričom sa úroda zvýšila o 6,9 %. Pri odrôde Tiburon bola vo variante 1 dosiahnutá úroda ružíc 13,26 t.ha⁻¹, čo predstavovalo nárast úrody oproti kontrole (8,1 t.ha⁻¹) o 63,7%. Pri variante 2 sme dosiahli úrodu 11,95 t.ha⁻¹, čo v porovnaní s úrodou v kontrolnom variante znamenalo nárast úrody o 47,5%.

Najvyšší obsah dusičnanov bol zistený pri oboch odrodách vo variante 2 – 1 217,7 (odroda Coronado), resp. 1 070,4 (Tiburon) mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty, čo v porovnaní s kontrolným variantom predstavovalo zvýšenie obsahu dusičnanov o 63,9 %, resp. 76,1 %. Vo variante 1 bol zaznamenaný nárast obsahu dusičnanov voči kontrole o 30,7 % (Coronado), resp. 49,1 % (tabuľka 4).

Záver

Z dosiahnutých výsledkov zistených v polnom pokuse s brokolicou, kde sa sledoval vplyv dusíkatého hnojenia na úrodu a ku-

muláciu dusičnanov v ružiciach brokolice, vyplývajú nasledovné závery:

1. Pozoroval sa pozitívny vplyv dusíkatého hnojenia na úrodu brokolice, pričom úroda ružíc brokolice klesala v poradí variantov: 1 ($N = 200 \text{ kg.ha}^{-1}$) > 2 ($N = 250 \text{ kg.ha}^{-1}$) > 0 (kontrola – bez aplikácie priemyselných hnojív). Na aplikáciu dusíka vo forme priemyselných hnojív výraznejšie reagovala odrôda Tiburon F1 zvýšením úrody vo variante 1 oproti variantu 0 o 63,7 %, zatiaľ čo pri odrôde Coronado F1 bol zaznamenaný nárast úrody ružíc brokolice o 36,5 %.
2. Aplikácia dusíkatých hnojív spôsobila zvýšenú kumuláciu dusičnanov v ružiciach brokolice, pričom obsah dusičnanov stúpal v poradí variantov: 0 < 1 < 2. Na základe porovnania obsahu dusičnanov pri sledovaných odrodách môžeme konštatovať, že na hnojenie dusíkom výraznejšie reagovala odrôda Tiburon F1 zvýšením obsahu dusičnanov vo variante 2 v porovnaní s variantom 0 o 76,1 %, kým pri odrôde Coronado bolo zistené zvýšenie obsahu dusičnanov o 63,9 %.

3. Na základe štatistického vyhodnotenia dosiahnutých výsledkov pomocou Tukey HSD testu môžeme skonštatovať, že preukazný rozdiel bol zistený v obsahu dusičnanov v rúžiciach brokolice pri odrode Coronado medzi kontrolou a variantom 1. Medzi ostatnými variantmi neboli zistené preukazné rozdiely vo výške úrody a obsahu dusičnanov v brokolici.
4. Pri variante 2 so zvýšenou dávkou dusíka ($250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) bol prekročený limit množstva dusičnanov pri oboch sledovaných odrodách. Najvyššie prípustné množstvo dusičnanov v hlúbovej zelenine predstavuje hodnotu $1000 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ čerstvej hmoty (http://www.svssr.sk/sk/legislativa/kodex/2_10_02.pdf, 2008).

Súhrn

Poľný pokus bol založený v roku 2007 v areáli Botanickej záhrady Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. V pokuse sme sledovali vplyv troch rozdielnych variantov hnojenia na úrodu brokolice (odrody CORONADO F1 a TIBURON F1) a kumuláciu dusičnanov v rúžiciach brokolice. 1. variant bol kontrolný – bez aplikácie priemyselných hnojív, 2. variant mal úroveň živín $N : P : K : S = 200 : 40 : 160 : 40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a 3. variant bol vyhnojený na úroveň $N : P : K : S = 250 : 40 : 160 : 40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Výsev semien bol uskutočnený 31. 5. 2007 a výsadba priesad na experimentálnu plochu sa uskutočnila 3. 7. 2007 do sponu $0,5 \times 0,5 \text{ m}$. Zber brokolice bol ukončený 16. 10. 2007. Výsledky nášho výskumu potvrdili fakt, že dusíkatá výživa a hnojenie sú veľmi dôležité pre dosiahnutie vyšších úrod, avšak zároveň zapríčinujú aj vyššiu kumuláciu dusičnanov v konzumných rúžiciach brokolice. V porovnaní s kontrolným variantom (0) sme na najvyššiu úrodu dosiahli vo variante 1 ($N = 200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Najvyšší obsah dusičnanov bol zaznamenaný vo variante 2 ($N = 250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). V tomto variante obsah dusičnanov prevyšoval najvyššie prípustné množstvo dusičnanov podľa Potravinového kódexu Slovenskej republiky ($1000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ čerstvej hmoty).

Kľúčové slová: brokolica, hnojenie, úroda, dusičnany

Literatúra

- BABIK, I. – ELKNER, K. 2002. The effect of nitrogen fertilization and irrigation on yield and quality of broccoli. In: Acta Horticulturae (ISHS), no. 571, p. 33–43, 2002. ISSN 0567-7572.
- FEČENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra : SPU v spolupráci s Duslom Šaľa a. s., 2000. 452 s. ISBN 80-7137-777-5.
- HOLLÓSY, M. 2004. Dajme zelenú brokolici! APOTHÉKA – odborno-informačný štvrtročník pre zákazníkov lekárne, roč. 4, 2004, s. 48–49. ISSN 1336-0930.
- HUARTE-MENDICOA, J. C. – ASTIASARIN, I. – BELLO, J. 1997. Nitrate and nitrite levels in fresh and frozen broccoli. Effect of freezing and cooking. In: Food Chemistry, vol. 58, 1997, no. 1–2, p. 3p–42. ISSN 0308-8146.
- LISIEWSKA, Z. – KMIECIK, W. 1995. Effects of level of nitrogen fertilizer, processing conditions and period of storage of frozen broccoli and cauliflower on vitamin C retention. In: Food Chemistry, vol. 57, 1995, no. 2, p. 261–270. ISSN 0308-8146.
- PETŘÍKOVÁ, K. 2006. Zelenina – Pěstování, ekonomika, prodej. Praha : Profi Press, s. r. o., 2006. ISBN 80-86726-20-7.
- PRUGAR, J. – PRUGAROVÁ, A. 1985. Dusičnany v zelenine. Bratislava : Príroda, 1985. 150 s.
- UHER, A. – ČERNÝ, I. – MEZEY, J. 2008. Poľné a záhradné plodiny. Nitra : SPU v Nitre, 2008. 168 s. ISBN 978-80-552-0036-1.
- VALŠÍKOVÁ, M. 2006. O dusičnanoch v zelenine. In: Zahradníctví, roč. 10, 2006, č. 6, s. 20. ISSN 1213-7596.
- VARGA, L. – LOŽEK, O. – DUCSAY, L. 2004. Vplyv diferencovanej výživy na úrodu brokolice = The influence of the differentiated nutrition on the yield of broccoli. 2. medzinárodná záhradnícka vedecká konferencia, 16.–18. september 2004 Nitra = 2nd international horticulture scientific conference. – V Nitre : SPU, 2004, s. 96–98. ISSN 1335-2563.
- URL: http://www.svssr.sk/sk/legislativa/kodex/2_10_02.pdf (23. 1. 2008) – Potravinový kódex SR, Druhá časť, 10. hlava, príloha č. 2 „Najvyššie prípustné množstvo kontaminantov v potravinách platné v Slovenskej republike“, (Výnos MP SR a MZ SR č. 608/3/2004-100 z 15. marca 2004, v znení výnosu č. 1907/2004-100 z 21. júla 2004 a výnosu č. 3372/2004-100 z 17. januára 2005)

Kontaktná adresa:

Ing. Miroslav Šlosár, Katedra zeleninárstva, FZKI SPU v Nitre, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: miroslav.slosar@uniag.sk, nina.cekey@uniag.sk, anton.uher@uniag.sk