

VPLYV APLIKÁCIE HNOJIVA S OBSAHOM INHIBÍTOROV NITRIFIKÁCIE NA VÝŠKU ÚRODY SEMENA KAPUSTY REPKOVEJ PRAVEJ (*BRASSICA NAPUS* L.)

*Effect of application of Fertilizer with Nitrification Inhibitors on Yield of Rapeseed (*Brassica napus*)*

Mária VARÉNYIOVÁ, Ladislav DUCSAY

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Summary: Monitoring the effect of application of fertilizer with nitrification compared to the fertilizer without nitrification inhibitors on yield of rapeseed was the main aim of the experiment. The plot-scale experiment was based in experimental year 2016/2017 in terms of agricultural cooperative in Mojmirovce. Hybrid Artoga was seeded. There was used the block method of experimental plot size of 600 m² in triplicate, in this experiment. It consisted of three treatments. The first treatment was unfertilized control. Treatments 2_{ENSIN} and 3_{DASA} were fertilized by single dose of nitrogen and sulfur (160 kg.ha⁻¹ N and 80 kg.ha⁻¹ S) at growth stage BBCH 20. The fertilizer ENSIN (ANAS + nitrification inhibitors dicyandiamide and 1,2,4 triazol) was applied at treatment 2_{ENSIN} and treatment 3_{DASA} was fertilized by ANAS without nitrification inhibitors. The highest average yield of rapeseed 3.74 t.ha⁻¹ was reached at treatment 2_{ENSIN}. As for yield, there was not found any statistically significant difference among treatments 2_{ENSIN} (with nitrification inhibitors) and 3_{DASA} (without nitrification inhibitors).

Keywords: nitrogen nutrition, nitrification inhibitors, yield of rapeseed

Súhrn: Cieľom pokusu bolo sledovanie vplyvu aplikácie hnojiva s inhibítormi nitrifikácie a hnojiva bez inhibítorov nitrifikácie na výšku úrody semena kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* L.). Poľný, poloprevádzkový pokus bol založený v pokusnom roku 2016/2017 v podmienkach poľnohospodárskeho družstva Mojmirovce. Vysiaty bol hybrid Artoga. Využitá bola blokovaná metóda s veľkosťou pokusnej parcely 600 m² v troch opakovaní. Pokus pozostával z troch variantov. Prvý variant bol kontrolný, nehnojený. Varianty 2_{ENSIN} a 3_{DASA} boli hnojené jednorazovou dávkou dusíka a síry (160 kg.ha⁻¹ N and 80 kg.ha⁻¹ S) v rastovej fáze BBCH 20. Hnojivo ENSIN (DASA + inhibítory nitrifikácie dikyándiamid a 1,2,4 triazol) bolo aplikované na variant 2_{ENSIN}. Variant 3_{DASA} bol hnojený hnojivom DASA bez inhibítorov nitrifikácie. Najvyššia priemerná úroda semena kapusty repkovej pravej 3,74 t.ha⁻¹ bola dosiahnutá na variante 2_{ENSIN}. Nebol zistený štatisticky preukazný rozdiel vo výške úrody medzi variantom 2_{ENSIN} (s inhibítormi nitrifikácie) a variantom 3_{DASA} (bez inhibítorov nitrifikácie).

Kľúčové slová: výživa dusíkom, inhibítory nitrifikácie, úroda semena kapusty repkovej pravej

Úvod

Dusík je motorom rastu a dynamiky tvorby úrody. Jeho nedostatok, ale aj nadbytok v pôde a v rastline je škodlivý a jeho zásoba v pôde sa reguluje hnojením a technológiou pestovania (Michalík, 2001). Množstvo hospodárskej úrody závisí od celkového dusíka prijatého koreňovým systémom ako aj od efektívnosti jeho využitia najmä pre proces fotosyntézy a alokácie asimilátov do hospodársky dôležitých orgánov (Hay-Porter, 2006).

Zlepšenie využiteľnosti dusíka pri pestovaní kapusty repkovej pravej zníži potenciál pre znečistenie životného prostredia a zlepší hospodárske úrody. Pokiaľ ide o životné prostredie, plodina by mala dostať optimálne dávky dusíka, aby sa zabezpečil optimálny vývoj úrod a zabránilo sa následným stratám dusíka z pôdy (Behrens et al., 2001; Barló-Grzebisz, 2004). Jedným z nástrojov riadenia strát dusíka z pôdy sú inhibítory nitrifikácie (Laboski, 2006). Inhibítory nitrifikácie dikyándiamid (DCD) znižuje straty dusíka vo forme NO₃⁻ inhibíciou rastu a aktivity pôdných baktérií, ktoré oxidujú amoniak v pôde, čím znižuje rýchlosť nitrifikácie a dusík sa udržiava v NH₄⁺ forme,

ktorá je zadržovaná v pôde a dostupná pre rastliny (Di et al., 2010). V praxi sa často využíva aj spolupôsobenie viacerých inhibítorov nitrifikácie. Kombinácia dvoch inhibítorov dikyándiamidu a triazolu (DCD + TZ) malo za následok synergický účinok, ktorý zvyšuje nitrifikačno-inhibičný účinok predĺžením konverzie hnojiva, čo umožňuje dávku inhibítorov znížiť (Michel et al., 2001).

Významné postavenie má vo výžive kapusty repkovej pravej aj síra. Koordinácia medzi asimiláciou dusíka a síry je potrebná na to, aby vhodne poskytla rastlinám organické zlúčeniny zásadne pre ich vývoj a rast. Zdroj dusíka indukuje adaptáciu mnohých metabolických procesov v rastlinách. Existuje však len málo informácií o vplyve, ktorý môže mať na fungovanie metabolizmu síry (Coletto et al., 2017).

Cieľom pokusu bolo porovnanie aplikácie dusíkato-sírneho hnojiva s inhibítormi a bez inhibítorov nitrifikácie na výšku úrody semena kapusty repkovej pravej.

Materiál a metódy

Poľný, poloprevádzkový, výživársky pokus bol založený 27.08.2016 v podmienkach PD Mojmirovce. Použitá bola blokovaná metóda s veľkosťou pokusnej parcely 600 m² v troch opakovaní. Vysiaty bol

hybrid Artoga. Výsevok predstavoval 0,45 milióna kľúčivých semien na 1 ha. Predplodinou bola pšenica letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.). Mojmirovce ležia v nadmorskej výške 140 m.n.m. a patria do kukuričnej výrobnnej oblasti. Táto oblasť je veľmi teplá,

suchá s miernymi zimami. Priemerná ročná teplota je 11,9°C s ročným úhrnom zrážok 436,7 mm. Podrobnejšia charakteristika poveternostných podmienok je uvedená v tabuľkách 1 a 2. Prevláda pôdny typ černozem hnedozemná na sprašiach (societas pedologica slovaca, 2014). Agrochemický rozbor pôdy zo dňa 20.08.2016 je uvedený v tabuľke 3. Z tabuľky 3 vyplýva, že obsah N_{an} sa pohyboval v kategórii stredná záso- ba, obsah fosforu bol nízky, obsah draslíka bol dobrý, obsah horčička veľmi vysoký. Pôdna reakcia bola neu- trálna.

V poloprevádzkovom poľnom pokuse bol sledo- vaný vplyv aplikácie hnojiva s inhibítormi nitrifiká- cie na výšku úrody semena kapusty repkovej pravej

v porovnaní s hnojivom bez inhibítorov nitrifikácie. Pokus pozostával z troch variantov hnojenia. Prvý variant bol kontrolný, nehnojený. Variant 2_{ENSIN} bol hnojený jednorazovou, celkovou dávkou dusíka 160 kg.ha⁻¹ vo forme hnojiva ENSIN, ktorý je zložený z hnojiva DASA (dusičnan amónny + síran amónny; 26 % N a 13 % S) a inhibítorov nitrifikácie DCD a TZ (dikyándiamid a 1,2,4 triazol). Variant 3_{DASA} bol hno- jený rovnakou, jednorazovou dávkou dusíka 160 kg.ha⁻¹ vo forme hnojiva DASA bez inhibítorov nitrifikácie. Oba varianty boli hnojené v rastovej fáze BBCH 20 (tab. 4). Pôdne analýzy boli vykonané bežnými analy- tickými metódami. Zber sa uskutočnil kombajnom Claas Lexion 770 dňa 14.07.2017.

Tabuľka 1: Priemerné množstvo zrážok v pestovateľskom roku 2016/2017 (hodnotenie normality množstva mesačných zrážok v porovnaní s dlhodobým priemerom 1982–2013)

Mesiac	Dlhodobý priemer (1982–2013)	2016		2017	
		Zrážky v mm	Hodnotenie normality	Zrážky v mm	Hodnotenie normality
I.	32,9	11,0	mimoriadne suchý	25,0	mimoriadne suchý
II.	29,2	97,0	normálny	18,0	mimoriadne suchý
III.	31,9	26,0	mimoriadne suchý	20,0	mimoriadne suchý
IV.	36,9	19,0	mimoriadne suchý	43,5	mimoriadne suchý
V.	60,5	73,5	mimoriadne suchý	18,0	mimoriadne suchý
VI.	59,0	62,5	mimoriadne suchý	30,5	mimoriadne suchý
VII.	55,3	196,5	vlhký	76,0	veľmi suchý
VIII.	48,7	75,5	veľmi suchý	-	-
IX.	46,1	60,0	veľmi suchý	-	-
X.	35,9	96,0	normálny	-	-
XI.	45,4	42,5	mimoriadne suchý	-	-
XII.	42,3	6,0	mimoriadne suchý	-	-

Tabuľka 2: Priemerné mesačné teploty v pestovateľskom roku 2016/2017 (hodnotenie normality mesačných teplôt vzduchu v porovnaní s dlhodobým priemerom 1982–2013)

Mesiac	Dlhodobý priemer (1982–2013)	2016		2017	
		Teplota v °C	Hodnotenie normality	Teplota v °C	Hodnotenie normality
I.	-0,9	-0,8	normálny	-9,1	mimoriadne studený
II.	0,5	1,97	normálny	-0,3	normálny
III.	5,0	3,0	normálny	3,5	normálny
IV.	10,9	7,4	veľmi studený	4,5	mimoriadne studený
V.	15,9	11,2	mimoriadne studený	11,4	mimoriadne studený
VI.	18,7	16,4	veľmi studený	16	mimoriadne studený
VII.	20,9	15,9	mimoriadne studený	16,1	mimoriadne studený
VIII.	20,5	15,2	mimoriadne studený	-	-
IX.	15,6	12,4	veľmi studený	-	-
X.	10,3	6,1	mimoriadne studený	-	-
XI.	4,8	7,0	studený	-	-
XII.	0,3	3,4	studený	-	-

Tabuľka 4: Varianty hnojenia kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pokusnom roku 2016/2017 v podmienkach PD Mojmirovce

Variant	Úroveň hnojenia			Celková dávka N (kg.ha ⁻¹)
	Regeneračné hnojenie	Produkčné hnojenie	Kvalitatívne hnojenie	
	BBCH 20 N (kg.ha ⁻¹)	N (kg.ha ⁻¹)	N (kg.ha ⁻¹)	
1 ₀	0	0	0	0
2 _{ENSIN}	160	0	0	160
3 _{DASA}	160	0	0	160

Tabuľka 3: Agrochemická charakteristika pôdy pred založením pokusu s kapustou repkovou pravou v hĺbke 0 m–0,3 m v pokusnom roku 2015/2016 v podmienkach PD Mojmírovce zo dňa 20.08.2016

Druh rozboru pôdy	Obsah živín v mg.kg ⁻¹ pôdy
	2016/2017
N _{an} – anorganický dusík = N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻	15,2
N-NH ₄ ⁺ (kolorimetricky, Nesslerove činidlo)	7,3
N-NO ₃ ⁻ (kolorimetricky, kyselina fenol 2,4 disulfónová)	7,9
P–prístupný (Mehlich III–kolorimetricky)	31,5
K–prístupný (Mehlich III–plameňová fotometria)	252,4
Mg–prístupný (Mehlich III–AAS)	394,6
Ca–prístupný (Mehlich III–plameňová fotometria)	3 900,0
S–v roztoku octanu amónneho	2,3
pH/KCl (0,2 mol.dm ⁻³ KCl)	7,2

Výsledky a diskusia

Na dosahovanie vyšších úrod sa v posledných rokoch využíva spoločná aplikácia dusíkatých, resp. kombinovaných hnojív s inhibítormi nitrifikácie, ktoré majú priaznivý vplyv na redukcii vyplavovania nitrátov a N₂O emisií. V pokusnom roku 2016/2017 v podmienkach PD Mojmírovce na variante 2_{ENSIN} s pridaním inhibítora nitrifikácie úroda predstavovala 3,74 t.ha⁻¹, čo bola zároveň najvyššia dosiahnutá úroda spomedzi všetkých variantov pokusu (tab. 5). V porovnaní s nehnojeným kontrolným variantom 1₀ to v relatívnom percentuálnom vyjadrení znamenalo nárast o 92,78 %. V porovnaní s variantom 3_{DASA}, kde bolo aplikované rovnaké, dusíkato-sírne hnojivo bez inhibítora nitrifikácie, bola úroda na variante 2_{ENSIN} o 0,24 t.ha⁻¹ vyššia. V relatívnom percentuálnom vyjadrení to predstavuje štatisticky nepreukazný nárast

o 5,65 %. Vo výsledkoch viacerých prác bol zaznamenaný nulový alebo nepreukazný vplyv inhibítora na výšku úrody pestovanej plodiny (Merino et al., 2002; Panáková et al., 2017). Niektoré výsledky dokazujú toxický účinok aplikácie inhibítora nitrifikácie na pestované plodiny (Macadam et al., 2003). Naopak, Ložek–Slamka (2016) zistili vysoko preukazný vplyv dusíkato-sírneho hnojiva s inhibítormi nitrifikácie na výšku úrody. V porovnaní s kontrolným variantom bola úroda na uvedenom variante o 21,8 % vyššia. Rovnako, Varényiová–Ducsay (2016) zistili vysoko preukazné zvýšenie úrody semena kapusty repkovej pravej, na variante hnojenom dusíkom a sírou s využitím inhibítora nitrifikácie, o 44,20 % v porovnaní s variantom, kde bol dusík a síra aplikovaný bez inhibítora nitrifikácie.

Tabuľka 5: Vplyv variantov hnojenia na výšku úrody kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pokusnom roku 2016/2017 v podmienkach PD Mojmírovce

Variant	Úroda (t.ha ⁻¹)	
	2016/2017	Relatívne %
1 ₀	1,94 ± 0,18 aA	100,00
2 _{ENSIN}	3,74 ± 0,18 bB	192,78
3 _{DASA}	3,54 ± 0,04 bB	182,47
LSD varianty	0,05	0,48
	0,01	0,88

Rozdiely medzi variantmi sú štatisticky preukazné na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ (malé písmená) a $\alpha = 0,01$ (veľké písmená)

Záver

V poloprevádzkovom poľnom pokuse založenom v pokusnom roku 2016/2017 bol sledovaný vplyv aplikácie dusíkato-sírneho hnojiva s inhibítormi nitrifikácie na výšku úrody semena kapusty repkovej pravej. Najvyššia priemerná úroda semena 3,74 t.ha⁻¹ bola dosiahnutá na variante 2_{ENSIN}. Použitie hnojiva s inhibítormi nitrifikácie malo za následok zvýšenie úrody semena

o 5,65 % v porovnaní s variantom 3_{DASA}, kde bola aplikovaná rovnaká dávka dusíka a síry bez prídania inhibítora nitrifikácie. Z výsledkov pokusu realizovanom v podmienkach PD Mojmírovce v pokusnom roku 2016/2017 vyplýva, že prídanie inhibítora nitrifikácie má nepreukazne pozitívny vplyv na výšku úrody semena kapusty repkovej pravej.

Použitá literatúra

- BARŁÓG, P. – GRZEBISZ, W. 2004. Effect of timing and nitrogen fertilizer application on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). I. growth dynamics and seed yield. In Journal of Agronomy & Crop Science, vol. 190, pp. 305-314.
- BEHRENS, T. – HORST, W.J. – WIESLER, F. 2001. Effect of rate, timing and form of nitrogen application on yield formation and nitrogen balance in oilseed rape production. In Plant Nutrition–Food Security and Sustainability of Agro-ecosystems. Dodrecht : Kluwer Academic Publishers. 1043 p.
- HAY, R.–PORTER, J. 2006. The physiology of crop yield. 2nd Edition. Blackwell Publishing. 314 p.
- COLETO, I. – PENA, M. – ESCALANTE, J.R. – BEJARANO, I. – GLAUSER, G. – APARICIO-TEJO, P.M. – GONZÁLEZ-MORO, M.B. – MARINO, D. 2017. Leaves play a central role in the adaptation of nitrogen and sulfur metabolism to ammonium nutrition in oilseed rape (*Brassica napus*). In BMC Plant Biology, vol. 17, no. 157, pp. 2-13.
- DI, H.J. – CAMERON, K.C. – SHEN, J.-P. – WINEFIELD, C.S. – O'CALLAGHAN, M. – BOWATTE, S. – HE, J.-Z. 2010. Ammonia oxidizing bacteria and archaea grow under contrasting soil nitrogen conditions. FEMS Microbiology Ecology, vol. 72, pp. 386–394.
- LABOSKI, C. 2006. Does it pay to use nitrification and urease inhibitors? Proceedings of the 2006 Wisconsin Fertilizer, Agrilime & Pest Management Conference, vol. 45, pp. 44–50.
- LOŽEK, O. – SLAMKA, P. 2016. Effect of nitrogen-sulphur fertilization and inhibitors of nitrification on yield and quality of maize grain. In Acta fytotechnica et zootechnica, vol. 19, no. 2, pp. 45-50.
- MACADAM, X.M.B. – PRADO, A. – MERINO, P. – ESTAVILLO, J.M. – PINTO, M. – GONZÁLEZ-MURUA, C. 2003. Dicyandiamide and 3,4-dimethyl pyrazole phosphate decrease N₂O emissions from grassland but dicyandiamide produces deleterious effects in clover. Journal of plant physiology, vol. 160, pp. 1517–1523.
- MERINO, P. – ESTAVILLO, J.M. – GRACIOLLI, L.A. – PINTO, M. – LACUESTA, M. – MUÑOZ-RUEDA, GONZALEZ-MURUA, C. 2002. Mitigation of N₂O emissions from grassland by nitrification inhibitor and Actilith F2 applied with fertilizer and cattle slurry. In Soil Use and Management, vol. 18, pp. 135-141.
- MICHALÍK, I. 2001. Molekulárne a energetické aspekty príjmu a asimilácie živín v rastlinách. Nitra : SPU. 158 p.
- MICHEL, H.J. – NICLAS, H.J. – LANG, B. – WOZNIAK, H. – FUCHS, M. – ZHANG, Z.M. – CHEN, G.X. 2001. Dicyandiamide + 1H-1,2,4-Triazole – a new nitrification inhibitor. In LANZHU, J.I. et al.. Fertilization in the Third Millennium–Fertilizer, Food Security and Environmental Protection. Beijing, China, pp. 1072-1079.
- PANÁKOVÁ, Z. – VARÉNYIOVÁ, M. – SLAMKA, P. – LOŽEK, O. 2017. Hodnotenie účinku humínových látok v hnojive DASA H a inhibítorov nitrifikácie v hnojive ENSIN vo výžive pšenice letnej f. ozimnej. In Agrochémia, vol. 21, no. 2, pp. 3-8.
- SOCIETAS PEDOLOGICA SLOVACA. 2014. Morphogenetic soil classification system of Slovakia. Basal reference taxonomy. Bratislava: NPPC-VÚPOP Bratislava.
- VARÉNYIOVÁ, M. – DUCSAY, L. 2016. Vplyv hnojenia s využitím inhibítorov nitrifikácie na výšku úrody seme-na kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* L.). In Prosperujúce olejniný 2016. Praha : Česká zemědělská univerzita, pp. 54-56.

Kontaktná adresa

Ing. Mária Varényiová, PhD., Katedra agrochémie a výživy rastlín, SPU Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: maria.varenyiova@gmail.com

Tento príspevok bol podporený projektom VEGA č. 1/0325/2017 riešenom na Katedre agrochémie a výživy rastlín.