

VPLYV HNOJENIA S VYUŽITÍM INHIBÍTOROV NITRIFIKÁCIE NA VÝŠKU ÚRODY SEMENA KAPUSTY REPKOVEJ PRAVEJ (BRASSICA NAPUS L.)

Effect of Fertilization Utilizing Nitrification Inhibitors on yield of seed of oilseed rape (Brassica napus L.)

Mária VARÉNYIOVÁ, Ladislav DUCSAY
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Summary: The aim of the experiment was monitoring the effect of fertilization utilizing nitrification inhibitors on yield of seed of oilseed rape (*Brassica napus* L.). The plot-scale experiment was based in experimental year 2015/2016 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 single dose of nitrogen and sulfur (160 kg.ha⁻¹ N and 80 kg.ha⁻¹ S) at growth stage BBCH 20. Nitrogen and sulfur were applied in the form of ENSIN (ANAS + nitrification inhibitors dicyandiamide and 1,2,4 triazol) at treatment 2_{ENSIN} and elements in the form of ANAS (without nitrification inhibitors) at treatment 3_{DASA}. The lowest average yield of rapeseed 2.68 t.ha⁻¹ was found at unfertilized control treatment. The highest average yield of seed 3.98 t.ha⁻¹ was reached at treatment 2_{ENSIN}, where ENSIN with nitrification inhibitors was used. As for yield, there was found statistically high significant difference among treatments 2_{ENSIN} and 3_{DASA}.

Keywords: oilseed rape, nitrification inhibitors, yield of seeds

Súhrn: Cieľom pokusu bolo sledovanie vplyvu hnojiva s inhibítormi nitrifikácie na výšku úrody semena kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* L.). Poľný, poloprevádzkový pokus bol založený v pokusnom roku 2015/2016 v podmienkach poľnohospodárskeho družstva Mojmirovce. Vysiaty bol hybrid Artoga. V pokuse bola využitá 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 v rastovej fáze BBCH 20 jednorazovou, jednotnou dávkou dusíka a síry (160 kg.ha⁻¹ N a 80 kg.ha⁻¹ S), pričom na variant 2_{ENSIN} bol dusík a siera aplikovaný vo forme hnojiva ENSIN (DASA + inhibítory nitrifikácie dikyándiamid a 1,2,4 triazol) a na variant 3_{DASA} boli živiny dodané vo forme hnojiva DASA (bez inhibítora nitrifikácie). Najnižšia priemerná úroda semena 2,68 t.ha⁻¹ bola zaznamenaná na kontrolnom, nehnojenom variante. Najvyššia priemerná úroda 3,98 t.ha⁻¹ bola dosiahnutá na variante 2_{ENSIN}, kde bolo aplikované hnojivo ENSIN s inhibítormi nitrifikácie. Medzi variantom 2_{ENSIN} a variantom 3_{DASA}, kde bolo použité hnojivo bez inhibítora nitrifikácie bol vo výške úrody semena zistený štatisticky vysoko preukazný rozdiel.

Kľúčové slová: kapusta repková pravá, inhibítory nitrifikácie, úroda semena

Úvod

Výživa dusíkom je jedným zo základných predpokladov dosiahnutia vysokých úrod (Orlovius–Kirkby, 2003). Kontrola a redukcia množstva aplikovaného dusíkatého hnojiva je však veľmi dôležitá (Zhen-hua et al., 2012). Straty N vyplavovaním a plynnými emisiami sa všeobecne zvyšujú so zvyšujúcou sa intenzitou hospodárenia (Ledgard, 2001) a pokiaľ nebudú nájdené účinné kontrolné a regulačné mechanizmy, ktoré by minimalizovali tieto straty, môžu sa stať limitujúcim faktorom rastlinnej produkcie. Vyplavovanie dusičnanov z poľnohospodárskej pôdy znižuje kvalitu vody a je jednou z najväčších globálnych hrozieb ohrozujúcich životné prostredie (Liang et al., 2007). Nitrifikácia aplikovaných dusíkatých hnojív vedie k stratám dusíka vo forme dusičnanov (NO₃⁻) alebo skleníkového plynu oxidu dusného (N₂O). Tieto straty znamenajú nižšiu využiteľnosť dusíka z hnojív rastlinou. Potenciálna metóda pre zníženie vyplavovania dusičnanov je spomalenie biologickej oxidácie N-NH₄⁺ na N-NO₃⁻ (Serna et al., 2000). Jednou z možností spomalenia biologickej oxidácie je využitie inhibítora nitrifikácie (Di–Cameron, 2005). V praxi sa využíva niekoľko druhov inhibítora nitrifikácie. Inhibičné pôso-

benie na premenu amónnej na dusičnanovú formu dusíka bolo zistené aj pri triazolových zlúčeninách predstavujúcich dôležitú triedu organickej chémie (Srivastava et al., 2016). Dikyándiamid (DCD) je inhibítor s vhodnou a stabilnou fyzikálnou a chemickou štruktúrou, ktorý redukuje emisie N₂O (Majumdar et al., 2002). Na druhej strane, dikyándiamid vykazuje nižšiu účinnosť, vyššiu prchavosť a väčšiu nestabilitu a vyššiu rýchlosť rozkladu, čo vedie k nutnosti aplikovať vyššie dávky tejto zlúčeniny. Kombinácia dvoch inhibítora nitrifikácie (DCD + TZ) malo za následok synergický účinok, ktorý zvyšuje nitrifikačno-inhibičný účinok predĺžením konverzie hnojiva, čo umožňuje dávku inhibítora znížiť (Michel et al., 2001). Avšak existujú výskumné práce, ktoré zistili nulový alebo variabilný efekt inhibítora nitrifikácie na straty dusíka a úrodu pestovaných plodín (Merino et al., 2002).

Cieľom pokusu bolo porovnanie vplyvu hnojiva s inhibítormi a bez inhibítora nitrifikácie na výšku úrody semena kapusty repkovej pravej.

Materiál a metódy

Poľný, poloprevádzkový, výživársky pokus bol založený 02.09.2015 v podmienkach PD Mojmirovce (48°09'53,4"S, 18°00'35,0"V). Použitá bola blokovaná metóda s veľkosťou pokusnej parcely 600 m² v troch

opakovaní. Vysiaty bol hybrid Artoga. Výsevok predstavoval 0,45 milióna klíčivých 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 výrobnéj ob-

lasti. Táto oblasť je veľmi teplá, suchá s miernymi zimami. Priemerná ročná teplota je 11,9°C s ročným úhrnom zrážok 436,7 mm. Prevláda pôdny typ černo- zem hnedozemná na sprašiach (societas pedologica slovac, 2014). Agrochemický rozbor pôdy zo dňa 26.08.2015 je uvedený v tabuľke 1. Z tabuľky 1 vyplý- va, že obsah N_{an} sa pohyboval v kategórii stredná záso- ba, obsah fosforu bol veľmi nízky, obsah draslíka bol vysoký, obsah horčíka veľmi vysoký. Pôdna reakcia bola alkalická.

V poloprevádzkovom poľnom pokuse bol sle- dovaný vplyv aplikácie hnojiva s inhibítormi nitrifiká- cie na výšku úrody semena kapusty repkovej pravej v porovnaní s hnojivom bez inhibítorov nitrifikácie.

Tabuľka 1: 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 26.08.2015

Druh rozboru pôdy	Obsah živín v $mg \cdot kg^{-1}$ pôdy
	2015/2016
N_{an} – anorganický dusík = $N-NH_4^+$ a $N-NO_3^-$	18,4
$N-NH_4^+$ (kolorimetricky, Nesslerove činidlo)	12,1
$N-NO_3^-$ (kolorimetricky, kyselina fenol 2,4 disulfónová)	6,3
P–prístupný (Mehlich III–kolorimetricky)	47,8
K–prístupný (Mehlich III–plameňová fotometria)	395,0
Mg–prístupný (Mehlich III–AAS)	406,2
Ca–prístupný (Mehlich III–plameňová fotometria)	7 100,0
S–v roztoku octanu amónneho	0,0
pH/KCl (0,2 mol. dm^{-3} KCl)	7,3

Tabuľka 2: Varianty hnojenia kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pokusnom roku 2015/2016 v podmienkach PD Mojmírovce

Variant	Úroveň hnojenia			Celková dávka N ($kg \cdot ha^{-1}$)
	Regeneračné hnojenie	Produkčné hnojenie	Kvalitatívne hnojenie	
	BBCB 20 N ($kg \cdot ha^{-1}$)	N ($kg \cdot ha^{-1}$)	N ($kg \cdot ha^{-1}$)	
1_0	0	0	0	0
2_{ENSIN}	160	0	0	160
3_{DASA}	160	0	0	160

Výsledky a diskusia

Cieľom viacerých štúdií je optimalizovať výži- vu kapusty repkovej pravej. Výsledky viacerých poku- sov dokazujú, že rozhodujúca pre výšku úrody semena je dávka dusíka (Narits, 2010). Do zvýšeného rastu plodín a dosahovania vyšších úrod ústi, v posledných rokoch často využívaná, spoločná aplikácia dusíkatých hnojív s inhibítormi nitrifikácie, ktoré majú priaznivý vplyv na redukciu vyplavovania nitrátov a N_2O emisií. V pokusnom roku 2015/2016 v podmienkach PD Mojmírovce na variante 2_{ENSIN} s pridaním inhibíto- rov nitrifikácie dosiahnutá úroda predstavovala 3,98 $t \cdot ha^{-1}$, čo bola zároveň najvyššia dosiahnutá úroda spomedzi všetkých variantov (tab. 3). V porovnaní s nehnojeným, kontrolným variantom 1_0 to v relatívnom percentuálnom vyjadrení znamenalo ná- rast o 48,51%. V porovnaní s variantom 3_{DASA} bola

Pokus pozostával z troch variantov hnojenia. Prvý variant bol kontrolný, nehnojený. Variant 2_{ENSIN} bol hnojený jednorazovou, celkovou dávkou dusíka 160 $kg \cdot ha^{-1}$ vo forme hnojiva ENSIN, ktorého zákla- dom je hnojivo DASA (dusičnan amónny + síran amónny; 26% N a 13% S) s pridaním inhibítorov nitrifikácie DCD a TZ (dikyándiamid a 1,2,4 triazol). Va- riant 3 DASA bol hnojený rovnakou, jednorazovou dávkou dusíka 160 $kg \cdot ha^{-1}$ vo forme hnojiva DASA bez inhibítorov nitrifikácie. Oba varianty boli hnojené v rastovej fáze BBCB 20 (tab. 2). Pôdne analýzy boli vykonané bežnými analytickými metódami. Zber sa uskutočnil kombajnom Claas Lexion 770 dňa 03.07.2016.

úroda na variante 2 ENSIN o 1,22 $t \cdot ha^{-1}$ vyššia. V relatívnom percentuálnom vyjadrení to predstavuje nárast o 44,20%. Rozdiel medzi variantmi je štatisticky vysoko preukazný. Rovnako, Liu et al. (2013) zistili, že použitie inhibítora nitrifikácie (DCD) preukazne zvyšovalo úrodu sledovaných plodín (pšenica, kukuri- ca) o 8,6 % – 9,7 % v porovnaní s variantom, kde inhi- bítor nebol aplikovaný. Naopak, Slamka–Ložek (2015) zaznamenali zvýšenie úrody semena kapusty repkovej pravej o 62% po aplikovaní hnojiva DASA a o 67% po aplikovaní hnojiva ENSIN v porovnaní nehnojeným, kontrolným variantom. Použitie hnojiva ENSIN nepre- ukazuje zvýšilo, v porovnaní s variantom, kde bolo aplikované hnojivo DASA bez inhibítorov nitrifikácie, úrodu semena kapusty repkovej pravej.

Tabuľka 3: Vplyv variantov hnojenia na výšku úrody kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pokusnom roku 2015/2016 v podmienkach PD Mojmirovce

Variant		Úroda (t.ha ⁻¹)	
		2015/2016	Relatívne %
1 ₀		2,68 ± 0,16 aA	100,00
2 _{ENSIN}		3,98 ± 0,08 bB	148,51
3 _{DASA}		2,76 ± 0,08 aA	102,99
LSD varianty	0,05	0,36	-
	0,01	0,66	-

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 pestovateľskom roku 2015/2016 bol sledovaný vplyv pridania inhibítorov nitrifikácie k hnojivu s obsahom dusíka a síry na výšku úrody semena kapusty repkovej pravej. Na variante 2_{ENSIN} bola dosiahnutá celkovo najvyššia úroda semena 3,98 t.ha⁻¹. Použitie hnojiva s inhibítormi nitrifikácie malo za následok

zvýšenie úrody o 44,20% v porovnaní s variantom 3 DASA, kde bola aplikovaná rovnaká dávka dusíka a síry, ale bez inhibítorov nitrifikácie. Výsledky pokusu realizovanom v podmienkach PD Mojmirovce indikujú, že pridanie inhibítorov nitrifikácie má priaznivý vplyv na výšku úrody semena kapusty repkovej pravej.

Použitá literatúra

- DI, H.J. – CAMERON, K.C. 2005. Reducing environmental impacts of agriculture by using a fine particle suspension nitrification inhibitor to decrease nitrate leaching from grazed pastures. In *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 109, no. 3/4, pp. 202-212.
- LEDGARD, S.F. 2001. Nitrogen cycling in low input legume-based agriculture, with emphasis on legume/grass pastures. In *Plant and Soil*, vol. 228, no. 1, pp. 43-59.
- LIANG, X.Q. – CHEN, Y.X. – LI, H. – TIAN, G.M. – NI, W.Z. – HE, M.M. – ZHANG, Z.J. 2007. Modeling transport and fate of nitrogen from urea applied to a near-trench paddy field. In *Environmental Pollution*, vol. 150, no. 3, pp. 313-320.
- LIU, C. – WANG, K. – ZHENG, X. 2013. Effects of nitrification inhibitors (DCD and DMPP) on nitrous oxide emission, crop yield and nitrogen uptake in a wheat-maize cropping system. In *Biogeosciences*, vol 10, no. 1, pp. 2427-2437.
- MAJUMDAR, D. – PATHAK, H. – KUMAR, S. – JAIN, M.C. 2002. Nitrous oxide emission from a sandy loam inceptisol under irrigated wheat in India as influenced by different nitrification inhibitors. In *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 91, no. 1/3, pp. 283-293.
- 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.
- 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.
- NARITS, L. 2010. Effect of nitrogen rate and application time to yield and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus L. var. oleifera subvar. Biennis*). In *Agronomy Research*, vol. 8, no. 20, pp. 671-686.
- ORLOVIUS, K. – KIRKBY, E.A. 2003. Fertilizing for High Yield and Quality Oilseed rape. International Potash Institute. pp. 123.
- SERNA, M.D. – BANULS, J. – QUIFIOES, A. – PRIMO-MILLO, E. – LEGAZ, F. 2000. Evaluation of 3,4-dimethylpyridazole phosphate as a nitrification inhibitor in a Citrus cultivated soil. In *Biology and Fertility of Soils*, vol. 32, no. 1, pp. 41-46.
- SLAMKA, P. – LOŽEK, O. 2015. Vplyv hnojiva Ensin na úrodu semena kapusty repkovej pravej (*Brassica napus L.*) a obsah dusičnanov v pôde. In *Agrochémia*, vol. 55, no. 2, 12-17.
- SRIVASTAVA, A.K. – KUMAR, A. – MISRA, N. – MANJULA, P.S. – SAROJINI, B.K. – NARAYANA, B. 2016. Synthesis, spectral (FT-IR, UV-visible, NMR) features, biological activity prediction and theoretical studies of 4-Amino-3-(4-hydroxybenzyl)-1H-1,2,4-triazole-5(4H)-thione and its tautomer. In *Journal of Molecular Structure*, vol. 1107, pp. 137-144.
- ZHEN-HUA, Z. – HAI-XING, S. – CHUNYUN, G. 2012. Nitrogen Efficiency in Oilseed Rape and Its Physiological Mechanism. Rijeka: InTech. 184 p.

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

Práca vznikla za podpory grantového projektu VEGA č. 1/0544/14, ktorá bol riešené na Katedre agrochémie a výživy rastlín.