

VYUŽITÍ INHIBITORŮ NITRIFIKACE A UREÁZY PŘI HNOJENÍ OZIMÉ ŘEPKY DUSÍKEM

Utilization of nitrification and urease inhibitors at nitrogen fertilization of winter oilseed rape

Pavel RŮŽEK, Helena KUSÁ, Radek VAVERA

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. v Praze – Ruzyni

Summary: The effect of autumn and spring fertilization of oilseed rape by urea with nitrification and urease inhibitors on the yield of seeds and their oil content was observed in the field trial at Lukavec site (potato production area, 620 m above sea, average annual air temperature: 6.9 °C, annual rainfall: 633 mm, cambisol, loamy-sand) in 2017 and 2018. The results show that the course of weather and the amount of precipitation after application of fertilizer significantly affect the effectiveness of urease and nitrification inhibitors at urea fertilization. In the dry year 2018, a higher yield of seeds after urea fertilization with a urease inhibitor than with a nitrification one was achieved. In the humid year 2017, the use of both inhibitors had a beneficial effect on the yields of the seeds. The positive effect of urea with urease inhibitor (UREAstabil) applied at dose of 30 kg N/ha during the autumn growth of rape was found in both years.

Key words: rape, fertilization, UREAstabil

Souhrn: V polním pokusu s ozimou řepkou na stanovišti v Lukavci (bramborářská výrobní oblast, 620 m n. m., průměrná roční teplota vzduchu: 6,9°C, roční úhrn srážek: 633 mm, kambizem, písčitohlinitá) byl zjišťován vliv podzimního a jarního přihnojení řepky močovinou s inhibitory nitrifikace a ureázy na výnos semen a jejich olejnatost. Z výsledků vyplývá, že na účinnost inhibitorů ureázy a nitrifikace při hnojení močovinou má významný vliv průběh povětrnosti a množství srážek po aplikaci hnojiva. V suchém roce 2018 byl dosažen vyšší výnos semen po hnojení močovinou s inhibitorem ureázy než s inhibitorem nitrifikace. Ve vlhčím roce 2017 mělo použití obou inhibitorů příznivý vliv na dosažené výnosy semen. V obou letech se pozitivně projevilo přihnojení řepky v průběhu podzimního růstu močovinou s inhibitorem ureázy (UREAstabil) v dávce 30 kg N/ha.

Klíčová slova: řepka, hnojení, UREAstabil

Úvod

Inhibitory nitrifikace a ureázy regulují přeměny dusíku v půdě a cílem jejich použití je omezit ztráty dusíku z aplikovaných hnojiv a zvýšit jeho využití rostlinami. V současné době je vzhledem k připravované legislativě v zemích EU aktuální používání inhibitoru ureázy při hnojení močovinou, u které bude po roce 2020 zakázána její aplikace na povrch půdy bez inhibitoru, což souvisí s omezením emisí amoniaku v zemědělství. Také časté přísušky v posledních letech a předpokládané změny klimatu vyžadují nové postupy v hnojení rostlin dusíkem, mezi které patří podzimní a časné jarní hnojení řepky močovinou s inhibitorem ureázy. Naopak inhibitory nitrifikace jsou používány především na promyvných půdách ve vlhčích oblastech a při nadbytku srážek a jejich cílem je omezit tvorbu nitrátů v půdě a jejich ztráty vyplavením nebo denitrifikací. Dinnes et al. (2002) uvádí, že omezení procesu nitrifikace přináší rostlinám větší možnost pro absorpci NO_3^- a navíc, v oblastech s vyššími srážkami nebo při systému zavlažování, je sníženo riziko vyplavení nitrátů do spodních vod. Na druhou stranu mohou inhibitory nitrifikace způsobit zvyšování volatilizace amoniaku (Zaman et al., 2008; Soares et al., 2012), pokud nejsou

Materiál a metody

Polní výživářský pokus s ozimou řepkou po ozimém ječmeni byl založen na stanovišti v Lukavci u Pacova (bramborářská výrobní oblast, 620 m n. m., průměrná roční teplota vzduchu: 6,9°C, roční úhrn srážek: 633 mm, kambizem, písčitohlinitá). Ozimá řepka (odrůda DK Exception) byla zasetá 24. 8. 2016 a 24. 8. 2017. Před setím bylo aplikováno 200 kg NPK15-15-15. Testovaná minerální dusíkatá hnojiva byla k ozimé řepce aplikována v celkové dávce 170 kg

spolu s hnojivem zapraveny do půdy bezprostředně po jejich aplikaci (Trenkel, 1997; Subbarao et al., 2006).

Hlavní výhody inhibitorů ureázy spočívají ve významné redukci ztrát amoniaku do atmosféry, zlepšení využitelnosti dusíku z amidické formy, redukci poškození semen při klíčení a vzházení a snížení potenciálu ohrožení životního prostředí nebezpečnými plyny (Watson, 2005; Chen, 2008). Inhibitory ureázy snižují aktivitu enzymu ureázy a tím zpomalují konverzi močoviny na NH_4^+ , což ponechává více času povrchově aplikované močoviny proniknout po srážkách hlouběji do půdy ke kořenům rostlin. To vede k vyššímu využití dusíku rostlinami a zároveň ke snížení pH a koncentrace NH_4^+ na povrchu půdy či v její podpovrchové vrstvě (Watson, 2005).

Cílem práce je porovnat vliv různých povětrnostních podmínek na působení inhibitorů ureázy a nitrifikace a ověřit nové postupy v hnojení ozimé řepky močovinou s inhibitory v době, kdy jsou nižší teploty vzduchu (delší účinnost inhibitorů) a větší pravděpodobnost, že se dusík z močoviny dostane po srážkách včas ke kořenům rostlin.

N/ha rozdělené na dvě dílčí dávky v průběhu jarní vegetace, u jedné varianty byla část dávky (30 kg N/ha) aplikována v průběhu podzimního růstu (Tab. 1). Byl porovnáván vliv samotné močoviny (Mo), močoviny s inhibitorem ureázy (NBPT: N-(n-butyl)triamid kyseliny thiofosforečné) – hnojivo UREA^{stabil} (Us) a močoviny s inhibitorem nitrifikace (Dikyandiamid (DCD) + 1,2,4 triazol (TZ)) – hnojivo ALZON (Alz). Sklizeň proběhla 1. 8. 2017 a 18. 7. 2018.

Průběh povětrnosti jednotlivých ročníků ve vztahu k dlouhodobému normálu znázorňují grafy 1 a 2. Sledován byl výnos semen (Graf 3), jejich olejnatost (Graf 4) a residuální obsah N_{min} v půdě po sklizni

(Graf 5). Výsledky byly hodnoceny metodou T-test s hladinou významnosti $P < 0,05$.

Tab. 1 Varianty hnojení ozimé řepky na stanovišti v Lukavci

Var.	Dávky kg N/ha aplikované v hnojení					
	Podzimní aplikace 20.10.16; 16.10.17.		1.dávka 3.3.17; 29.3.18		2.dávka 28.3.17; 11.4.18	
Us p	UREA ^{stabil}	30	UREA ^{stabil}	70	DASA	70
Us			UREA ^{stabil}	100	DASA	70
Alz			ALZON	100	DASA	70
Mo			Močovina	100	DASA	70

Výsledky a diskuse

Na dosažené výnosy a olejnatost semen měl významný vliv průběh povětrnosti v jarním období. Jaro 2018 bylo ve srovnání s jarem 2017 sušší s pozdějším a velmi rychlým nástupem jarní vegetace a velmi teplými měsíci duben a květen s podprůměrnými srážkami (Grafy 1 a 2). V jarním období 2017 byly příznivější podmínky pro růst rostlin a využití živin z aplikovaných hnojiv, což se projevilo vyššími výnosy semen a jejich olejnatostí (Grafy 3 a 4).

V roce 2017 byly srážky po aplikaci 1. jarní (regenerační) dávky dusíku 5. den 11 mm a 6. den 13 mm, což jsou optimální podmínky pro transport dosud nepřeměněné močoviny ke kořenům rostlin. Vzhledem k tomu, že část močoviny mohla být šestý den již přeměněna na amonnou formu, která je v půdě málo pohyblivá, projevil se na počátku jarní vegetace příznivě přídavek inhibitoru ureázy, který inhiboval rozklad močoviny a tím ji udržel pohyblivou v půdě. Watson (2005) uvádí, že inhibitory ureázy zpomalují konverzi močoviny na NH_4^+ , což ponechává více času povrchově aplikované močoviny proniknout po srážkách hlouběji do půdy ke kořenům rostlin.

V roce 2017 na rozdíl od roku 2018 mohly nastat na tomto stanovišti příznivé podmínky také pro aplikaci močoviny s inhibitorem nitrifikace, což potvrdí mimo jiné výnosové výsledky (Graf 3). Během měsíce března a dubna 2017 činil úhrn srážek 170 mm (27 mm v roce 2018) a za celou dobu vegetace rostlin (od března do termínu 3 týdny před sklizní) 295 mm (2018 = 148 mm). Naopak během suchého jara 2018,

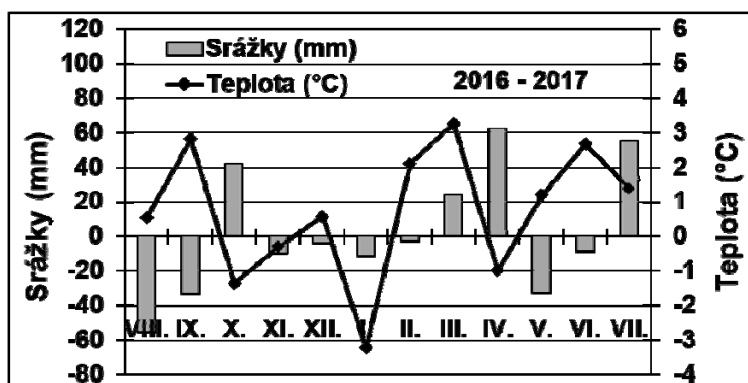
kdy mezi první a druhou dávkou dusíku spadlo jen 5,6 mm srážek, měla aplikace inhibitoru nitrifikace negativní vliv na dosažený výnos semen. Převážná část dusíku z močoviny zůstala v důsledku působení inhibitoru nitrifikace v amonné formě delší dobu na povrchu půdy nebo v proschlé horní vrstvičce půdy a nebyla přijímána rostlinami, což se kromě vyšších potenciálních ztrát amoniaku projevilo vyšším obsahem residuálního dusíku v půdě po sklizni řepky (Graf 5). Nasri et al. (2000) zjišťovali množství volatilizace amoniaku při aplikaci močoviny s inhibitorem ureázy (NBPT) a inhibitorem nitrifikace (Didin). Ve dvouletém polním pokusu zjistili, že srážky a zapojení porostu omezily ztrátu amoniaku volatilizací ze 3 – 7 %, zatímco inhibitor ureázy významně snížil volatilizaci a redukoval tak ztráty ze 42 – 55 %. Použitím inhibitoru ureázy společně s inhibitorem nitrifikace vzrostly ztráty amoniaku v porovnání s použitím samotného inhibitoru NBPT. Cantarella et al. (2018) uvádí, že po hnojení močovinou ošetřenou inhibitorem ureázy NBPT byly zjištěny nižší ztráty NH_3 , a to v průměru o 53% ve srovnání se samotnou močovinou. Z výnosového hlediska dosahoval přírůstek -0,8 – 10,2% v závislosti na pěstované plodině (nejvyšší 10,2% byl zjištěn u pšenice). Inhibitory nitrifikace obvykle zvyšovaly emise amoniaku, což lze částečně kompenzovat společnou aplikací obou inhibitorů. Relativně malý výnosový efekt inhibitoru ureázy je způsoben především skutečností, že většina dusíku odebraného rostlinami pochází z půdní zásoby. Dusík uspořádaný díky inhibitoru ureázy se tak nemusí plně projevit ve výnosu plodiny.

Závěr

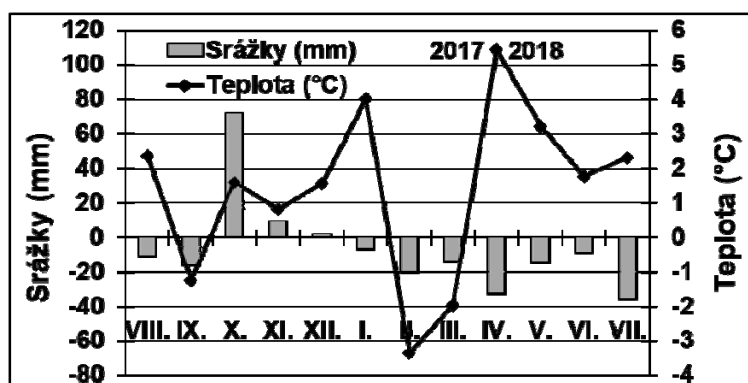
Z dosažených výsledků a poznatků z literatury vyplývá, že na účinnost inhibitorů ureázy a nitrifikace při hnojení ozimé řepky močovinou má významný vliv průběh povětrnostních podmínek a množství srážek po aplikaci hnojiva. Vzhledem k pozvolnějšímu uvolňování N z hnojiv je možné aplikovat vyšší dávky dusíku na začátku jarní vegetace rostlin, kdy inhibitory při nižších teplotách působí delší dobu a jsou stabilnější vláhové podmínky v půdě pro lepší využití N rostlinami. V roce 2017 s větším úhrnem srážek v jarním období měly oba inhibitory příznivý vliv na dosažené

výnosy semen, ale rozdíly nebyly statisticky průkazné. V suchém roce 2018 byl dosažen vyšší výnos semen po hnojení močovinou s inhibitorem ureázy než s inhibitorem nitrifikace. Na výnosy semen v obou letech mělo příznivé vliv přihnojení řepky v průběhu podzimního růstu močovinou s inhibitorem ureázy (UREA^{stabil}) v dávce 30 kg N/ha, o kterou byla snížena regenerační dávka N. V suchém roce 2018 byla zjištěna po podzimním hnojení také vyšší olejnatost semen. Použití inhibitorů nitrifikace a ureázy v jarním období nemělo v obou letech vliv na olejnatost semen.

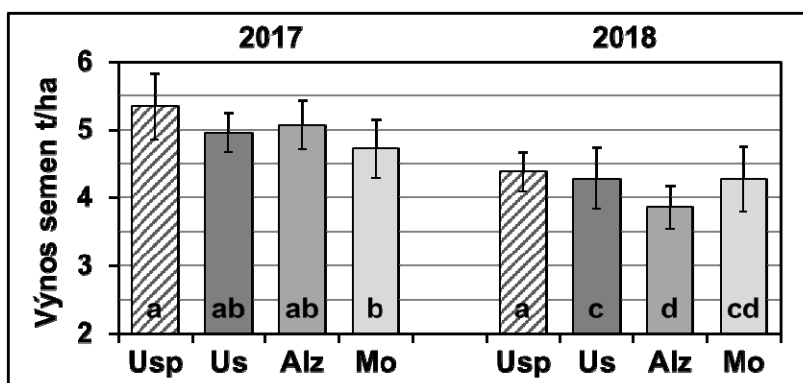
Graf 1: Měsíční průměrné teploty a úhrny srážek ve vztahu k dlouhodobému normálu stanoviště (Lukavec 2016-17)



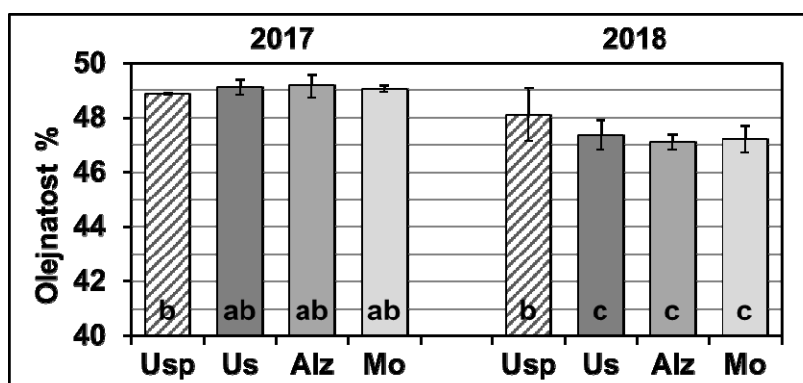
Graf 2: Měsíční průměrné teploty a úhrny srážek ve vztahu k dlouhodobému normálu stanoviště (Lukavec 2017-18)



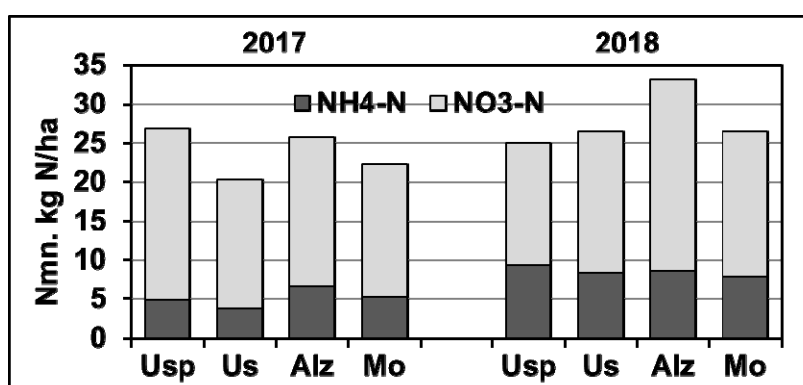
Graf 3: Výnos semen ozimé řepky (Lukavec 207 a 2018)



Graf 4: Olejnatost semen ozimé řepky (Lukavec 2017 a 2018)



Graf 5: Residuální obsah Nmin. v půdě (0-0,3 m)



Literatura

- Cantarella, H., Otto, R., Soares, J. R., de Brito Silva, G. A., 2018. Agronomic efficiency of NBPT as a urease inhibitor: A review. *Journal of Advanced Research*, 13 (SI): 19-27
- Dinnes D. L., Karlen D. L., Jaynes D.B., Kaspar T.C., Hatfield J.L., Colvin T.S., Cambardella C.A., 2002. Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tile drained midwestern soils. *Agron. J.* 94: 153 – 171
- Chen, D., 2008. Enhanced efficiency fertilisers for agricultural sustainability and environmental quality in Australia. In: IFA Crossroads Asia-Pacific, December 2008, Melbourne, Australia, 12 s
- Nasri A., Toderi G., Bernati E., Govi G., 2000. Ammonia volatilization and yield response from urea applied to wheat with urease and nitrification inhibitors. *Agrochimica* 44 (5-6): 231 – 239
- Soares, J. R., Cantarella, H., de Campos Senegale, M. L., 2012. Ammonia volatilization losses from surface-applied urea with urease and nitrification inhibitors. *Soil Biology & Biochemistry* 52: 82-89
- Subbarao G. V., Ito O., Sahrawat K. L., Berry W. L., Nakahara K., Suenaga K., 2006. Scope and Strategies for regulation of nitrification in agricultural systems-challenges and opportunities. *Critical Reviews in Plant Sciences* 25: 303 – 335.
- Trenkel M. E., 1997. Improving fertilizer use efficiency - controlled-release and stabilized fertilizers in agriculture. Ed. by IFA, Paris, 157 s.
- Watson C., 2005. Urease Inhibitors. IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers: 16 s
- Zaman, M., Sagar, S., Blennerhassett, J. D., Singh, J., 2008. Effect of urease and nitrification inhibitors on N transformation, gaseous emissions of ammonia and nitrous oxide, pasture yield and N uptake in grazed pasture system. *Soil Biology & Biochemistry* 41: 1270–1280

Kontaktní adresa

Pavel Růžek, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Drnovská 507, 161 06 Praha 6; ruzek@vurv.cz

Výsledky byly získány za finanční podpory MZe ČR (RO0417 a RO0418).