

VYUŽITÍ STABILIZOVANÝCH MOČOVIN VE VÝŽIVĚ ŘEPKY OZIMÉ (*Brassica napus* L.)

*Use of Stabilized Urea in Winter Rapeseed Nutrition (*Brassica napus* L.)*

Jiří ŠIMKA, David BEČKA, Jan VAŠÁK, Pavel CIHLÁŘ, Petr VLAŽNÝ

Česká zemědělská univerzita v Praze

Summary: At a research station of FAFNR CULS in Prague at a locality Červený Újezd we established in 2009/10 nine variants of nitrogen fertilization in autumn and in spring in line cultivar of winter rapeseed Californium. We applied following nitrogen fertilizers: ammonium saltpetre with calcite, urea and stabilized ureas (ALZON and UREA stabil). In autumn nitrogen dose was 45 kg/ha and in spring it was 155 kg/ha. All variants fertilized with nitrogen exceeded in yield control non-fertilized variant. Variants fertilized with nitrogen in autumn had in comparison with non-fertilized variants in autumn higher yield from 0,1 t/ha to 0,55 t/ha. Variants fertilized in autumn with stabilized ureas (ALZON, UREA stabil) and in spring with LAV have always worse yield in comparison with variants, where stabilized ureas were used in autumn and in spring. Regarding oil content, very good results have variants with ALZON, but also some variants with UREA stabil.

Key words: winter rapeseed, nitrogen, fertilizers, stabilized urea, yield, oil content, TSW

Souhrn: Na Výzkumné stanici FAPPZ ČZU v Praze na lokalitě Červený Újezd jsme v roce 2009/10 založili devět variant hnojení dusíkem na podzim a na jaře u liniové odrůdy řepky ozimé Californium. Z dusíkatých hnojiv jsme aplikovali: ledek amonný s vápencem, močovinu a stabilizované močoviny (ALZON a UREA stabil). Na podzim činila dávka dusíku 45 kg/ha a na jaře pak 155 kg/ha. Všechny varianty hnojené dusíkem překonaly ve výnosu kontrolní nehnojenou variantu. Varianty na podzim hnojené dusíkem měly oproti na podzim nehnojeným variantám vyšší výnos od 0,10 t/ha až 0,55 t/ha. Varianty na podzim hnojené stabilizovanými močoviny (ALZON, UREA stabil) a na jaře LAV vychází vždy výnosově hůře než varianty, kde byly stabilizované močoviny použity na podzim i na jaře. Z pohledu olejnatosti velmi dobře vycházejí varianty s ALZONem, ale i některé varianty s UREOU stabil.

Klíčová slova: řepka ozimá, dusík, hnojiva, stabilizovaná močovina, výnos, olejnatost, HTS

Úvod

Na trhu je řada firem nabízejících různé druhy dusíkatých hnojiv a jedním z nich jsou stabilizovaná hnojiva s inhibitory nitrifikace či ureasy. Použití těchto hnojiv přináší pro zemědělce řadu výhod. Mezi nejvýznamnější výhody patří z ekologického hlediska výrazné omezení ztrát amoniaku do ovzduší či vyplavení. Dalším výrazným plusem je ekonomická stránka v podobě vyšší flexibility termínu aplikace a snížení počtu aplikací těchto hnojiv. Dusíkaté hnojení v podzimním období nám pomůže připravit rostlinu řepky ozimé na lepší přezimování především posílením kořenového systému (průměr kořenového krčku, délka kořene). Současně se založí více výnosových předpokladů na jaro (úžlabní pupeny větví aj.). Jarní dávky dusíku nám přispívají k lepším výnosovým a kvalitativním ukazatelům (výnos, HTS, olejnatost).

Stabilizovaná dusíkatá hnojiva s inhibitory nitrifikace či ureasy jsou základním předpokladem pro uplatnění nových technologických postupů ve výživě rostlin, jejichž cílem je zvýšit efektivnost hnojení dusíkem (snížení počtu aplikací, flexibilita termínu dávkování) a zároveň zlepšení ekologického hlediska omezením znečišťování podzemních vod a ovzduší.

Inhibitory nitrifikace jsou látky schopné zpomalovat průběh nitrifikace amonného dusíku v půdě (RICHTER – HLUŠEK, 1999) a omezovat první fázi nitrifikace – nitritaci (AMBERGER, 1983).

V přírodě existuje celá řada látek, jako jsou třísloviny, flavonoidy, saponiny atd., které nitrifikaci snižují jen v nepatrné míře (SCHEFFER, 1994). Dnes je možno vyrábět inhibitory nitrifikace synteticky (SCHEFFER, 1994). Inhibitory nitrifikace můžeme vedle bakteriálních hnojiv, zlepšovačů půdní struktury, regulátorů růstu a inhibitorů ureázy zařadit jako hnojiva nepřímá.

V závislosti na vlhkosti a teplotě půdy je amonný dusík v dusíkatých hnojivech stabilizován po dobu několika týdnů (6 – 8), díky inhibičnímu efektu DCD (Dicyandiamid - inhibitor nitrifikace 67% N) na nitrifikaci (PROCHÁZKA, 1998).

Bylo prokázáno, že inhibitory nitrifikace snižují uvolňování N_2O a NO_x z půdy do atmosféry a dále snižují ztráty NH_4^+ . Nedojde-li k okamžité inkorporaci inhibitoru do půdy po aplikaci, může být efekt opačný a unikání NH_4^+ se zvyšuje (TRENKEL, 1997).

Jedním z hnojiv s inhibitorem nitrifikace je ALZON® 46, který váže amonný dusík v ornici a plodiny ho tak mají stále k dispozici. V závislosti na potřebách rostlin se z této zásobárny dusíku současně uvolňuje i nitrát, který rostliny využívají. Harmonické vyživování plodin jak amonným, tak nitrátovým dusíkem vede k vysokému využití živin. Důraz na amonný dusík zamezuje nežádoucí nadměrné konzumaci dusíku a napomáhá lepšímu růstu kořenů. ALZON® 46 prokazatelně snižuje ztráty způsobené ukládáním nitrátů v hlubších vrstvách půdy a uvolňováním plynných emisí, jako je např. rajský plyn (N_2O) (ANONYM 2010).

Dalším stabilizovaným hnojivem je hnojivo UREA stabil s inhibitorem ureasy. Princip hnojiva je spojen s dočasným potlačením činnosti enzymu ureáza, který po kontaktu močoviny s půdou urychluje vznik amoniaku, který jako NH_3^+ uniká do ovzduší nebo se sorbuje ve formě NH_4^+ na půdní částice. Rozsah a směr těchto pochodů závisí na půdních podmínkách (půdní druh, obsah a složení organické hmoty, biologická aktivita atd.) a průběhu počasí. Hlavní předností hnojiva UREA stabil ve srovnání s běžně používanými minerálními dusíkatými hnojivy je velmi dobrá rozpustnost ve vodě a již po malém množství srážek (5 mm) transport nepolární

molekuly močoviny ke kořenům rostlin. Je nutno zdůraznit, že NBPT (N-(n-butyl)-thiophosphorictriamid) nezpůsobuje omezení činnosti mikroorganismů ani jejich počtu (bakteriostatický, příp. baktericidní účinek), ale pouze

potlačení činnosti volné ureázy. NBPT ani meziprodukty jejího rozkladu nejsou pro půdní mikroorganismy toxické, a proto ani hnojivo UREA stabil není pro mikroorganismy škodlivé (MRAZ, 2007).

Materiál a metody

Přesné maloparcelkové polní pokusy jsme v roce 2009/10 založili na Výzkumné stanici Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Praze na lokalitě Červený Újezd. Stanice se nachází na rozhraní okresů Kladno a Praha-západ, cca 25 km od Prahy. Zeměpisné údaje: 50°04' zeměpisné šířky a 14°10' zeměpisné délky, nadmořská výška 398 m n. m.. Převažujícím půdním substrátem je hnědozem, půda má střední až vysokou sorpční kapacitu, sorpční komplex je plně nasycen. Půdní reakce je neutrální, obsah humusu střední. Obsah P a K je střední až dobrý. Pokusné stanoviště spadá do oblasti mírně teplé, průměrná roční teplota vzduchu je 6,9°C, průměrný roční úhrn srážek je 549 mm. Délka vegetačního období činí 150-160 dní. Pokusy byly založeny ve čtyřech opakováních pro každou variantu s velikostí jedné parcely 15 m², ke sklizni pak 11,875 m².

Tabulka 1: Povětrnostní charakteristika pokusného roku 2009/10 na Výzkumné stanici v Červeném Újezdě.

Měsíc	VIII 09	IX 09	X 09	XI 09	I 10	II 10	III 10	IV 10	V 10	VI 10	VII 10	VIII 10		
1. dekáda	Teplota (°C)	19,61	16,23	12,46	3,34	2,61	-4,85	-4,35	-2,57	6,02	11,28	16,31	18,27	
1. - 10.	Srážky (mm)	40,4	9,2	8,2	28	29,1	23,3	8,5	4,1	11,2	42,5	38,6	28	77
2. dekáda	Teplota (°C)	19,79	15,57	3,91	7,21	-5,53	-3,59	-3,6	2,92	8,08	10,11	15,75	22,34	18,07
11. - 20.	Srážky (mm)	6,6	3,1	25,2	3,8	6,9	13,9	3,1	4,5	24,7	14,9	21,3	34,9	34,8
3. dekáda	Teplota (°C)	18,55	14,69	6,49	6,96	-1,11	-7,58	3,06	9,75	10,89	14,4	17,27	18,28	18,8
21. - 31.	Srážky (mm)	2,2	7,1	5,5	2,7	23,4	9,1	2,7	10,1	1,5	26,4	0,1	82,4	33
Měsíc	Teplota (°C)	19,29	15,49	VII,30	5,84	-1,34	-5,71	-1,96	3,57	8,55	12,01	16,44	20,22	17,72
celkem	Srážky (mm)	49,2	19,4	38,9	34,5	59,4	45,3	14,3	18,7	37,4	83,8	60	145,3	145,7
Normál	Teplota (°C)	17,4	13,1	7,7	2,5	-0,9	-2,1	-1	3	7,4	12,6	15,6	16,6	17,4
	Srážky (mm)	69	42	35	29	26	22	22	26	41	54	63	64	69

Na Výzkumné stanici jsme založili celkem 9 variant s různými podzimními a jarními dávkami dusíku na liniové odrůdě řepky ozimé Californium. Vedle standardních dusíkatých hnojiv (LAV a močovina) jsme použili i hnojiva se stabilizovanou močovinou (ALZON, UREA stabil). Přehled pokusných variant je uveden v tab. 2. Termíny aplikací dusíku: podzim – 21.10.2009, jaro 1a – 5.3.2010, jaro 1b – 23.3.2010, jaro 2 – 6.4.2010, jaro 3 – 20.4.2010.

Výsledky a diskuze

Hmotnost nadzemní biomasy a kořenů. V grafu 1 je znázorněn vliv různých variant hnojení dusíkem v závislosti na utváření hmotnosti sušiny nadzemní biomasy. Aplikace dusíku měla téměř u všech variant pozitivní vliv na tvorbu sušiny nadzemní biomasy kromě varianty 6 (0 + 155 (AL)), kde došlo k poklesu oproti kontrolní nehnojené variantě č. 1 (0 + 0). Mezi sledovanými variantami nejsou statisticky průkazné rozdíly. Nejvyšší hmotnost sušiny dosáhla varianta 9 (45 (MO) + 155 (LAV)) a to 314,2 g sušiny nadzemní

Tabulka 2: Přehled pokusných variant s hnojením dusíkem, 2009/10.

var. č.	označ. var.	dávka N (kg/ha) použité hnojivo	podzim	jaro			
				1a	1b	2	3
1	0+0	dávka N	0	0	0	0	0
		hnojivo					
2	0 + 155 (LAV)	dávka N	0	40	35	50	30
		hnojivo		LAV	LAV	LAV	LAV
3	45 (US) + 155 (LAV)	dávka N	45	40	35	50	30
		hnojivo	UREA stabil	LAV	LAV	LAV	LAV
4	45 (AL) + 155 (LAV)	dávka N	45	40	35	50	30
		hnojivo	ALZON	LAV	LAV	LAV	LAV
5	0 + 155 (US)	dávka N	0	90	65	0	0
		hnojivo		UREA stabil	UREA stabil		
6	0 + 155 (AL)	dávka N	0	90	65	0	0
		hnojivo		ALZON	ALZON		
7	45 (US) + 155 (US)	dávka N	45	90	65	0	0
		hnojivo	UREA stabil	UREA stabil	UREA stabil		
8	45 (AL) + 155 (AL)	dávka N	45	90	65	0	0
		hnojivo	ALZON	ALZON	ALZON		
9	45 (MO) + 155 (LAV)	dávka N	45	40	35	50	30
		hnojivo	močovina	LAV	LAV	LAV	LAV

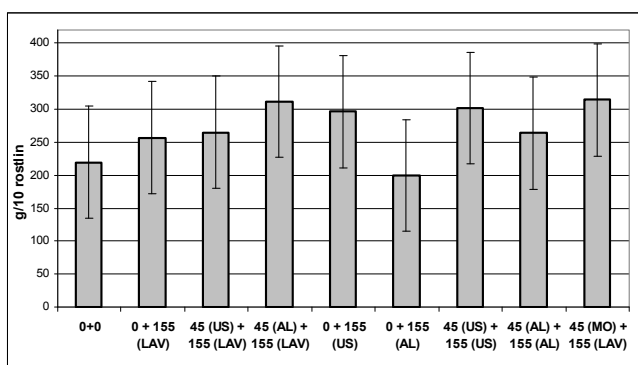
Použité zkratky: AL – ALZON, LAV – ledek amonný s vápencem, MO – močovina, US – UREA stabil

Na jaře jsme 18. 5. 2010 realizovali odběry na stanovení hmotnosti nadzemní a kořenové biomasy. Z každé varianty u každého opakování jsme odebrali 10 rostlin pro následné stanovení hmotnosti nadzemní biomasy a kořenů v čerstvém stavu a v sušině. Rostliny jsme zbavili nečistot a omyli. Po oschnutí následovalo vážení čerstvé biomasy a poté příprava materiálu do sušárny a sušení při 105°C po dobu osmi hodin. Po usušení a vychladnutí jsme stanovili hmotnost sušiny.

Dalšími sledovanými znaky byl výnos (t/ha), olejnatost (% v suš.) a HTS (g). Při sklizni stanovený výnos semen byl přepočten na výnos semen v t/ha při 8 % vlhkosti. Olejnatost byla stanovena na přístroji NMR Bruker the minispec mq one Seed Analyzer a je uváděna procenticky v sušině. Hmotnost tisíce semen (HTS) jsme stanovili na počítadle C 21 odpočítáním dvakrát 500 semen a jejich následným zvážením na tři desetinná místa. Výsledky jsme statisticky zpracovali Analýzou rozptylu (ANOVA) jednoduchého třídění v programu Statgraphic plus verze 4, na hladině významnosti $\alpha=0,05$, podrobnější vyhodnocení dle Tukeyho.

biomasy/10 rostlin. Při porovnání variant 5 (0 + 155 (US)) a 6 (0 + 155 (AL)) vyšla jednoznačně lépe aplikace dusíkatého hnojiva UREA stabil oproti hnojivu ALZON. Obdobná situace je u variant 7 (45 (US) + 155 (US)) a 8 (45 (AL) + 155 (AL)). Všechny varianty s dusíkem aplikovaným na podzim (var. č. 3, 4, 7, 8, 9) dosáhly vyšší hmotnosti nadzemní biomasy ve srovnání s adekvátními variantami bez podzimního hnojení (var. č. 2, 5, 6). Největší rozdíl byl mezi variantami s ALZONem (var. 2 proti 4 a var. 6 proti 8).

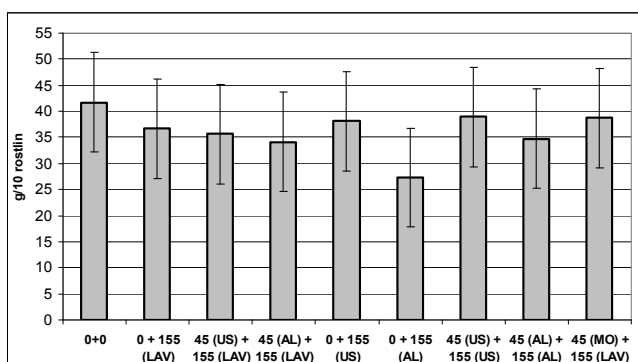
Graf 1: Hmotnost sušiny nadzemní biomasy (g/10 rostlin).



pozn. ANOVA, $\alpha=0,05$, podrobnější vyhodnocení dle Tukeyho

Porovnání hmotnosti sušiny kořenů uvádí graf 2. Varianta 6 (0 + 155 (AL)) u hmotnosti sušiny kořenů koresponduje s hmotností sušiny nadzemní biomasy z grafu 1 a je opět nejnižší ze všech variant. Naopak nejlepší je varianta 1 (0 + 0), která dosahuje 41,7 g sušiny kořenů/10 rostlin. Při porovnání dvou stabilizovaných hnojiv mají varianty s dusíkatým hnojivem UREA stabil vyšší hmotnost sušiny kořenů oproti variantám s ALZONem. Podzimní hnojení ALZONem zvýšilo o 7,4 g hmotnost sušiny deseti kořenů (var. 6 k var. 8), zatímco u hnojiva UREA stabil bylo navýšení pouze o 0,8 g (var. 5 a 7). Podzimní hnojení dusíkem (ALZON, UREA stabil) mírně snížilo hmotnost sušiny kořenů, pokud na jaře následovalo čtyřikrát přihnojení v LAV (var. 2 k variantám 3 a 4).

Graf 2: Hmotnost sušiny kořenů (g/10 rostlin).



pozn. ANOVA, $\alpha=0,05$, podrobnější vyhodnocení dle Tukeyho

Výnos a kvalita semen. Všechny varianty hnojené dusíkem překonaly ve výnosu kontrolní nehnojenou variantu č. 1. Tato varianta dosáhla i bez dusíkatého hnojení na zdejších úrodných půdách velmi dobrého výnosu 3,6 t/ha. Tato kontrolní vari-

anta se statisticky průkazně liší od dvou nejlepších variant 9 (výnos 4,53 t/ha) a 8 (4,54 t/ha). Za zmínku stojí varianta 9, kde byl dusík na podzim aplikován v nestabilizované močovíně. Zřejmě došlo k jeho rychlému příjmu rostlinou a tedy minimálním ztrátám dusíku. Srovnáme-li varianty s a bez podzimní aplikace dusíku, vycházejí jednoznačně lépe varianty na podzim hnojené. Tento přírůstek ve výnosu semen dle použitého hnojiva a následné jarní aplikace dusíku se pohybuje od 0,10 t/ha (var. 2 k var. 3) až do 0,55 t/ha (var. 6 k var. 8). Varianty na podzim hnojené stabilizovanými močovínami a na jaře LAV vychází vždy hůře než varianty, kde byly stabilizované močoviny použity na podzim i na jaře. Tento rozdíl ve prospěch stabilizovaných močovín představuje u ALZONu 0,10 t/ha (var. 4 k var. 8) a u UREY stabil 0,01 t/ha (var. 3 k var. 7).

U obsahu oleje v důsledku nižšího výnosu vítězí kontrolní nehnojená varianta č. 1. Nehnojená kontrola se statisticky průkazně liší od variant 2, 3 a 9. Z pohledu olejnatosti velmi dobře vycházejí varianty s ALZONem (var. č. 4, 6, 8), ale i některé varianty s UREOU stabil (var. č. 7).

U hmotnosti tisíce semen (HTS) jsou rozdíly minimální a nejsou statisticky průkazné. Nejvyšší HTS měla semena na variantách č. 4 (45 (AL) + 155 (LAV)), č. 7 (45 (US) + 155 (US)) a č. 8 (45 (AL) + 155 (AL)).

Tabulka 3: Výnos (t/ha), olejnatost (% v sušině) semen a HTS (g) u jednotlivých variant hnojení, 2009/10.

var. č.	označení	výnos		olejnatost		HTS	
		t/ha	stat. průk.	% v suš.	stat. průk.	g	stat. průk.
1	0+0	3,60	a	46,0	a	4,985	a
2	0 + 155 (LAV)	4,33	ab	43,0	b	4,885	a
3	45 (US) + 155 (LAV)	4,43	ab	42,1	b	4,906	a
4	45 (AL) + 155 (LAV)	4,44	ab	43,5	ab	5,115	a
5	0 + 155 (US)	4,22	ab	43,2	ab	4,815	a
6	0 + 155 (AL)	3,99	ab	43,9	ab	4,935	a
7	45 (US) + 155 (US)	4,44	ab	43,4	ab	5,041	a
8	45 (AL) + 155 (AL)	4,54	b	43,4	ab	5,014	a
9	45 (MO) + 155 (LAV)	4,53	b	42,8	b	4,759	a

pozn. ANOVA, $\alpha=0,05$, podrobnější vyhodnocení dle Tukeyho. Pokud jsou u statistické průkaznosti uvedena stejná písmena varianty nejsou statisticky průkazné, pokud jsou písmena odlišná varianty se statisticky průkazně liší.

Závěr

Všechny varianty hnojené dusíkem překonaly ve výnosu kontrolní nehnojenou variantu č.1. Varianty na podzim hnojené dusíkem měly oproti na podzim nehnojeným variantám vyšší výnos od 0,10 t/ha až do 0,55 t/ha. Pokud tento přírůstek výnosu vynásobíme realizační cenou řepky (průměrná realizační cena v letošním roce - 7300 Kč/t), získáme navíc 730 - 4015 Kč na jeden hektar. To nám pokryje zvýšené náklady na podzimní

hnojení ve stabilizovaných močovínách (45 kg N/ha) cca 900 - 1200 Kč a ještě přinese navýšení tržeb. Varianty na podzim hnojené stabilizovanými močovínami (ALZON, UREA stabil) a na jaře LAV vychází vždy výnosově hůře než varianty, kde byly stabilizované močoviny použity na podzim i na jaře. Z pohledu olejnatosti velmi dobře vycházejí varianty s ALZONem, ale i některé varianty s UREOU stabil.

Použitá literatura

- Amberger, A.: Wirkung und Einsatzmöglichkeiten des Nitrificationshemmstoffes Dicyandiamid, VDLUFA – Schriftenreihe, Symposium Nitrificationshemmstoffe, Weihenstephan 1983, s. 22 – 47.
- ANONYM: Alzon 46 - stabilizovaná dusíkatá hnojiva snižují pracnost, zvyšují výnosy a jsou šetrná k životnímu prostředí, Informativní leták k hnojení, 2010.
- MRÁZ, J.: UREA stabil - efektivní zdroj dusíku pro polní plodiny (121-122) In: Sborník referátů, Prosperující olejnin, ČZU, Praha, 2007, 144s.
- Procházka, S., Macháčková, I., Krekule, J. et al.: Fyziologie rostlin, Academia Praha 1998.
- Richter, R., Hlušek, J.: Výživa a hnojení rostlin – I. Obecná část, MZLU Brno, 1999.
- Scheffer, B.: Zum Einsatz von Stickstoffdüngern mit Nitrificationshemmern in Wassereinzugsgebieten, „gwf – Wasser/Abwasser“ 135, Mnichov, 1994, s. 15 – 19.
- Trenkel, M. E.: Controlled-Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture (Improving Fertilizer Use Efficiency), International Fertilizer Industry Association (IFA), Paříž, 1997.

Kontaktní adresa

Ing. Jiří Šimka, Katedra rostlinné výroby, ČZU v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát, tel. 22438 2531, e-mail: simka@af.czu.cz

Řešeno za finanční podpory grantu NAZV QH81147 „Střet plodin v globální soutěži a řešení rizik pro ozimou řepku“.