

HNOJENÍ ŘEPKY OZIMÉ S VYUŽITÍM STABILIZOVANÝCH MOČOVIN

Winter Rapeseed Fertilization with Use of Stabilized Ureas

Jiří ŠIMKA, David BEČKA, Petr VLAŽNÝ, Jan VAŠÁK

Česká zemědělská univerzita v Praze

Summary: At the research station of FAFNR at CULS in Červený Újezd we have established in 2010/2011 a second year of an experiment with nine variants of nitrogen fertilization in autumn and in spring in line cultivar of winter rapeseed Californium. From nitrogen fertilizers were applied following: ammonium nitrate with calcite, urea and stabilized ureas (Alzon and Urea stabil). In autumn a nitrogen dose was 45kg/ha and in spring 155kg/ha. Nitrogen application had nearly in all variants a positive influence on above ground biomass dry matter formation. All variants fertilized with nitrogen exceeded in yield a control nonfertilized variant. The highest yields in average of both evaluated years were reached in variants fertilized in autumnal and spring period. The highest obtained yield 4,64 t/ha in 2009/2010 was found in variant fertilized in autumn with 45kg of urea per hectare and in spring with 155 kg of ammonium nitrate with calcite. In this variant we also measured the highest weight of above ground biomass dry matter – 314.2 g of above ground biomass dry matter / 10 plants (increasement by 43% in comparison with control nonfertilized variant).

Keywords: winter rapeseed, nitrogen, fertilizers, stabilized urea, yield, above ground biomass, dry matter

Souhrn: Na Výzkumné stanici FAPPZ ČZU v Praze na lokalitě Červený Újezd jsme v roce 2010/11 již druhým rokem založili devět variant hnojení dusíkem na podzim a na jaře u liniové odrůdy řepky ozimé Californium. Z dusíkatých hnojiv jsme aplikovali: ledek amonický 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. Aplikace dusíku měla téměř u všech variant pozitivní vliv na tvorbu sušiny nadzemní biomasy. Všechny varianty hnojené dusíkem překonaly ve výnosu kontrolní nehnojenou variantu. Nejvyšších výnosů v průměru za oba hodnocené roky je dosažováno u variant hnojených v podzimním i jarním období. Celkově nejvyšší dosažený výnos 4,64 t/ha v roce 2009/10 byl u varianty na podzim hnojené 45 kg N/ha močoviny a na jaře 155 kg N/ha ledku amonického s vápencem. U této varianty byla naměřena i nejvyšší hmotnost sušiny nadzemní biomasy a to 314,2 g sušiny nadzemní biomasy/10 rostlin (nárůst o 43 % oproti kontrolní nehnojené variantě).

Klíčová slova: řepka ozimá, dusík, hnojivo, stabilizovaná močovina, výnos, nadzemní biomasa, sušina

Úvod

Stabilizovaná dusíkatá hnojiva s inhibitory nitrifikace či ureasy jsou jedním z předpokladů pro uplatnění nových technologických postupů ve výživě rostlin, jejichž cílem je zvýšit efektivnost hnojení dusíkem. Hlavní devízou je snížení počtu aplikací a flexibilita termínu dávkování. Nedílnou součástí těchto hnojiv je zlepšení ekologického hlediska omezením znečišťování podzemních vod a ovzduší.

Na českém trhu jsou dnes dvě stabilizované močoviny. Prvním hnojivem (močovinou) je **ALZON® 46**, které obsahuje inhibitor nitrifikace. Druhé hnojivo je **UREA stabil** obsahující inhibitor ureázy. Tyto hnojiva spolu s dalšími (bakteriální hnojiva, zlepšovače půdní struktury, regulátory růstu, aj.) řadíme mezi hnojiva nepřímá (SCHEEFFER, 1994).

ALZON® 46 váže amonický 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 amonickým, tak nitrátovým dusíkem vede k vysokému využití živin. Důraz na amonický 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 plyných emisí, jako je např. rajsýk plyn (N_2O) (ANONYM 2010). V závislosti na vlhkosti a teplotě půdy je amonický dusík v dusíkatých hnojivech stabilizován po dobu několika týdnů (6 – 8), díky inhibičnímu efektu DCD (Dicyandiamid - inhibitor nitrifikace 67% N) na nitrifikaci (PROCHÁZKA, 1998).

Princip hnojiva UREA stabil 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 (MRÁZ, 2007).

Materiál a metody

Přesné maloparcelní polní pokusy jsme 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 11,9 m².

Tab. 1 Přehled pokusných variant s hnojením dusíkem (2009/10 a 2010/11).

var. č.	označ. var.	dávka N (kg/ha)		jaro				celkem N (kg/ha)
		použité hnojivo	podzim	1a	1b	2	3	
1	0+0 (Kontrola)	dávka N	0	0	0	0	0	0
		hnojivo						
2	0 + 155 (LAV)	dávka N	0	40	35	50	30	155
		hnojivo		LAV	LAV	LAV	LAV	
3	45 (US) + 155 (LAV)	dávka N	45	40	35	50	30	200
		hnojivo	UREA stabil	LAV	LAV	LAV	LAV	
4	45 (AL) + 155 (LAV)	dávka N	45	40	35	50	30	200
		hnojivo	ALZON	LAV	LAV	LAV	LAV	
5	0 + 155 (US)	dávka N	0	90	65	0	0	155
		hnojivo		UREA stabil	UREA stabil			
6	0 + 155 (AL)	dávka N	0	90	65	0	0	155
		hnojivo		ALZON	ALZON			
7	45 (US) + 155 (US)	dávka N	45	90	65	0	0	200
		hnojivo	UREA stabil	UREA stabil	UREA stabil			
8	45 (AL) + 155 (AL)	dávka N	45	90	65	0	0	200
		hnojivo	ALZON	ALZON	ALZON			
9	45 (MO) + 155 (LAV)	dávka N	45	40	35	50	30	200
		hnojivo	močovina	LAV	LAV	LAV	LAV	

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

Na Výzkumné stanici jsme již druhým rokem založili devět variant s různými podzimními a jarními dávkami dusíku na liniové odrůdě řepky ozimé Califormium. Vedle standardních dusíkatých hnojiv (LAV a

močovina) jsme použili i hnojiva se stabilizovanou močovinou (ALZON, UREA stabil). Přehled pokusných variant je uveden v tab. 1.

Termíny aplikací dusíku:

podzim – 21.10.2009 resp. 20.10.2010,
jaro 1a – 5.3.2010 resp. 2.3.2011,
jaro 1b – 23.3.2010 resp. 15. 3. 2011,
jaro 2 – 6.4.2010 resp. 31.3.2011,
jaro 3 – 20.4.2010 resp. 19.4.2011.

Na jaře jsme 18. 5. 2010 resp. 5. 5. 2011 realizovali odběry na stanovení hmotnosti nadzemní a kořenové biomasy. Z každé varianty a opakování jsme odebrali 10 rostlin pro následné stanovení hmotnosti nadzemní biomasy a kořenů v čerstvém stavu a v sušičce. 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 a diskuze

Řepku jsme vyseli v optimálním agrotechnickém termínu 23. 8. 2009 resp. 25. 8. 2010.

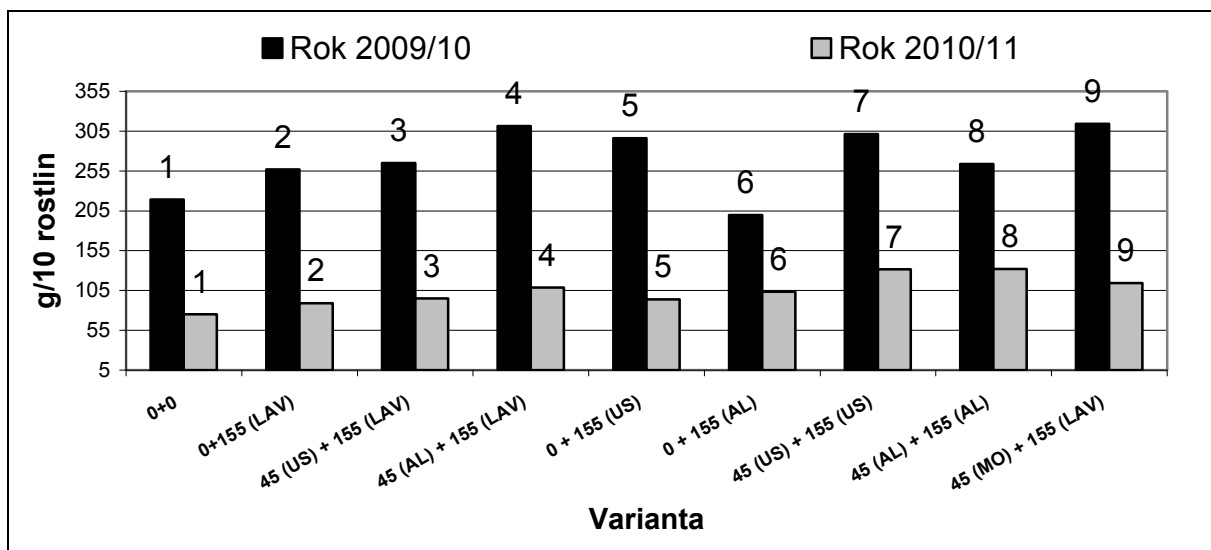
Ve vegetačním roce 2009/10 byl měsíc září mírně teplý a sušší. Úhrn srážek činil pouze 19,4 mm. V porovnání s dlouhodobým průměrem (normál IX.), který činí 42 mm, nedosáhly srážky za měsíc září ani poloviny dlouhodobého průměru. Díky teplejšímu a delšímu průběhu počasí do zámru, dosahovaly rostliny řepky ideálních ukazatelů pro přezimování.

Ve vegetačním roce 2010/11 byl měsíc září naopak podstatně chladnější a deštivější s úhrnem srážek 83,6 mm. Podmínky pro růst řepky a vytvoření ideálních ukazatelů pro přezimování, díky nižším teplotám a mnohem dřívějšímu nástupu mrazů (ve 3. dekádě měsíce listopadu byla již průměrná teplota -1,01 °C), byly oproti roku předchozímu výrazně nepříznivé. Na nepříznivý podzim navázalo suché jarní období únor-duben, a dokonce začátkem května přišly 3 dny chladného počasí, kdy teplota klesala pod bod mrazu. Řepky díky suchému počasí také velmi slabě navětvlily. Díky těmto faktům byl rok 2010/11 výrazně slabším téměř ve všech hodnocených ukazatelích řepky vyjma olejnatosti.

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 č. 6 (0 + 155 (AL)) v roce 2009/10, kde došlo k poklesu oproti kontrolní nehnojné variantě č. 1 (0 + 0). Nejvyšší hmotnost sušiny nadzemní biomasy dosáhla v roce 2009/10 varianta 9 (45 (MO) + 155 (LAV)) a to 314,2 g sušiny nadzemní biomasy/10 rostlin. Při porovnání variant 5 (0 + 155 (US)) a 6 (0 + 155 (AL)) vyšla v roce 2009/10 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)). V roce 2010/11 byly hmotnosti sušiny nadzemní biomasy a kořenů podstatně nižší (grafy 1 a 2) díky nepříznivému počasí. Platí, že všechny aplikace dusíku měly pozitivní vliv na tvorbu sušiny nadzemní biomasy. Nejvyšší hmotnosti sušiny nadzemní biomasy dosáhly var. č. 7 a 8 (131,4 resp. 131,9 g tj. o 75% navýšení oproti kontrole). 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).

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

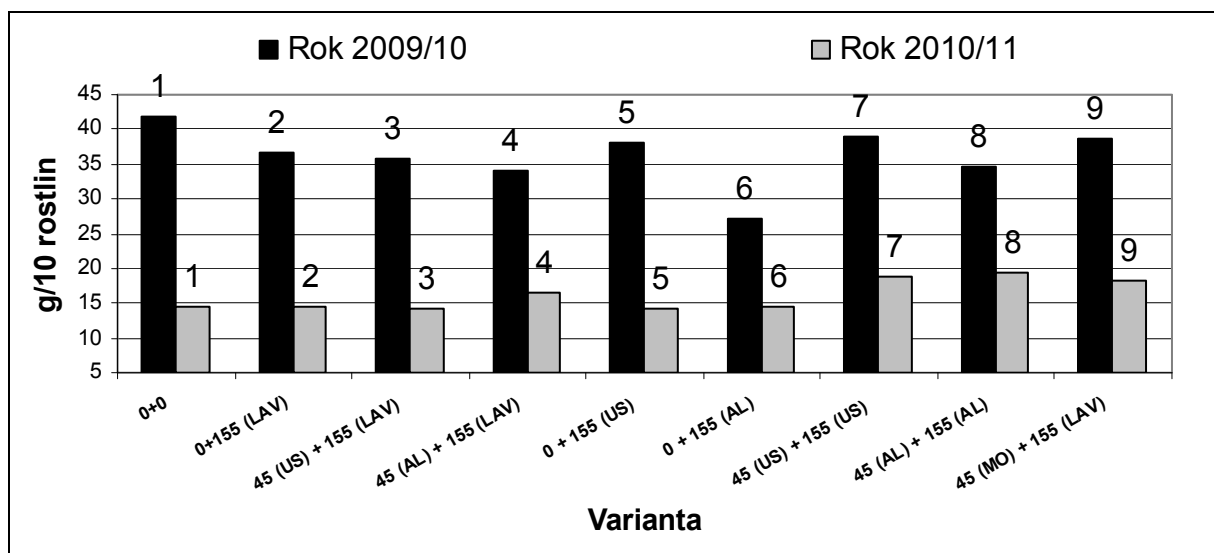


*(odběry 18. 5. 2010 resp. 5. 5. 2011)

Porovnání hmotnosti sušiny kořenů uvádí graf 2. Většina variant hmotnosti sušiny kořenů koreponduje s hmotností sušiny nadzemní biomasy z grafu 1. V roce 2009/10 měla nejvyšší hmotnost sušiny kořenů kontrolní nehnojená varianta č. 1 (0 + 0), která dosahovala 41,7 g sušiny kořenů/10 rostlin. Tento fakt lze vysvětlit vyšším nárůstem kořenové hmoty vůči nadzemní biomase (deficit N). Při porovnání dvou stabilizovaných hnojiv měly v roce 2009/10 vyšší hmotnost sušiny kořenů varianty hnojené UREOU stabil. Opakem byl rok 2010/11, kdy hmotnost sušiny kořenů byla vždy vyšší u variant hnojených ALZONem. Nejvyšší hmotnosti sušiny kořenů v roce 2010/11 dosáhly opět var. č 7 a 8 (18,8 resp. 19,4 g tj. o 31% resp. 35% navyšení oproti kontrole), hnojené na podzim i na jaře stabilizovanými močoviny.

zovaných hnojiv měly v roce 2009/10 vyšší hmotnost sušiny kořenů varianty hnojené UREOU stabil. Opakem byl rok 2010/11, kdy hmotnost sušiny kořenů byla vždy vyšší u variant hnojených ALZONem. Nejvyšší hmotnosti sušiny kořenů v roce 2010/11 dosáhly opět var. č 7 a 8 (18,8 resp. 19,4 g tj. o 31% resp. 35% navyšení oproti kontrole), hnojené na podzim i na jaře stabilizovanými močoviny.

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



*(odběry 18. 5. 2010 resp. 5. 5. 2011)

Výnos a kvalita semen. V tab. 2 je znázorněn přehled výnosů variant hnojení za sledované roky 2009/10 a 2010/11. Všechny varianty hnojené dusíkem překonaly ve výnosu kontrolní nehnojenou variantu č. 1. Tato varianta dosáhla v roce 2009/10 i bez dusíkatého hnojení na zdejších úrodných půdách velmi dobrého výnosu 3,6 t/ha. Za zmínku stojí varianta 9, která byla v roce 2009/10 nejvýnosnější. Zde byl dusík na podzim aplikován v nestabilizované močovině. Zřejmě došlo k jeho rychlému příjmu rostlinou (vhodné vláhové

podmínky) a tedy minimálním ztrátám dusíku. Srovnáme-li varianty s a bez podzimní aplikace stabilizovaných močovín, vycházejí jednoznačně lépe varianty na podzim hnojené. Tento přírůstek ve výnosu semen dle použitého hnojiva a následně jarní aplikace dusíku se v roce 2009/10 pohyboval od 0,09 t/ha (var. 5 k var. 7) až do 0,53 t/ha (var. 6 k var. 8). V roce 2010/11, díky slabšímu ročníku pro řepku, všechny dusíkaté aplikace přinesly velmi výrazný nárůst výnosů oproti kontrolní nehnojené variantě. Nejvyšší nárůst byl u variant 7 a 8,

kteře byly hnojeny na podzim i na jaře stabilizovanými močoviny. U varianty 7 se zvýšil výnos o 1,76 t/ha (o 83% oproti kontrole) a u varianty 8 se navýšil dokonce o 1,79 t/ha (o 84% oproti kontrole). V roce 2010/11 varianty na podzim hnojené stabilizovanými močoviny a na jaře LAV vychází vždy hůře než varianty, kde byly stabilizované močoviny použity na podzim i na jaře.

U hmotnosti tisíce semen (HTS) jsou rozdíly v jednotlivých letech (viz graf 3) minimální. Vyšší HTS v roce 2010/11 oproti roku 2009/10 je způsobena kompenzací nižšího navětvění a nižšího počtu šesulí na rostlinu. V letech 2009/10 i 2010/11 byla nejvyšší HTS u variant č. 4 (45 (AL) + 155 (LAV)), č. 7 (45 (US) + 155 (US)) a č. 8 (45 (AL) + 155 (AL)). Důležitým poznatkem je, že HTS do jisté míry koresponduje s hodnocením u výnosů (tab. 2). Tudiž u variant hnoje-

ných na podzim i na jaře oproti variantám hnojených pouze na jaře je nárůst výnosu způsoben nárůstem HTS.

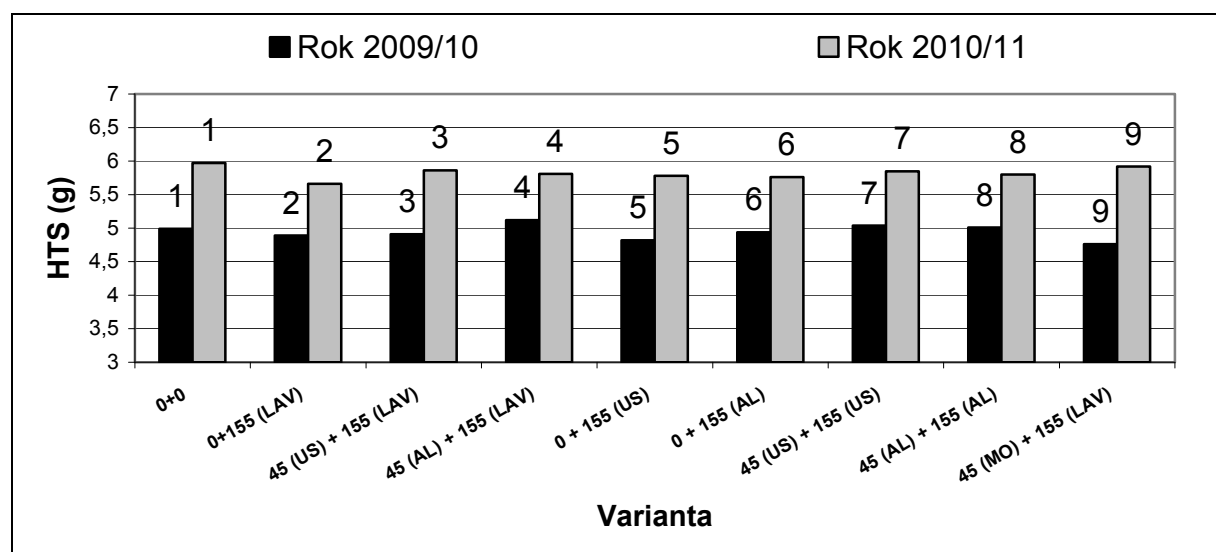
U obsahu oleje (viz graf 4) vítězí v obou letech kontrolní nehnojená varianta č. 1 (0 + 0). Z pohledu hnojených variant velmi dobře vycházejí varianty s ALZONem (var. č. 6 a 8), ale i některé varianty s UREOU stabil (var. č. 5) či v roce 2010/11 varianta s LAV (var. č. 2). Nejvyšší olejnatosti, vyjma kontrolní nehnojené varianty, bylo dosaženo v roce 2010/11 u variant č. 2 a 6 (shodně 45,1 %) hnojených pouze v jarním období. Naopak nejnižší olejnatost byla v roce 2009/10 u varianty č. 3 (42,1%) hnojené na podzim i na jaře. Výsledky jednoznačně ukazují klesající trend olejnatosti při růstu intenzity dusíkatého hnojení.

Tab. 2 Výnosy (t/ha) jednotlivých variant hnojení za roky 2009/10 a 2010/11. (průměr ze tří opakování po odstranění extrémní hodnoty)

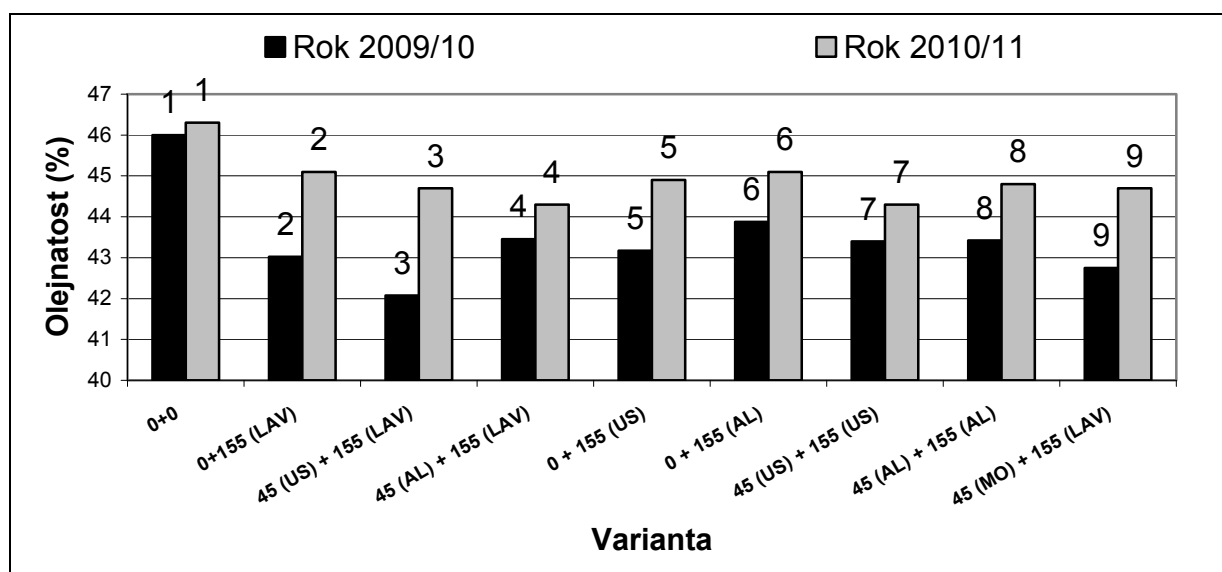
Číslo varianty	Varianta	2009/10		2010/11		Průměr	
		Výnos (t/ha)	Výnos (%)	Výnos (t/ha)	Výnos (%)	Výnos (t/ha)	Výnos (%)
1	0 + 0	3,41	100	2,12	100	2,77	100
2	0 + 155 (LAV)	4,38	128	3,55	167	3,97	143
3	45 (US) + 155 (LAV)	4,28	126	3,84	181	4,06	147
4	45 (AL) + 155 (LAV)	4,53	133	3,60	170	4,07	147
5	0 + 155 (US)	4,25	125	3,32	157	3,79	137
6	0 + 155 (AL)	3,75	110	3,66	173	3,71	134
7	45 (US) + 155 (US)	4,34	127	3,88	183	4,11	148
8	45 (AL) + 155 (AL)	4,28	126	3,91	184	4,10	148
9	45 (MO) + 155 (LAV)	4,64	136	3,41	161	4,03	145

Vysvětlivky: Výnos (%) – přírůstek oproti kontrole (100%)

Graf 3 Přehled HTS (g) jednotlivých variant hnojení za roky 2009/10 a 2010/11.



Graf 4 Olejnatost u jednotlivých variant hnojení za roky 2009/10 a 2010/11.



Závěr

Všechny varianty hnojené dusíkem překonaly ve výnosu kontrolní nehnojenou variantu č.1. Varianty na podzim hnojené stabilizovanými močoviny měly oproti na podzim nehnojeným variantám vyšší výnos od 0,09 t/ha (UREA stabil – 2009/10) až do 0,56 t/ha (UREA stabil – 2010/11). Varianty na podzim nehnojené stabilizovanými močoviny (ALZON, UREA stabil) vychází vždy výnosově hůře než varianty, kde byly stabilizované močoviny použity na podzim i na jaře. Z pohledu olejnatosti velmi dobře vycházejí varianty hnojené pouze na jaře či varianta hnojená na podzim i na jaře stabilizovaným dusíkatým hnojivem ALZON.

Výživa řepky dusíkem pomocí stabilizovaných močovín se v našich pokusech velmi osvědčila. U slabších porostů (řidký porost, slabé rostliny) doporučujeme aplikovat tato hnojiva na podzim (zesílení hlavně kořenového systému) i na jaře. Naopak u silných porostů s dostatečným počtem rostlin a mohutným kořenovým systémem vystačíme pouze s jarní aplikací.

Použitá literatura

- ANONYM: Alzon 46 - stabilizovaná dusíkatá hnojiva snižují pracnost, zvyšují výnosy a jsou šetrná k životnímu prostředí, Informativní leták k hnojivu, 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.
- Scheffer, B.: Zum Einsatz von Stickstoffdüngern mit Nitrificationshemmern in Wassereinzugsgebieten, „gwf – Wasser/Abwasser“ 135, Mnichov, 1994, s. 15 – 19.

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 podpory grantu NAZV QH 81147 „Střet plodin v globální soutěži a řešení rizik pro ozimou řepku“ a záměru MŠMT 6046070901 „Setrvalé zemědělství, kvalita zemědělské produkce, krajinné a přírodní zdroje“.