

PODZIMNÍ REGULACE RŮSTU ŘEPKY U ODLIŠNÝCH HUSTOT POROSTŮ – 3-LETÉ VÝSLEDKY

Autumn growth regulation of rapeseed at different stand densities – 3-years results

Jiří ŠIMKA, David BEČKA, Pavel CIHLÁŘ, Jan VAŠÁK

Česká zemědělská univerzita v Praze

Summary: This year at the Research Station of the Faculty of Agrobiolgy, Food and Natural Resources CULS in Červený Újezd, we completed the three-year experiment - Effect of autumn application of growth-regulator Toprex (0.3 l/ha) and nitrogen fertilizer (ammonium nitrate with limestone 45 kg N/ha) on growth and development of winter oilseed rape at different stand densities. The experiment was established with the linear variety Californium. On average, the longest root (14.7 cm) was after application of growth regulator and nitrogen fertilizer. The highest root neck diameter (6.1 mm) was, after only growth regulator application. Highest average yield (3.90 t/ha) was achieved in dense stand, after application of growth regulator and nitrogen fertilizer. Sparse stands are most influence-able with regard to production indicators; high influence has application of growth regulator (azole) and nitrogen fertilizer too. Under favourable weather conditions, the best variant by the optimal density stands is regulation with azole.

Key words: rapeseed, growth regulator, nitrogen fertilizer, root length, root neck diameter, stand density, yield

Souhrn: Na Výzkumné stanici Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Červeném Újezdě jsme letošním rokem završili tříletý pokus - Vliv podzimní aplikace růstového regulátoru Toprex (0,3 l/ha) a dusíkatého hnojiva LAV (45 kg N/ha) na růst a vývoj řepky ozimé u odlišných hustot porostů. Pokus byl založen na linoové odrůdě Californium. Nejdelší kořen 14,7 cm byl po aplikaci růstového regulátoru a dusíkatého hnojiva. Nejvyšší průměr kořenového krčku 6,1 mm byl naopak po aplikaci samotného růstového regulátoru. Nejvyššího průměrného výnosu (3,90 t/ha) bylo dosaženo u hustého porostu po aplikaci růstového regulátoru a dusíkatého hnojiva. Nejvíce ovlivnitelné z hlediska produkčních ukazatelů jsou řídké porosty, vysoký vliv má aplikace regulátoru růstu (azolů) i dusíkatého hnojiva. Za příznivých povětrnostních podmínek je u optimálních hustot porostů nejvhodnější variantou regulace azolem.

Klíčová slova: řepka, růstový regulátor, dusíkaté hnojivo, délka kořene, průměr kořenového krčku, hustota porostu, výnos

Úvod

V letech 2009/10 – 2011/12 jsme se v rámci grantu NAZV QH 81147 zabývali problematikou podzimní regulace řepky ozimé u odlišných hustot porostů. Naším cílem bylo zefektivnit či upřesnit termín regulace pomocí diagnostických metod (sledování výnosotvorných ukazatelů). Důležitým faktorem těchto pokusů je široký záběr aplikovatelnosti v rámci hustoty porostu řepky. Odlišná hustota proto, protože je u řepky nejčastějším problémem nevyrovnaný či řídký porost. Nejdůležitějším pro rovnoměrně vzcházející porosty jsou samozřejmě povětrnostní vlivy (srážky, teplota), ale i řada dalších faktorů (agrotechnika, výsevek, osivo, atp.).

Využití regulátorů růstu v podzimním období je agrotechnický zásah, který podstatně snižuje riziko vyzimování a zároveň výrazně zvyšuje výnosovou jistotu porostů. Problémem lepšího využití regulátorů růstu, při podzimních aplikacích, je praxí podceňována doba jejich použití, tak, aby byl jejich účinek hlavně na růst kořenů maximální. Největší nárůst kořenové hmoty v podzimním období probíhá v době do dosažení zapojení porostu. Jedním z důsledků regulace je vliv na tvorbu sice většího množství listů, které ale mají kratší řapíky a listové čepele. Tím se nesnižuje listová plocha potřebná pro asimilaci, ale oddaluje se zapojení porostu a prodlužuje se doba intenzivního nárůstu kořenové hmoty (Šaroun, 2012). Růstové regulátory azolového typu indukují mnoho morfologických i biochemických

změn. Mezi ně patří např. zpomalování růstu nadzemní hmoty, stimulace růstu kořenové soustavy, inhibice biosyntézy giberelinů, ochrana rostliny před přírodními stresy, atp. Tyto morfologické a biochemické změny dělají z azolových regulátorů ideální kandidáty na ovlivnění vývoje a růstu mladých rostlin řepky (Fletcher et Hofstra, 1988). Morrison a Andrews (1992) zjistili, že regulátory ovlivňují i velikost buněk a zvyšují jejich počet v listu. I díky tomu po aplikaci vzrostla u řepky zimovzdornost. Dodávají však, že tyto aplikace velmi často nemají takový efekt, jakým je přirozené otužování porostů v průběhu podzimu. Vašák a kol. (2001) připomíná krom přitisklé listové růžice, podpory kořenového systému a silnějšího kořenového krčku i vedlejší fungicidní účinky.

Dusík je živinou značně limitující rostlinnou produkci a je aplikován v nejrozsáhlejší množství do půdy ze všech živin (Malhi et al., 2001; Mengel et al., 2006). Hnojení dusíkem na podzim se v evropských podmínkách moc neprovádí, protože výnosová odezva je zpravidla poměrně nízká. V případě podzimního hnojení dusíkem, dávka nebývá příliš vysoká (Walker et Booth, 2001). Hnojení dusíkem se používá hlavně pro podporu rozkladu slámy, na pozdní výsevy či v případě pro mineralizaci nepříznivých podmínek (mokro, chladno). Příliš mnoho dusíku pak vede k nadměrnému růstu obzvláště u časných výsevů.

Materiál a metody

Presné maloparcelní polní pokusy jsme zakládali na Výzkumné stanici Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů v Červeném Újezdě. Stanice se nachází na rozhraní okresů Kladno a Praha-západ, cca 25 km od Prahy. Zeměpisné údaje jsou: 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.

V pokusných letech 2009/10 – 2011/12 byly maloparcelní pokusy založeny na liniové odrůdě Californium. Velikost jedné parcelky činila 15 m², ke sklizni pak 11,875 m².

V pokusu jsme se zabývali zpřesněním regulace růstu během podzimní vegetace řepky ozimé s uplatněním: **přihnojení N (45 kg N/ha v LAV - ledku amonného s vápencem)** a **aplikaci azolového regulátoru** (přípravek Toprex v dávce 0,3 l/ha s morforegulačním a fungicidním účinkem).

Výsledky a diskuse

Řepku jsme vyseli v optimálním agrotechnickém termínu 23. 8. 2009, 25. 8. 2010 resp. 25. 8. 2011.

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

V roce 2010/11 bylo 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 navětvyly. Díky těmto faktům byl rok 2010/11 výrazně slabším téměř ve všech hodnocených ukazatelích řepky vyjma olejnatosti.

Rok 2011/12 byl zpočátku pro vzejití a růst ideální. Tento fakt se potvrzuje jen u dodržení správného agrotechnického termínu setí. U opožděného termínu setí byla řepka na úrovni roku předešlého. Hlavním důvodem je méně srážek a pokles teploty. Největším testem pro porosty řepky byly jarní holomrazy, kde na řadě lokalit ČR klesaly teploty pod kritických -20°C.

Pokus byl realizován v pěti různých výsevcích (nízký výsevek – 12 a 25 semen na m², optimální výsevek - 50 semen na m², vysoký výsevek - 100 a 150 semen na m²) ve 4 opakováních a vždy každá varianta (celkem 80 parcelek):

- 1) kontrola – nehnojena dusíkem a bez regulátoru (KONTROLA).
- 2) ošetřena dávkou regulátoru – (AZOL)
- 3) hnojena dusíkem – (DUSÍK)
- 4) ošetřena dávkou regulátoru a hnojena dusíkem (AZOL + DUSÍK)

Diagnostika porostu byla na podzim zaměřena hlavně na kořenový systém řepky (průměr kořenového krčku, délka kořene). Rostliny k diagnostice se každoročně odebíraly cca 40 dní po aplikaci azolu a dusíkatého hnojiva. Z každého opakování jsme odebírali 10 rostlin.

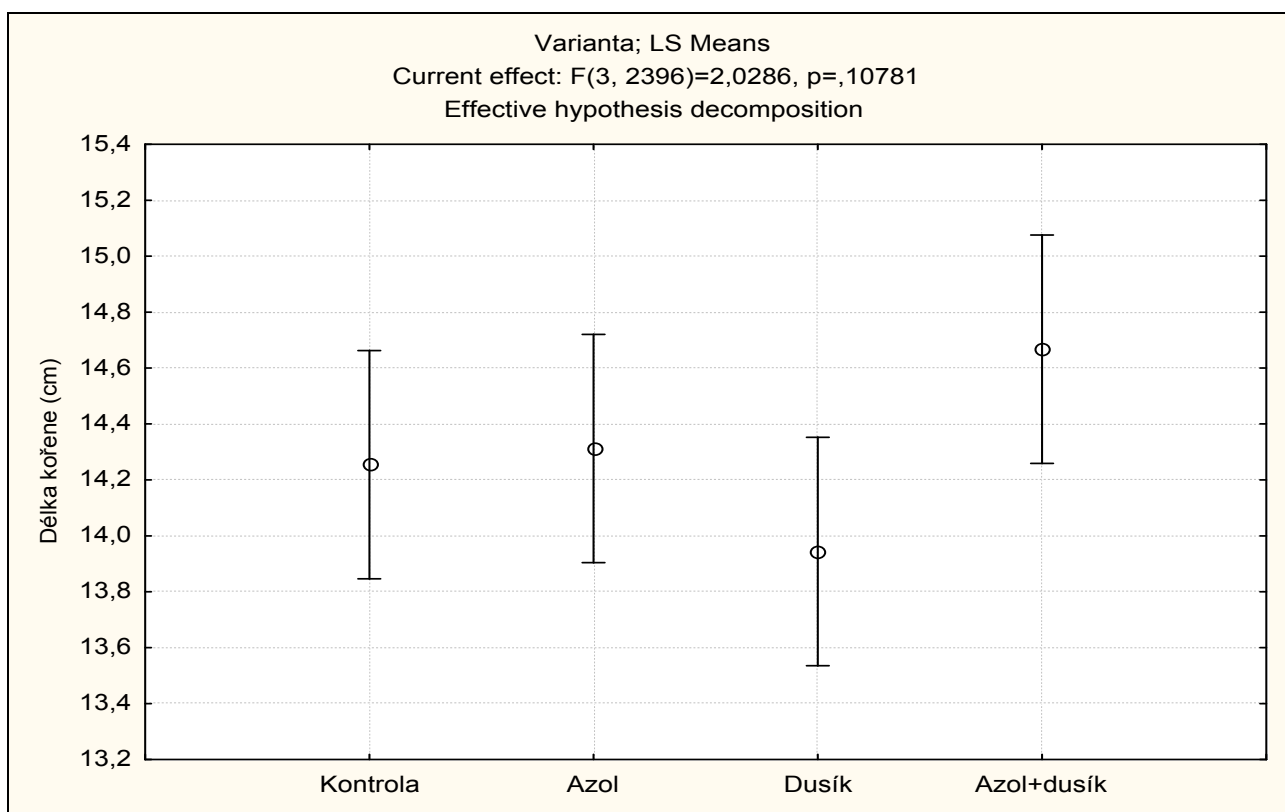
Statistické vyhodnocení bylo provedeno v programu STATISTICA Cz 9.1. Byla použita jednofaktorová a vícefaktorová analýza rozptylu (ANOVA) metodou nejmenších čtverců (MNC), na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu bylo vyhodnoceno TUKEYEHO testem.

Musíme ale dodat, že se s tímto nepříznivým vlivem řepka vyrovnala velice slušně a potvrdila svoji vysokou regenerační schopnost.

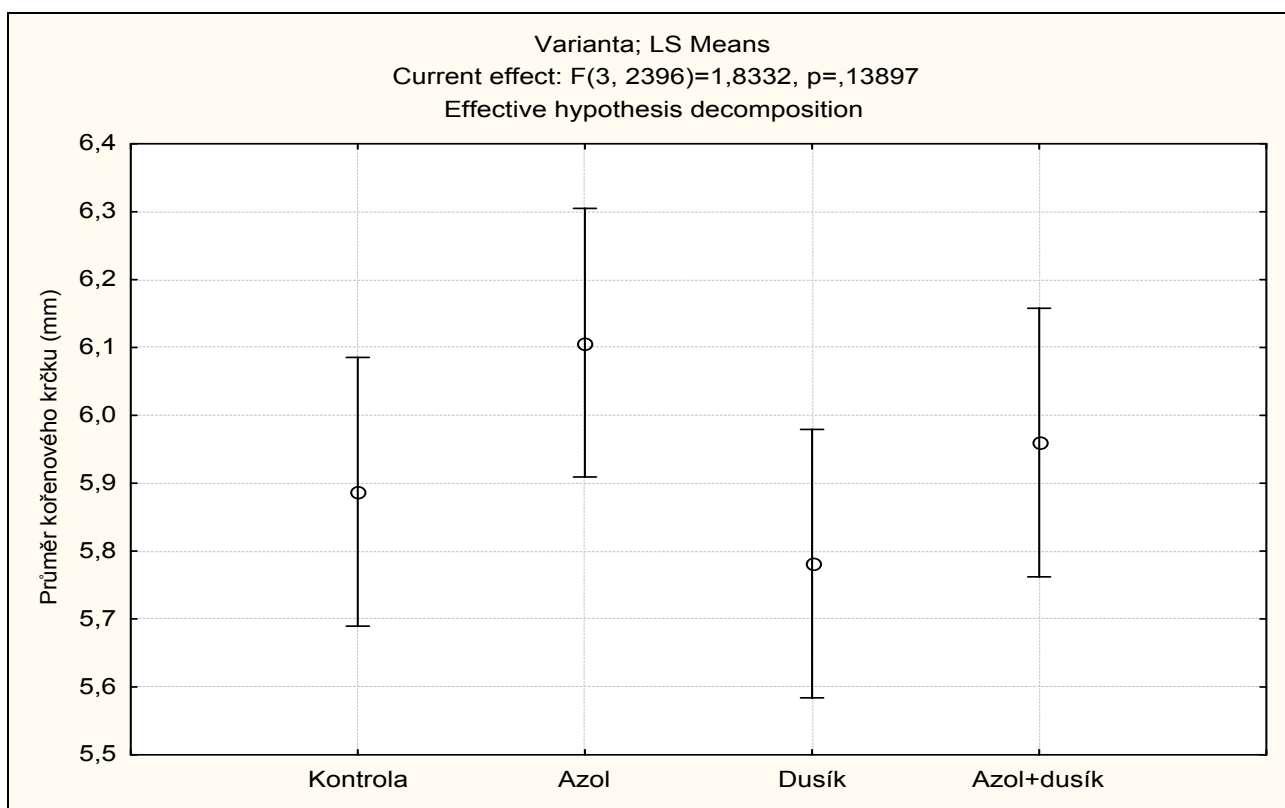
Kořenový systém. Podstatou pro lepší přežívání řepky je posílení kořenového systému (délka kořene, průměr kořenového krčku), k čemuž došlo u variant Azol a Azol+Dusík oproti kontrole (Graf 1, 2). Tyto rozdíly nebyly statisticky průkazné.

Aplikace azolového regulátoru a dusíkatého hnojiva v podzimním období ovlivňuje celkový habitus rostlin ve všech hodnocených hustotách výsevku. Dle Vašáka a kol. (2001) dojde po aplikaci azolových regulátorů k posílení kořenového systému (délka kořene, průměr kořenového krčku). Toto tvrzení se potvrzuje nejen u aplikace samotného azolu, ale též u aplikace azolu v kombinaci s podzimním přihnojením N. Jak je patrné z grafu 1 regulátor růstu v kombinaci s dusíkatým hnojením má nejvyšší vliv na utváření kořenové soustavy (délka kořene) v průměru ze všech hustot výsevků. U průměru kořenového krčku (viz graf 2) je nejmarkantnější nárůst po aplikaci azolového regulátoru. Po podzimním přihnojení N hodnocené ukazatele klesají. Důvodem je zvýšená intenzita růstu nadzemní biomasy vůči biomase kořenů. Průměrně nejdelšího kořene bylo dosaženo po aplikaci azolového regulátoru v kombinaci s N přihnojením a to 14,7 cm což byl nárůst o 0,4 cm. Průměru kořenového krčku 6,1 mm bylo dosaženo po aplikaci azolového regulátoru a byl o 0,2 mm širší oproti kontrole.

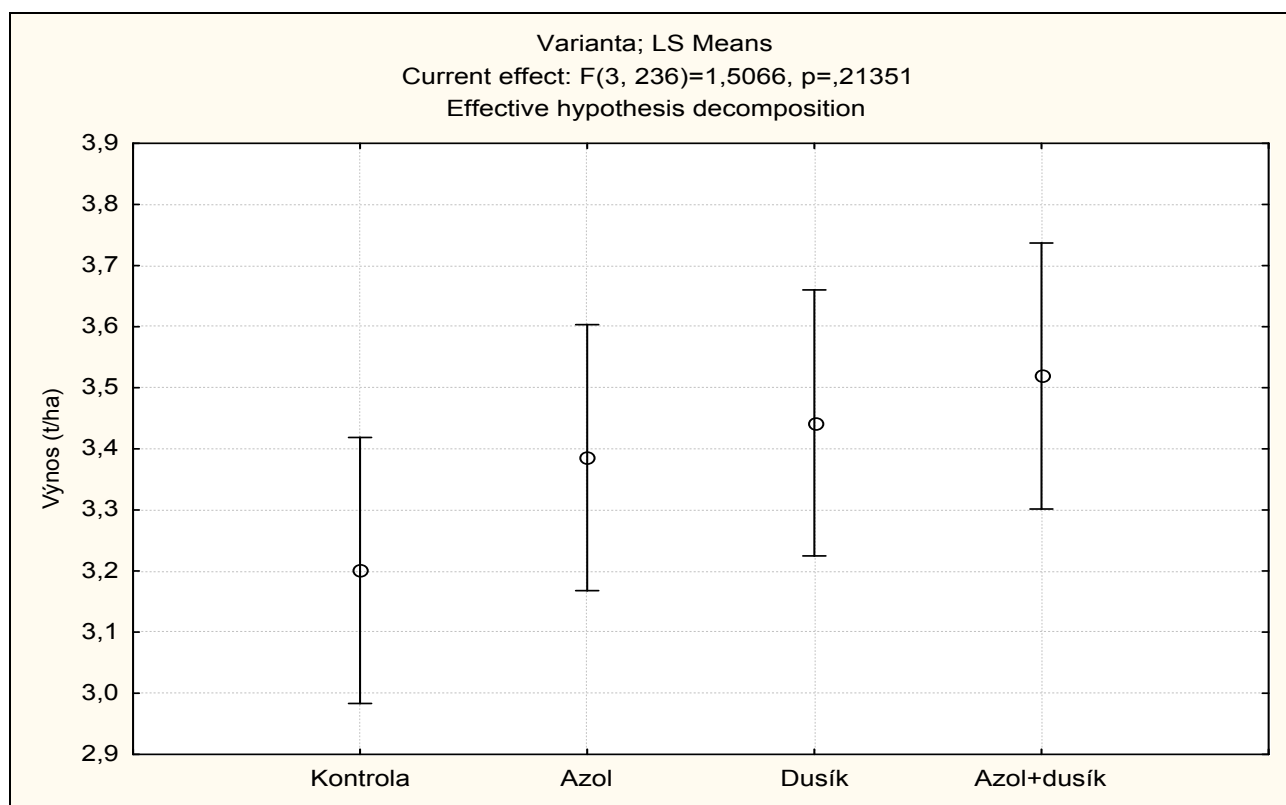
Graf 1: Vliv různé podzimní regulace na délku kořene (cm)
 (Výzkumná stanice Červený Újezd 2009/10 – 2011/12)



Graf 2: Vliv různé podzimní regulace na průměr kořenového krčku (mm)
 (Výzkumná stanice Červený Újezd 2009/10 – 2011/12)



Graf 3: Vliv různé podzimní regulace na dosažený výnos (t/ha)
(Výzkumná stanice Červený Újezd 2009/10 – 2011/12)



Přehled výnosů - Varianty

Pokusy byly sklizeny 28. 7. 2010, 26. 7. 2011 resp. 23. 7. 2012.

V grafu 3 je uveden vliv různých metod regulace na dosažený výnos. Opět zde nejsou statisticky průkazné rozdíly, avšak je patrný nárůst výnosu u všech variant. Za zmínku stojí varianta Dusík, kde došlo k nárůstu výnosu oproti kontrolní variantě (viz graf 1 a 2 – zeslabení kořenové soustavy). Tento fakt můžeme přisoudit pokusným rokům 2010/11 a 2011/12, kdy nebyly příliš příznivé podmínky pro pěstování řepky (nejvýnosnější husté porosty). Přihnojení N na podzim nebylo v konečném hodnocení nejhorší variantou.

Přehled výnosů – Hustoty + ročník (Grafy 4, 5)

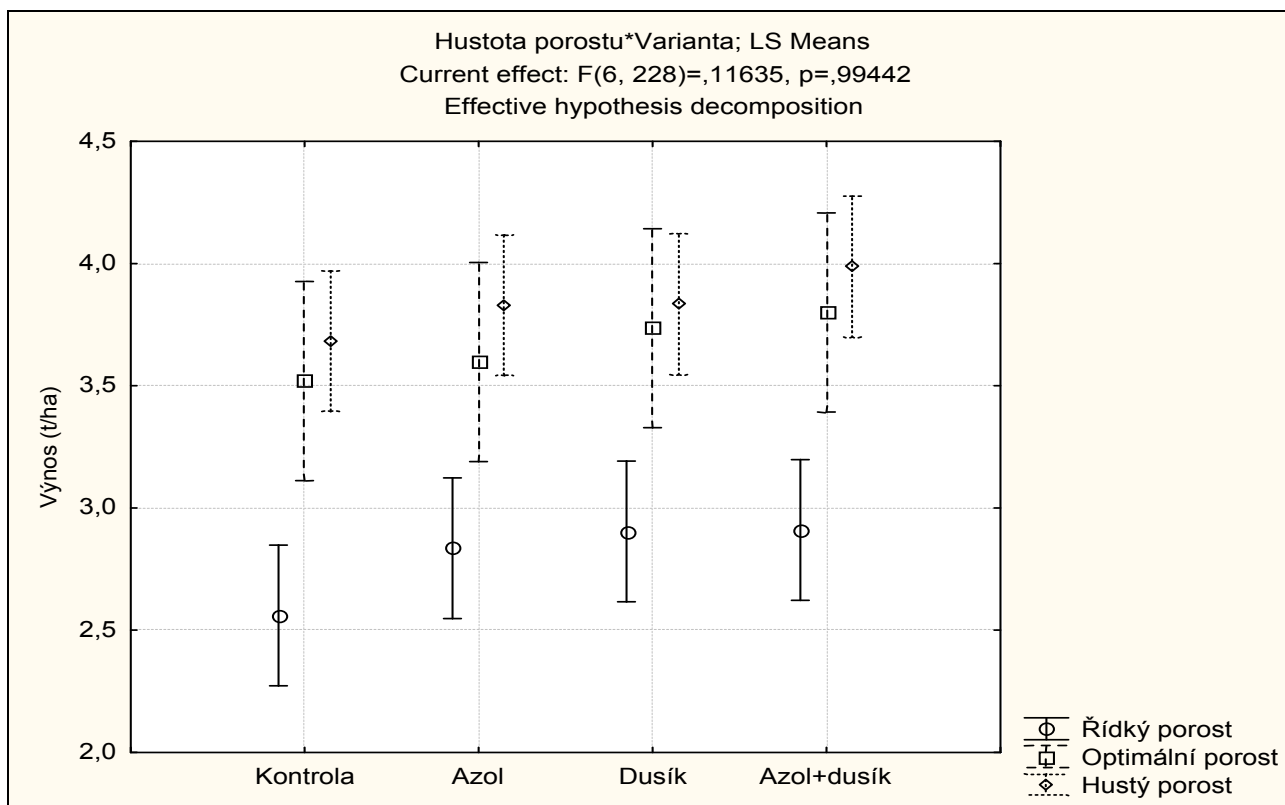
Řídký porost (do 35 r./m²): Řídké porosty můžeme označit jako nejlépe ovlivnitelné jednotlivými vstupy během vegetace. Výnos 2,91 t/ha byl nejvyšším dosaženým výnosem u řídkých porostů. Byl dosažen u varianty AZOL + DUSÍK. Tato varianta byla o 0,35 t/ha výnosnější než kontrola. Mezi jednotlivými variantami řídkých porostů nebyly zaznamenány statistické rozdíly. Při zhodnocení jednotlivých ročníků – dochází ke statistickým rozdílům. Nejlépe vycházel první po-

kusný rok 2009/10, kdy bylo dosaženo průměrného výnosu za všechny varianty 3,96 t/ha.

Optimální porost (35 – 60 r./ m²): Méně ovlivnitelné podzimní regulací jsou „optimální porosty“. Nicméně optimální porosty poskytují vyšší výnosy než porosty řídké či husté. Opět všechny varianty podzimní regulace navýšily dosažený výnos. Nejvyšší výnos byl u varianty AZOL + DUSÍK 3,80 t/ha - o 0,28 t/ha nárůst výnosu ve srovnání s kontrolou. Mezi jednotlivými variantami opět nejsou statisticky průkazné rozdíly. V prvním pokusném roce 2009/10 byl u „optimálních porostů“ dosažen nejvyšší průměrný výnos 4,48 t/ha za všechny varianty.

Hustý porost (nad 60 r./ m²): Oproti optimálním porostům jednotlivé varianty poskytly vyšší výnos v letech 2010/11 a 2011/12. Jen v prvním pokusném roce 2009/10 bylo dosaženo u „optimálních porostů“ vyššího výnosu. Tento fakt jednoznačně ovlivnil nepříznivý ročník. V průměru za pokusné roky u těchto porostů nebylo dosaženo nejvyššího výnosu. Nejvyššího výnosu bylo dosaženo u varianty AZOL + DUSÍK – 3,99. V roce 2009/10 bylo dosaženo nejvyššího průměrného výnosu 4,28 t/ha ze všech variant.

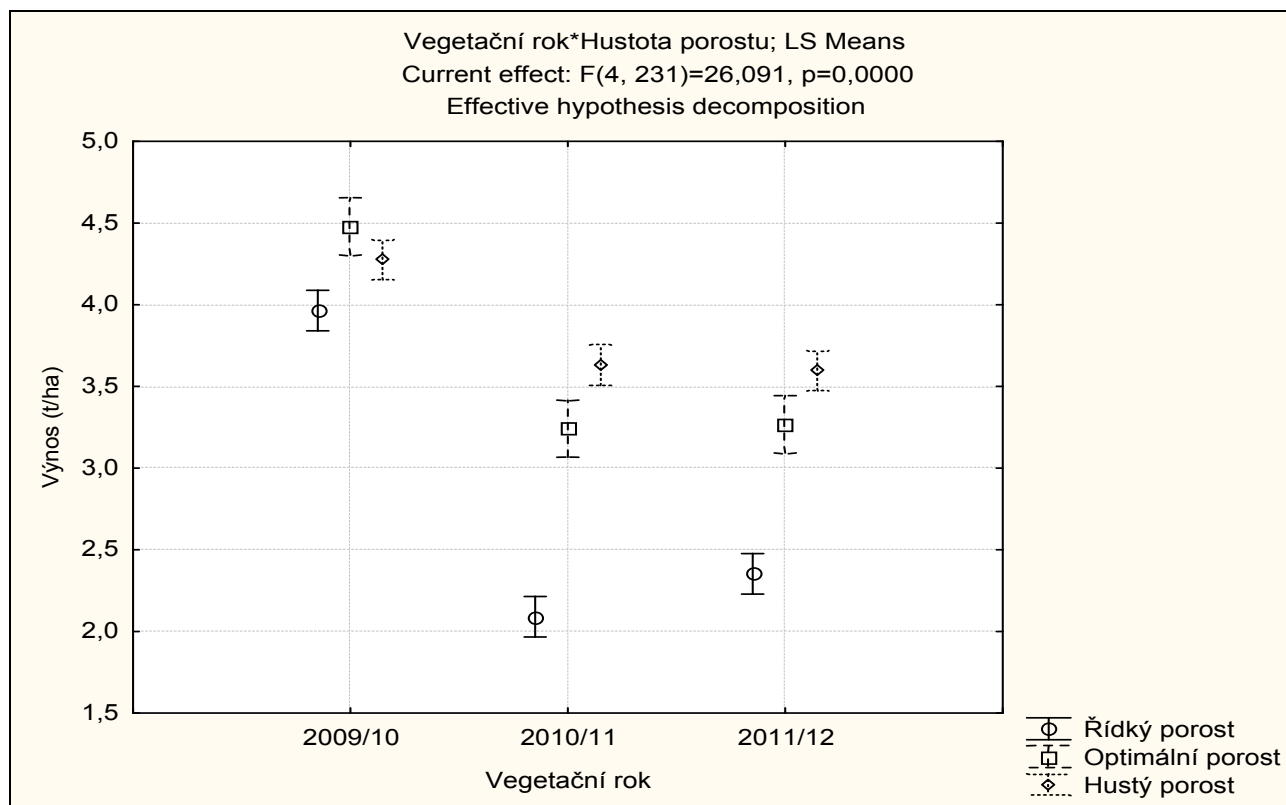
Graf 4: Vliv různé podzimní regulace u odlišných hustot porostů na výnos (t/ha) (Výzkumná stanice Červený Újezd 2009/10 – 2011/12)



Tabulka 1: Podrobnější vyhodnocení ANOVA (graf 4); Průměrné výnosy (t/ha) (Výzkumná stanice Červený Újezd 2009/10 – 2011/12)

Tukey HSD test; variable Výnos (t/ha); alpha = ,05000							
	Hustota porostu	Varianta	Výnos (t/ha) Průměr	1	2	3	4
1	Řídký	Kontrola	2,56			****	
2	Řídký	Azol	2,84		****	****	
3	Řídký	Dusík	2,90		****	****	
4	Řídký	Azol+dusík	2,91		****	****	****
5	Optimální	Kontrola	3,52	****	****		****
6	Optimální	Azol	3,60	****	****		****
9	Hustý	Kontrola	3,68	****			
7	Optimální	Dusík	3,74	****			****
8	Optimální	Azol+dusík	3,80	****			
10	Hustý	Azol	3,83	****			
11	Hustý	Dusík	3,83	****			
12	Hustý	Azol+dusík	3,99	****			

Graf 5: Dosažené výnosy (t/ha) u odlišných hustot porostů dle ročníku (Výzkumná stanice Červený Újezd 2009/10 – 2011/12)



Tabulka 2: Podrobnější vyhodnocení ANOVA (graf 5); Průměrné výnosy (t/ha)
 (Výzkumná stanice Červený Újezd 2009/10 – 2011/12)

Tukey HSD test; variable Výnos (t/ha); alpha = ,05000									
	Vegetační rok	Hustota porostu	Výnos (t/ha) Mean	1	2	3	4	5	6
4	2010/11	Řídký	2,090474	****					
7	2011/12	Řídký	2,351955	****					
5	2010/11	Optimální	3,241533		****				
8	2011/12	Optimální	3,268330		****	****			
9	2011/12	Hustý	3,595995			****	****		
6	2010/11	Hustý	3,629905				****		
1	2009/10	Řídký	3,964667						****
3	2009/10	Hustý	4,275579					****	
2	2009/10	Optimální	4,479620					****	

Závěr

Regulace pomocí azolů či hnojení dusíkem v podzimním období má vliv na morfologické změny rostlin řepky ozimé. Avšak o jejich účelné aplikaci rozhoduje několik faktorů, které není dobré opomenout. Základním faktorem jsou již dobře známá agrotechnická opatření. Úkolem těchto opatření je připravit řepku na co nejideálnější přezimování. To znamená jít do zimy s optimálním počtem rostlin v rozmezí 35-60 rostlin na m² a co nejefektivněji posílit jejich kořenový systém. Dalším důležitým faktorem je počasí, které sehrává každoročně od přípravy půdy až po sklizeň významný vliv na celkovém výnosu této i dalších zemědělských plodin. Jak se zachovat u

různě hustých porostů řepky na podzim je přibliženo v následujících bodech.

- **U řídkých porostů** (do 35 rostlin/m²) je důležitá podzimní regulaci nevynechat. Jak regulace azolem, dusíkem či jejich kombinací výsoce navýší výnos v každém roce.
- **U hustých porostů** (nad 60 rostlin/m²) se vyplatí zcela upustit od podzimní regulace. Aplikace azolu sice zvýší výnos, ale zisk z vyššího výnosu nepokryje vynaložené náklady.
- **U optimálního porostu** (35-60 rostlin/m²) je vhodné aplikovat azol. U slabších porostů na podzim s dostatečným zastoupením rostlin na m² je vhodné také přihnojit dusíkem.

Použitá literatura

- Fletcher, R., Hofstra, G. 1988. Triazoles as potential plant protectants. In: Berg, D., Plempel, M. (eds.). Sterol Synthesi Inhibitors in Plant Protection. Ellis Horwood Ltd. Cambridge. 321-331.
- Malhi, S. S., Grant, C., Johnston, A., Gill, K. 2001. Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian Great Plains: a review. Soil & Tillage Research. 60. 101-122.
- Mengel, K., Hutsch, B., Kane, Y. 2006. Nitrogen fertilizer application rates on cereal crop according to available mineral and organic soil nitrogen. European Journal of Agronomy. 24. 343-348.
- Morrison, M. J., Andrews, C. J. 1992. Variable increases in cold hardiness in winter rape by plant growth regulators. Journal of Plant Growth Regulation. 11. 113-117.
- Šaroun, J. 2012. Udržitelné pěstování řepky ozimé v současných podmínkách. In: Kazda, J. (ed.). Jak maximalizovat ziskovost v pěstování řepky ozimé. Dow Agrosiences. 60 s.
- Vašák, J., Bečka, D., Nerad, D. 2001. Regulace růstu ozimé řepky na podzim. Agro-ochrana, výživa, odrůdy. 6(8), 34-35.
- Walker, K.C., Booth, E.J. 2001. Agricultural aspects of rape and other Brassica products, European Journal Lipid Science Technology. 103(7), 441-446.

Kontaktní adresa

Ing. Jiří Šimka, Katedra rostlinné výroby, ČZU v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbát, tel. 224 382 672, e-mail: simka@af.czu.cz.

Řešeno za podpory grantu NAZV QH 81147 „Střet plodin v globální soutěži a řešení rizik pro ozimou řepku“.