

VLIV REZIDUÁLNÍHO PŮSOBENÍ HERBICIDŮ NA NÁSLEDNĚ VYSETÝ JARNÍ JEČMEN A ŘEPKU OZIMOU

*Influence of Residual Effect of Herbicides on Consequently Sown Spring Barley
and Winter Rapeseed*

David BEČKA, Ondřej DVOŘÁK, Pavel CIHLÁŘ, Jan VAŠÁK

Česká zemědělská univerzita v Praze

Summary: We have established two experiments with residual effect of herbicides on consequently sown crops (spring malting barley and winter rapeseed) at the experimental station of the Czech University of Life Sciences during 2004/2005 - 2006/2007. We have monitored emergence and yield in dependence on herbicide, soil preparation, nitrogen fertilization (in spring barley) and cultivar (in winter rapeseed). Residues of some herbicides used in winter rapeseed significantly decrease emergence and yield of consequently sown spring barley. Accordingly herbicide residues in spring barley negatively influenced winter rapeseed yield. Soil preparation only slightly influenced barley yield, more in rapeseed (by 8%). Nitrogen fertilization increased barley yield, and hybrid cultivar of rapeseed reached higher yield than line.

Key words: winter rapeseed, spring malting barley, residues, herbicides, soil preparation, variety, nitrogen fertilization, yield, emergence

Souhrn: Na Výzkumné stanici České zemědělské univerzity v Červeném Újezdě jsme v letech 2004/2005 až 2006/2007 založili dva pokusy s reziduálním působením herbicidů na následně vyseté plodiny (jarní sladovnický ječmen a řepka ozimá). Sledovali jsme vzcházení a výnos v závislosti na použitém herbicidu, přípravě půdy, hnojení N (u jarního ječmene) a odrůdě (u řepky ozimé). Rezidua některých herbicidů používaných do řepky významně snižují vzcházení a výnos následně vysetého sladovnického ječmene. Obdobně rezidua některých herbicidů do jarního ječmene ovlivnily negativně výnos řepky ozimé. Různá příprava půdy ovlivnila výnos ječmene minimálně u řepky více (o 8 %). Hnojení N zvýšilo výnos ječmene stejně tak hybridní odrůda řepky dosáhla vyššího výnosu než linie.

Klíčová slova: řepka ozimá, jarní sladovnický ječmen, rezidua, herbicidy, příprava půdy, odrůda, dusíkaté hnojení, výnos, vzcházení

Úvod

V posledních letech dochází k zužování osevních postupů na obilniny a řepku. Tyto plodiny jsou pak velmi často pěstovány po sobě. V případě zaorávky ozimé řepky po zimě a následném výsevu jarního ječmene nebo při nerozložení sulfonylmočoviny do jarního ječmene v půdě a následném výsevu ozimé řepky mohou nastat problémy se založením porostu a s dosaženým výnosem.

Vysoké zaorávky ozimé řepky jsou nejčastěji způsobeny špatným přezimováním (rok 2002/03), problémovým vzcházením porostů na podzim v důsledku sucha (rok 2003/04) nebo masivním výskytem některých podzimních škůdců (slimáček, osenice, dřepčící aj.) (ŠEDIVÝ, 2000). Jako náhrada za zaorávku jsou často vysévány jarní obilniny, zvláště sladovnický ječmen. Snadno může nastat problém s rezidui herbicidů použitých do řepky, zejména při mělké přípravě půdy. Ječmen nerovnoměrně vzchází a snižují se jeho produkční schopnosti (VAŠÁK a kol., 2001). ŠTRANC a kol. (2004) uvádějí i možnosti minimalizačního zakládání porostů jarních obilnin, zejména jarního ječmene s přihlédnutím k použitému

herbicidu u předplodiny, množství zimních srážek, půdnímu typu a druhu.

Herbicidy používané v ozimech představují kumulaci řady rizikových faktorů z hlediska náhradních osevů. Podle KLEMA - ŠKUBALOVÉ (2003) to jsou tyto faktory:

- chladné počasí na podzim a mráz v průběhu zimy prakticky zastavují biologickou degradaci herbicidů,
- nižší intenzita slunečního záření omezuje fotodegradaci a výpar účinných látek,
- některé herbicidy s pomalou detoxikací v rostlině mohou být uvolňovány z rostlinných zbytků vymrzlé plodiny,
- často používané mělké zpracování půdy zachovává vysokou koncentraci herbicidu v povrchové vrstvě půdy.

Podle OSMONDA in KOSTREJ a kol. (1992) je stres každý faktor, který snižuje růst a reprodukci pod požadovanou úroveň. Tímto stresovým faktorem jsou i potencionální rezidua herbicidů. Odezva rostlin na tento stres se projevuje snížením výnosu a kvality produkce.

Materiál a metody

Na Výzkumné stanici České zemědělské univerzity v Červeném Újezdě (okr. Praha-západ)* jsme v letech 2004/2005 až 2006/2007 založili dva pokusy s reziduálním působením herbicidů na následně vyseté plodiny (jarní sladovnický ječmen a řepka ozimá).

V prvním pokusu jsme sledovali jak rezidua vybraných herbicidů do řepky, v případě jejího zaorání, působí na následně vysetý sladovnický ječmen. Pokus jsme vyseli koncem srpna na dvou přípravách půdy –

orba (18-20 cm) a podmítka (do 15 cm). Na každé přípravě půdy jsme aplikovali čtyři herbicidní kombinace, které jsou uvedeny v tabulce č. 1. Jako srovnávací varianta byla založena kontrola bez herbicidů. K dalším agrotechnickým zásahům na podzim patřila: aplikace graminicidu (dvakrát), ochrana proti hrabošům a v roce 2005/06 i regulace růstu. Porost řepky ozimé byl na jaře zrušen, tím jsme simulovali vymrznutí řepky. Ke zrušení pokusu jsme použili diskové

brány s pracovní hloubkou 8-12 cm. Secí kombinací jsme do takto připravené půdy vyseli do řádků 9,5 cm 350 semen ječmene na m². Jako odrůdu sladovnického ječmene jsme zvolili Jersey. Ječmen byl standardně ošetřován: hnojení N – 60 kg/ha, herbicid proti dvouděložným plevelům – Mustang (0,5 l/ha), herbicid proti jednoděložným plevelům - Puma Extra (0,8 l/ha), fun-

gicid (Artea 330 EC- 0,5 l/ha), Terpal C (1,5 l/ha). U každé varianty bylo použito před setím odlišné hnojení dusíkem: 0 a 27 kgN/ha v LAV.

**nadmořská výška 398 m n. m., průměrná roční teplota 7,7 °C, roční úhrn srážek 549 mm, za vegetaci 13,9 °C a 361 mm*

Tabulka 1: Pokus 1 - přehled herbicidních variant do řepky ozimé, Červený Újezd 2004/2005 až 2006/2007.

Číslo	Příprava půdy pro řepku	Použitý herbicid	Dávka (l.ha ⁻¹)	Termín aplikace
1	orba	kontrola	-	-
	podmítka	bez herbicidu		
2	orba	<i>trifluralin</i> 480 g/l a <i>napropamide</i> 450 g/l (tank mix)	2,0+2,5	-před setím se zapravením do 4-6 cm
	podmítka			
3	orba	<i>trifluralin</i> 480 g/l	2,5	-před setím se zapravením do 4-6 cm
	podmítka			
4	orba	<i>alachlor</i> 480 g/l a <i>clomazone</i> 480 g/l (tank mix)	4,5+0,1	-ihned po zasetí na povrch půdy
	podmítka			
5	orba	<i>metazachlor</i> 333 g/l + <i>quinmerac</i> 83 g/l	2,0	-ihned po zasetí na povrch půdy
	podmítka			

Časový harmonogram pokusu 1:

- konec srpna - příprava půdy pro řepku (orba a podmítka)
- konec srpna - výsev ozimé řepky (80 semen na m²)
- konec srpna - aplikace herbicidů do řepky (tab. 1)
- březen - po zimě zrušení pokusů s řepkou (diskové brány)
- duben - výsev jarního ječmene (350 semen na m²)
- konec července až zač. srpna - sklizeň jarního ječmene

U druhého pokusu jsme sledovali jak rezidua vybraných herbicidů do jarního ječmene (zvláště sulfonylmočoviny) působí na následně vysetou řepku ozimou. Pokus byl poprvé založen ve vegetačním roce 2005/06, ale vzhledem k neprůkazným rozdílům jsme některé herbicidy obměnily a celkově u všech zvýšili

dávku o 1/3 (viz tabulka 2). Pokus jsme pak opakovali v roce 2006/07. Na jaře roku 2006 (9.4.2006) jsme vyseli jarní ječmen a dne 22. 5. 2006 jsme aplikovali 4 herbicidy či herbicidní kombinace (tabulka 2). V důsledku deštivého průběhu léta jsme ječmen sklídili až 14.8.2006. Pozemek byl rozdělen na dvě poloviny. Jedna polovina byla zorána (20 cm) a druhá zpodmínuta (do 15 cm) dne 26.8.2006. Ke konci agrotechnického termínu (31.8.2006) jsme vyseli na každou přípravu půdy dvě odrůdy - linie (Californium) a hybrid (Spirit). Z dalších opatření se jednalo především o: herbicid Butisan Star (1.9.2006), graminicid Targa Super (12.9.2006), hnojení N (21.2.2007 – 35 kgN/ha, 6.3.2007 – 40 kgN/ha, 22.3.2007 – 50 kgN/ha a 4.4.2007 – 30 kgN/ha), insekticid Nurele D (15.3.2007). Pokusy jsme sklídili 15.7.2007.

Tabulka 2: Pokus 2 - přehled herbicidních variant do jarního ječmene, Červený Újezd 2006/07.

Číslo	Příprava půdy pro řepku	Použitý herbicid	Registrovaná dávka (g nebo l.ha ⁻¹)	V pokusech navýšená dávka o 1/3 (g nebo l.ha ⁻¹)
1	orba	75% <i>tribenuron-methyl</i> + smáčedlo (tank mix)	15-25 g + 0,1 %	33 g + 0,1 %
	podmítka			
2	orba	kontrola bez herbicidu	-	-
	podmítka			
3	orba	6,25 g <i>florasulam</i> + 300 g 2,4 D	0,5 l	0,7
	podmítka			
4	orba	200 g <i>triasulfuron</i> + 500 g <i>MCPA</i> (tank mix)	37 g + 1,5 l	50 g + 2 l
	podmítka			
5	orba	1,25 % <i>iodosulfuron</i> + 5 % <i>amidosulfuron</i> + 12,5 % <i>mefenpyr-diethyl</i>	200-250 g	333 g
	podmítka			

Časový harmonogram pokusu 2:

- duben - výsev jarního ječmene (350 semen na m²)
- květen - aplikace herbicidů do ječmene (tab. 2)
- polovina srpna - sklizeň ječmene
- konec srpna - příprava půdy pro řepku (orba a podmítka)
- konec srpna - výsev ozimé řepky (80 semen na m²)
- polovina července - sklizeň ozimé řepky

Výsledky

POKUS 1

Reziduální působení herbicidů použitých do ozimé řepky podstatným způsobem ovlivnilo polní vzcházivost následně vysetého sladovnického ječmene (tab. 3). Nejhorší vzcházivost byla zjištěna na variantě 2 (*trifluralin* + *napropamide*) – 60,4 %, naopak nejlepší na variantách 1 (neošetřená kontrola) – 72,9 % a 4 (*alachlor* + *clomazone*) – 66,7 %. Po herbicidech *trifluralin* + *napropamide* se polní vzcházivost snížila až o 17 % v porovnání s neošetřenou kontrolou. V

tříletém průměru vychází, kromě varianty 3, že orba výrazným způsobem přispívá ke snížení negativního účinku reziduí herbicidů, resp. zvyšuje vzcházivost. Nejvíce se rezidua herbicidů odbouraly orbou u varianty 5 (*metazachlor* + *quinmerac*), tj. rozdíl ve vzcházivosti 6,9 %. Naopak jedinou variantou, kde oproti orbě lépe (o 7,7 %) vzcházel ječmen na podmítce byla varianta 3 (*trifluralin*).

Tabulka 3: Polní vzcházivost sladovnického ječmene (v %) po zaorané řepce ozimé v závislosti na přípravě půdy a herbicidní variantě, Červený Újezd, 2004/05 až 2006/07.

Datum	Příprava půdy pro řepku	Polní vzcházivost (%) dle herbicidních variant				
		1 kontrola	2 <i>trifluralin</i> + <i>napropamide</i>	3 <i>trifluralin</i>	4 <i>alachlor</i> + <i>clomazone</i>	5 <i>metazachlor</i> + <i>quinmerac</i>
3.5.2005	orba	77,1	53,4	58,2	87,2	77,9
	podmítka	93,4	69,7	75,2	87,5	78,4
5.5.2006	orba	78,3	73,9	78,0	81,8	75,3
	podmítka	57,3	65,6	83,5	69,5	53,2
19.4.2007	orba	67,3	60,0	40,8	32,5	43,0
	podmítka	64,3	39,5	41,3	41,5	43,8
průměr	orba	74,2	62,4	59,0	67,2	65,4
	podmítka	71,7	58,3	66,7	66,2	58,5
	průměr	72,9	60,4	62,8	66,7	61,9

Velké rozdíly ve výnosu sladovnického ječmene jsou patrné mezi jednotlivými roky. Největší propad nastal v roce 2006/07 v důsledku dlouhotrvajícího jarního sucha. Ječmen v tomto roce špatně vzcházel a vytvořil méně generativních orgánů. Ve srovnání s předchozími roky došlo k výraznému poklesu výnosu zrna o 4,103 t/ha (k roku 2004/05) resp. o 3,264 t/ha (k roku 2005/06). Příprava půdy neměla výrazný vliv na výnos semen. Rozdíl je statisticky neprůkazný a činí 0,055 t/ha ve prospěch podmítka. Naopak u dusíkatého hnojení je patrný jeho pozitivní vliv na výnos (statisticky průkazně). Dávka 27 kgN/ha před setím zvýšila výnos o 0,389 t/ha (tabulka 4).

Výsledky u polní vzcházivosti a pozorování během vegetace odpovídají rozdílům mezi varian-

tami, které byly dosaženy ve výnosu zrna ječmen. Nejvyšší výnos byl dosažen u kontroly (orba – 5,734 t/ha, podmítka – 5,743 t/ha). Druhou nejvýnosnější se na orbě stala varianta 5 (*metazachlor* + *quinmerac*) – 5,693 t/ha a na podmítce varianta 4 (*alachlor* + *clomazone*) – 5,588 t/ha. U varianty 2 (*trifluralin* + *napropamide*) byla nejvyšší výnosová redukce ve srovnání s kontrolou o 2,479 t/ha (tj. o 43 %) na orbě. U podmítka nebyl tak výrazný výnosový propad, představoval 1,916 t/ha (tj. o 33 %). U ostatních variant nebyly statisticky průkazné rozdíly (graf 1). Výsledky korigují se závěry KUDRNY-VAŠÁKA (2005), kteří uvádějí, že po některých herbicidech *metazachlor*+*quinmerac* nedochází k výnosovému propadu následně vysetého jarního ječmene. Naopak nejvíce zhoršuje

vzcházení jarního ječmene, tvorbu výnosotvorných prvků a v neposlední řadě i snížení výnosu herbicidní kombinace *trifluralin* a *napropamide* (zvláště na minimalizacích).

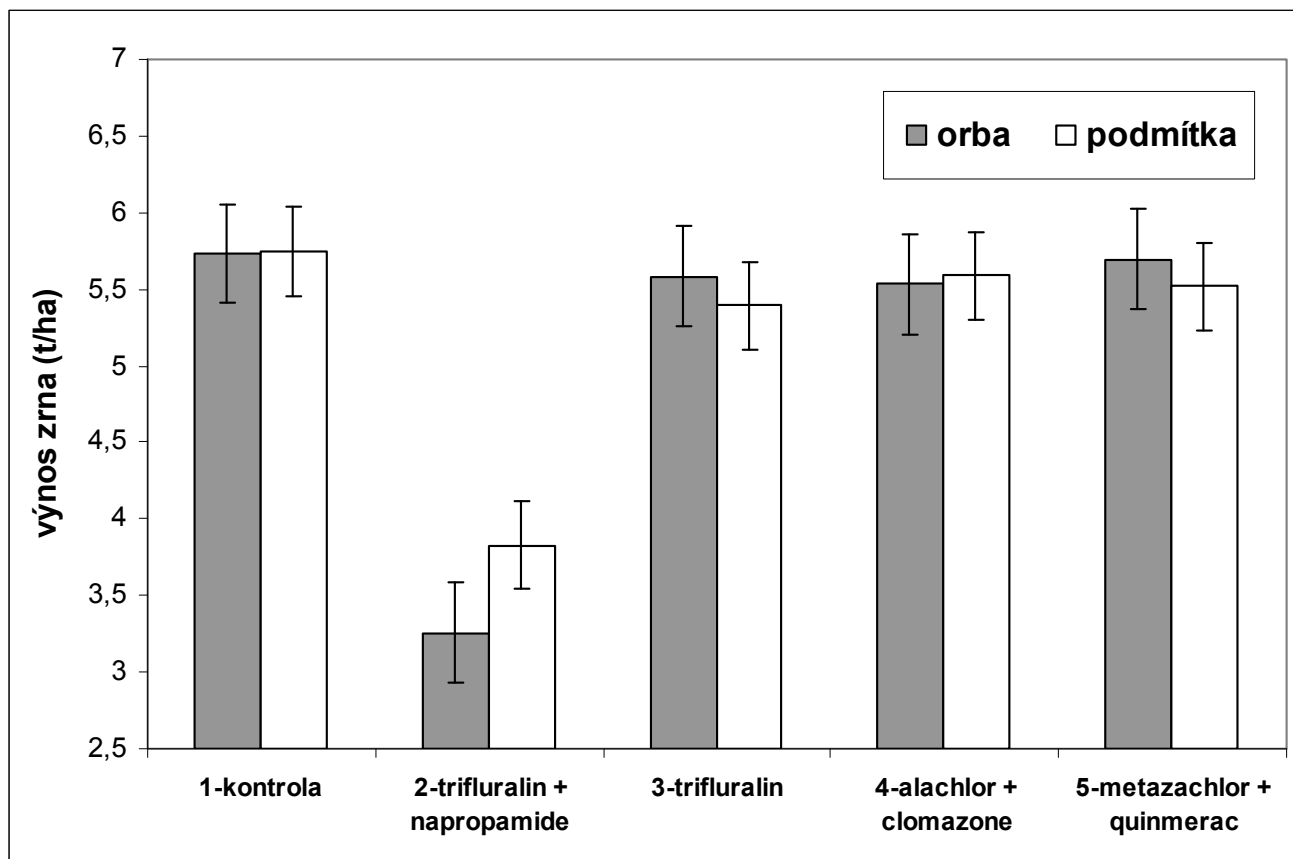
Z grafu 2 je patrné, že hnojení dusíkem u všech variant zvýšilo výnos zrna. Nejvíce vlivem dusíku vzrostl výnos u variant 5 (*metazachlor* + *quinmerac*) o 0,649 t/ha a 2 (*trifluralin* + *napropamide*) o 0,528 t/ha.

Tabulka 4: Statistické vyhodnocení výnosu sladovnického ječmene (t/ha) po zaorané řepce ozimé v závislosti na použitém herbicidu, přípravě půdy a hnojení N, Červený Újezd, 2004/05 až 2006/07, Tukey, 95 %.

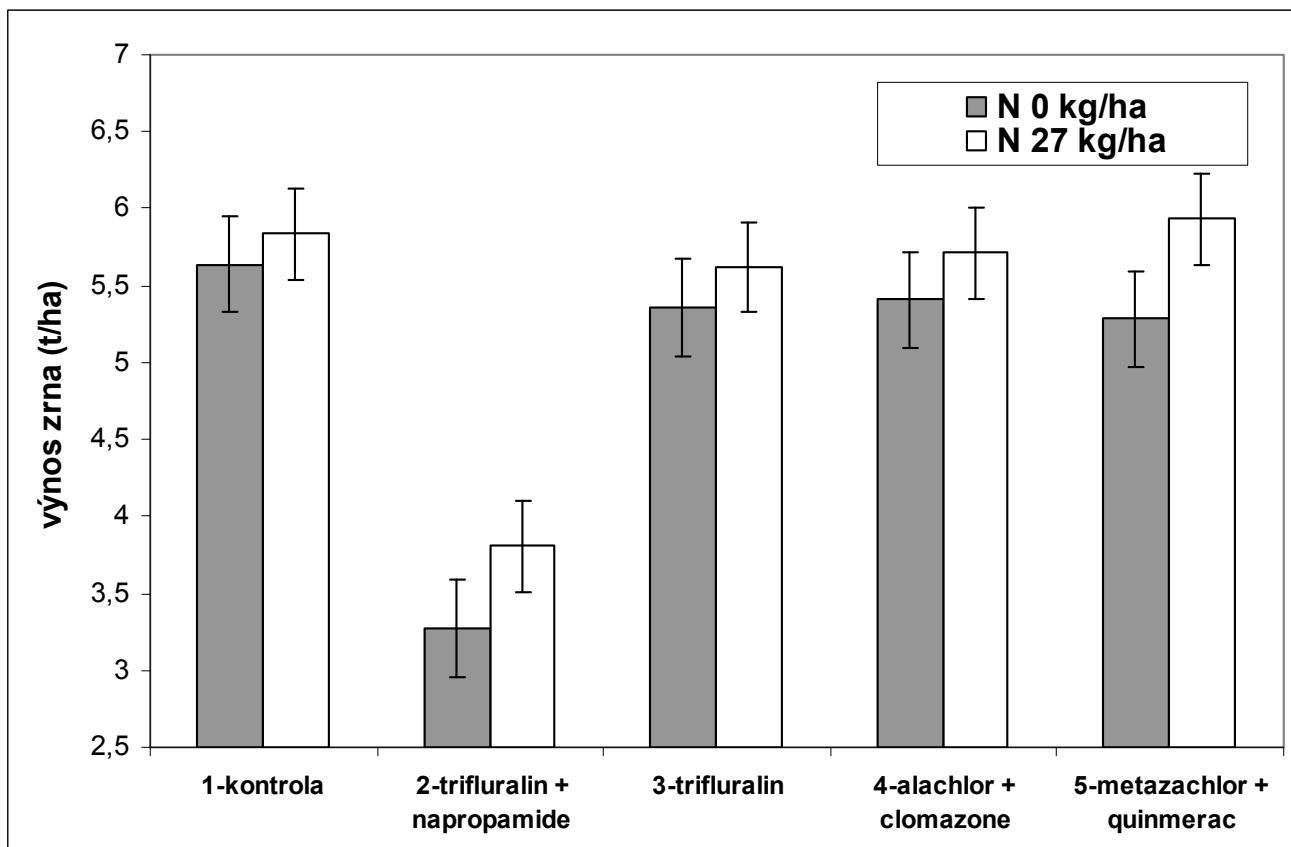
Varianta	t/ha	sig. diff.	Rok	t/ha	sig. diff.	Příprava půdy	t/ha	sig. diff.	hnojení N	t/ha	sig. diff.
1-kontrola	5,739	a	2004/05	6,834	a	orba	5,159	a	N 0 kg/ha	4,992	a
2-trifluralin + napropamide	3,541	b	2005/06	5,995	b	podmítka	5,214	a	N 27 kg/ha	5,381	b
3-trifluralin	5,488	a	2006/07	2,731	c						
4-alachlor + clomazone	5,560	a									
5-metazachlor + quinmerac	5,606	a									
F-Ratio = 68,16			F-Ratio = 624,8			F-Ratio = 0,30			F-Ratio = 15,08		
P-Value = 0,0000			P-Value = 0,0001			P-Value = 0,5856			P-Value = 0,0001		

sig. diff. (significantly different) – různá písmena znamenají, že průměry se statisticky průkazně liší od všech ostatních.

Graf 1: Výnos zrna (t/ha) sladovnického ječmene podle přípravy půdy a herbicidních variant, Červený Újezd, průměry za roky 2004/2005 až 2006/2007, Tukey, 95 %.



Graf 2: Výnos zrna (t/ha) sladovnického ječmene podle hnojení dusíkem a herbicidních variant, Červený Újezd, průměry za roky 2004/2005 - 2006/2007, Tukey, 95 %.



POKUS 2

Ve vzházení řepky nebyly patrné rozdíly mezi herbicidními variantami ani mezi přípravou půdy. V důsledku dlouhého a suchého podzimu šla řepka do zimy v optimálním stavu. Řepková zima nenastala a velmi brzo na jaře jsme zahájili hnojení dusíkem. Výskyt škůdců byl malý a sklizeň proběhla na zdejší poměry asi o 10 dnů dříve (15.7.2007).

Výnosové výsledky jsou uvedeny v tabulce 5. Z výsledků jasně vyplývá, oproti předchozímu roku, že o 1/3 zvýšené dávky herbicidů zanechaly v půdě rezidua. Tato rezidua sice neovlivnila vzházení, růst a vývoj řepky, ale ve výnosu jsou již patrné rozdíly. Nejhorší je varianta 5

s výnosem 3,077 t/ha, která zaostala o 12 % za neošetřenou kontrolou. Obdobně nižší výnos než měla kontrola byl u varianty 3 (3,301 t/ha), ztráta na kontrolu činila 5 %. U ostatních variant nebyl pozorován negativní vliv reziduí herbicidů na výnos řepky ozimé. U varianty 1 a 4 jsou výnosy dokonce nad úroveň kontroly (o 0,163 t/ha resp. o 0,096 t/ha). Orba zcela prokazatelně přispívá k odbourávání reziduí herbicidů. Řepka na orbě zvýšila oproti podmítce výnos o 0,275 t/ha (tj. o 8 %). Podle očekávání hybridní odrůda Spirit ve výnosu překonala linii Californium o 0,310 t/ha (tj. o 9 %).

Tabulka 5: Statistické vyhodnocení výnosu řepky ozimé (t/ha) po jarním ječmenu v závislosti na použitém herbicidu, přípravě půdy a odrůdě, Červený Újezd, 2006/07, Tukey, 95 %.

Varianta	t/ha	sig. diff.	Příprava půdy	t/ha	sig. diff.	odrůda	t/ha	sig. diff.
1-tribenuron-methyl	3,654	a	orba	3,513	a	Spirit (hybrid)	3,577	a
2-kontrola	3,491	ab	podmítka	3,238	b	Californium (linie)	3,267	b
3-florasulam + 2,4 D	3,301	cb						
4-triasulfuron + MCPA	3,587	a						
5-iodosulfuron + asmidosulfuron + mefenpyr-diethyl	3,077	c						
F-Ratio = 16,43			F-Ratio = 13,21			F-Ratio = 35,96		
P-Value = 0,0000			P-Value = 0,0005			P-Value = 0,0000		

sig. diff. (significantly different) – různá písmena znamenají, že průměry se statisticky průkazně liší od všech ostatních.

Závěr

Z výsledků pokusu 1 je patrné, že rezidua některých herbicidů používaných do řepky ozimé významně snižují vzházení a výnos následně vysetého sladovnického ječmene. Herbicidní varianta (*trifluralin* + *napropamide*) svými rezidui významným způsobem snížila polní vzházivost (až o 17 %) a výnos sladovnického ječmene (až o 43 %) ve srovnání s neošetřenou kontrolou. Příprava půdy nemá podstatný vliv na výnos semen, o 0,055 t/ha vychází lépe podmítka. Naopak dávka 27 kgN/ha před setím zvýšila výnos o 0,389 t/ha.

U pokusu 2 vychází, že o 1/3 zvýšené dávky herbicidů do jarního ječmene zanechaly v půdě rezidua, která ovlivnila výnos následně vyseté řepky ozimé. Výnosově nejhorší jsou varianty 5 (*iodosulfuron* + *asmidosulfuron* + *mefenpyr-diethyl*) se ztrátou 12 % a 3 (*florasulam* + *2,4 D*) se ztrátou 5 % na neošetřenou kontrolu. Orba zcela prokazatelně přispívá k odbourávání rezidui herbicidů. Řepka na orbě zvýšila oproti podmítce výnos o 0,275 t/ha (tj. o 8 %).

Použitá literatura

- [1] KLEM, K., ŠKUBALOVÁ, L. (2003) Rezidua herbicidů v půdě. *Obilnářské listy*, 11, (4), 90 – 94.
- [2] KOSTREJ, A. a kol. (1992) *Fyziologie porastu polních plodín*, VŠP, Nitra.
- [3] KUDRNA, T. – VAŠÁK, J. (2005) Nahrazování zaorané řepky jarním ječmenem. (50-51) – In: *Kompendium vybraných poznatků při pěstování sladovnického ječmene*, ČZU, Praha, 51 s.
- [4] ŠEDIVÝ, J. (2000) Škůdci ozimé řepky. (199-223) – In: VAŠÁK, J. a kol. (2000) *Řepka*. Agrospoj, Praha, 322 s.
- [5] ŠTRANC, P., VAŠÁK, J., BARCAL, O. (2004): Možnosti využití náhradních plodin po vyzimované řepce. (56-60) – In: *Sborník - Řepka, mák, hořčice*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2004, 188 s.
- [6] VAŠÁK, J.- NERAD, D.- MIKŠÍK, V. (2001): Doporučení k ochraně ozimé řepky a nové poznatky. *Agro*, č. 3, 8-11.

Kontaktní adresa

Ing. David Bečka, Ph.D., Katedra rostlinné výroby, ČZU v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchdol, tel. 22438 2531, e-mail: becka@af.czu.cz

Řešeno za finanční podpory grantu CIGA (2006-2007) „Stanovení reziduálního účinku herbicidů na výnosotvorné prvky, výnos a kvalitu řepky ozimé a sladovnického ječmene“ a interního grantu (2007) „Působení rezidui herbicidů na výnosové prvky a kvalitu u řepky ozimé“.