

## ÚČINNOST REDUKOVANÝCH DÁVEK HERBICIDŮ CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 A BASAGRAN SUPER NA LASKAVEC OHNUTÝ (*AMARANTHUS RETROFLEXUS*)

M. Vondra, V. Smutný

Došlo: 5. května 2008

### Abstract

VONDRA, M., SMUTNÝ, V.: *Efficacy of reduced doses of herbicide Callisto 480 SC + Atplus 463 and Basagran super on redroot pigweed (Amaranthus retroflexus)*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2008, LVI, No. 4, pp. 207–214

As far as the field of weed control is concerned, there is a possibility to use methods based on measurements of chlorophyll fluorescence or reflectance of impacting radiation. The application of these methods can contribute to a decrease in the amount of applied pesticides so that it is possible to reduce costs associated with their purchasing on the one hand and to control risks of environmental damage on the other. Within the period of 2005–2007, a small-plot experiment with grain maize was established and carried out in the Field Experimental Station of Mendel University of Agriculture and Forestry in Žabčice. The experimental doses of the herbicides CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 and BASAGRAN SUPER were 0.25; 0.1875 and 0.125 l ha<sup>-1</sup> and 2.0; 1.5 and 1.0 l ha<sup>-1</sup>, respectively. The efficiency of herbicides and their killing effect on *Amaranthus retroflexus* were estimated by means of the apparatus PS1 Meter, which is capable to measure the percentage of damage of the photosynthetic apparatus of plants. The differences among doses of herbicide BASAGRAN SUPER were not statistically significant. These results showed that all doses were enough efficient against redroot pigweed. Statistically significant difference was found by herbicide CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463, between dose 0.25 l ha<sup>-1</sup> and 0.125 l ha<sup>-1</sup>. It was found out that the most suitable term for herbicide efficacy estimation of BASAGRAN SUPER by means of PS1 apparatus is the second day after its application and fourth day after the application for herbicide CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463.

grain maize; PS1 meter; herbicides; *Amaranthus retroflexus*

Plevelné rostliny provázejí zemědělskou činnost již od pradávna. Konkuruji kulturním plodinám přímo odběrem vody, živin a světla, což vede k následnému snížení kvality a množství sklizených produktů, ale také nepřímo tím, že ztěžují sklizeň, mohou být dočasným útočištěm řady chorob a škůdců a v neposlední řadě zaplevelují stanoviště následně pěstovaným plodinám. V celosvětovém měřítku jsou ztráty v důsledku zaplevelení odhadovány na 10 % výnosu (Zimdahl, 1980; Oerke et al., 1994), a to navzdory intenzivní kontrole. Regulace zaplevelení se stává jedním ze základních opatření v rostlinné produkci (Loux et al., 1998).

První snahy pěstitelů vycházely z možnosti opustit půdu, která již z různých důvodů neposkytovala požadovaný výnos. Později se vznikem primitivních

nástrojů a nářadí na obdělávání půdy docházelo již k určitému cílenému boji proti plevelům. K velkému pokroku došlo se zavedením systémů střídání plodin a se vznikem nářadí na zpracování půdy. Byly zaváděny různé osevní sledy, které měly za cíl dosáhnout co nejvyšších výnosů pěstovaných plodin a přitom zachovat úrodnost stanoviště a potlačit negativní činitele vyskytující se na polích. S rozvojem průmyslu došlo k výrobě a zavádění chemických látek do zemědělství. První zmínky jsou datovány z roku 1896. Jednalo se o využití zelené a modré skalice, kyseliny sírové, dusíkatého vápna. Teprve od roku 1945 byly vytvořeny látky, jež jsou používány i nyní (MCPA, MCPB, paraquat aj.). Zejména vysoká produktivita práce a dobrá účinnost vedla k masivnímu použí-

vání herbicidů nejen v zemědělství, ale i jiných odvětvích (doprava – údržba železničních tratí aj.).

Používání herbicidů však může přinášet i určitá rizika. Nesprávné využívání těchto látek má za následek negativní ovlivnění životního prostředí (poškození necílových organismů, kontaminace vod). K tomu docházelo zejména v minulosti v důsledku nedodržení správných způsobů aplikace.

Snahou velké většiny současných zemědělců je účelné, cílené využití herbicidů s co možná nejmenším negativním dopadem na životní prostředí. Brown et al. (1990) uvádějí, že správnou aplikací herbicidů s využitím moderních metod GIS lze snížit jejich spotřebu o 25 %.

K hodnocení účinnosti a fytotoxicity herbicidů jsou v současné době využívány různé bonitační stupnice. Nevýhodou těchto odhadových metod je získání do jisté míry subjektivních výsledků závislých na hodnotiteli pokusu (různé lokality a různí hodnotitelé). Z těchto uvedených důvodů by bylo vhodné použít k hodnocení účinnosti herbicidů metod založených na exaktním měření fluorescence chlorofylu či odrazivosti záření. Například na pracovišti v nizozemském Wageningen (Plant Research International) je princip měření účinnosti fotosyntézy základem pro výpočet nízkých dávek herbicidů, tzv. Minimum Lethal Herbicide Dose Method (MLHD). Tato metoda umožňuje výpočet minimální dávky herbicidu ze skupiny inhibitorů fotosyntézy potřebné na regulaci plevelů na daném pozemku (Haage et al., 2002). Dávka herbicidu je stanovena v závislosti na plevelném druhu a jeho růstové fázi. Takto stanovená dávka je pak o cca 20–80 % nižší, než je dávka registrovaná. Měřením účinnosti herbicidů inhibujících fotosyntézu pomocí metody založené na měření odrazivosti záření se zabývali Kempenaar et al. (2002). Klem (2006) ve své práci uvádí, že využitím metod založených na měření fluorescence chlorofylu či odrazivosti záření lze ve většině případů uspořít část nákladů a omezit zatížení životního prostředí herbicidy.

## MATERIÁL A METODY

V letech 2005–2007 byly na polní pokusné stanici Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně na lokalitě Žabčice vzdálené 25 km jižně od města Brna založeny maloparcelní polní pokusy s kukuřicí, v nichž byla otestována účinnost odstupňovaných dávek herbicidů CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 a BASAGRAN SUPER na laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*).

Polní pokusná stanice se nachází v kukuřičné výrobní oblasti, podoblasti K<sub>2</sub>. Patří mezi nejteplejší oblasti v ČR. Průměrná roční teplota je 9,2 °C, nejteplejším měsícem v roce je červenec s průměrnou denní teplotou vzduchu 19,3 °C a nejméně chladným leden s průměrnou teplotou –2,0 °C. Z hlediska srážkových poměrů patří lokalita k suchým oblastem, kdy 30letý průměr ročních úhrnů srážek činí 480 mm. Do oblasti pracoviště zasahuje též srážkový stín. Dešťové srážky ve vegetačním období jsou rozloženy velmi nerovnoměrně. Srážkově nejbohatší je měsíc červen s 68,6 mm a nejméně srážek je březen s 23,9 mm srážek (Tab. I). Trvání slunečního svitu kolísá v rozmezí 1800–2000 hodin za rok.

Podle taxonomického klasifikačního systému půd České republiky je na pozemcích polní pokusné stanice půdním typem fluvizem glejová. Fluvizem glejová je vytvořena na nivních (aluvialních) sedimentech řeky Svatky. Půdy jsou bez výrazných diagnostických horizontů, pod nevýrazným humusovým horizontem se nachází matečný substrát tvořený naplaveným materiálem. Od hloubky 0,60 m jsou patrné výraznější projevy glejového procesu. Podzemní voda kolísá v průběhu roku mezi 0,80–2,50 m pod povrchem. Z hlediska zrnitostního složení se jedná o půdu těžkou až velmi těžkou.

Jednotlivými variantami pokusu byly odstupňované dávky herbicidů CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 (smáčedlo) a BASAGRAN SUPER (Tab. II).

Vlastní pokus měl sedm variant se čtyřmi opakováními (velikost parcel 21 m<sup>2</sup>, 3 x 7 m).

I: Hodnoty dlouhodobých teplotních a srážkových normálů (1961–1990)

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I–XII
Průměrná teplota (°C)	–2,0	0,2	4,3	9,6	14,6	17,7	19,3	18,6	14,7	9,5	4,1	0,0	9,2
Úhrn srážek (mm)	24,8	24,9	23,9	33,2	62,8	68,6	57,1	54,3	35,5	31,8	36,8	26,3	480

II: Přehled variant pokusu

Varianta	Použitý herbicid	Dávka (l.ha <sup>-1</sup> )
1	Kontrola	-
2	Callisto 480 SC + Atplus 463	0,25 + (0,5 %)
3	Callisto 480 SC + Atplus 463	0,1875 + (0,5 %)
4	Callisto 480 SC + Atplus 463	0,125 + (0,5 %)
5	Basagran Super	2,0
6	Basagran Super	1,5
7	Basagran Super	1,0

### Charakteristika použitých přípravků

CALLISTO 480 SC je systémový herbicid, který obsahuje účinnou látku mesotrione 480 g.l<sup>-1</sup>, která patří do skupiny triketonů. Herbicid CALLISTO 480 SC je určen k pre- a postemergentnímu hubení jednoletých dvouděložných a jednoletých plevelů v kukuřici. Účinná látka je přijímána listy i kořeny, v rostlinách se šíří akropetálně a basipetálně. Účinek se projevuje zbělením listů a nekrózami pletiv zasažených plevelů. Symptomy jsou patrné již za tři až sedm dní po aplikaci.

BASAGRAN SUPER je kontaktní postemergentní herbicid s účinnou látkou bentazone 480 g.l<sup>-1</sup> řazenou do skupiny inhibitorů fotosyntézy. Rostlinou je přijímán hlavně listy, částečně však kořeny. Příjem listy je zpravidla rozhodující, účinek je rychlejší. Důležité je, aby rostlina měla dostatek listové plochy, jež by herbicid přijala k dosažení spolehlivého účinku. Účinek se projevuje zbělením, omezením fotosyntézy a to poškozením buněčných membrán a poruchami transportu elektronů i specifických reakcí CO<sub>2</sub>.

### Charakteristika sledovaného plevelného druhu

Laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*) je řazen mezi pozdní jarní plevely. Jedná se o kontinentální druh pocházející ze Severní Ameriky. Jako hospodářsky významný druh byl původně popsán v teplejších oblastech našeho státu, odkud se rozšířil do ostatních území, zejména v důsledku pěstování kukuřice. Klíč druhým rokem po užití z hloubky 0,02 m, při vyšších teplotách. Počáteční růst je pomalejší. Další vývoj je velmi rychlý a mohutné rostliny laskavce mají velkou konkureční schopnost (dosa-

hují výšky až 1,50 m). Produkce semen je velmi vysoká (i 500 000 semen). V půdním prostředí ztrácí klíčivost během tří, max. deseti let. Je častým plevellem zejména v okopaninách (cukrovce, krmné řepě, bramborách, kukuřici).

Pokusy byly ve všech třech letech založeny dle běžných technologických postupů. Jako předplodina byla zvolena pšenice ozimá.

Na podzim byla provedena středně hluboká orba pomocí oboustranného pluhu Lemken. Na jaře následovala příprava setového lůžka pomocí smyků a bran. Před vlastním setím byl celý pozemek hnojen močovinou v dávce 120 kg N.ha<sup>-1</sup>. Ošetření fungicidem ani insekticidem nebylo provedeno.

Vlastní výsev byl proveden v termínech 10. 5. 2005, 28. 4. 2006 a 24. 4. 2007 pomocí přesného čtyřřádkového sečího stroje Kleine Multicorn seřízeného na meziřádkovou vzdálenost 0,75 m a hloubku 0,06 m a činil 80 000 jedinců na hektar. Jednalo se o středně pozdní hybrid Ribera (FAO siláž i zrno 410), který k dosažení vysokého výnosu vyžaduje kvalitní pozemky a dobrou úroveň agrotechniky.

Ve fázi čtvrtého pravého listu kukuřice (laskavec ohnutý – BBCH 13 – třetí pravý list), byla ve dnech 6. 6. 2005, 6. 6. 2006 a 4. 6. 2007 provedena aplikace přípravků pomocí zádového motorového postřikovače SOLO 432 při aplikačním tlaku 0,3 MPa a dávce vody 300 l.ha<sup>-1</sup> za daných meteorologických podmínek (Tab. III). Neošetřená varianta byla mechanicky odplevelována (plečkování + okopávka). Na dané lokalitě se v hojném počtu každoročně vyskytoval kromě laskavce ohnutého také merlík bílý, pcháček oset, opletka obecná, lebeda rozkladitá, rdesno blešník, svízel přitula a durman obecný.

III: Meteorologická data během aplikace

Den, rok	Hodina	Rychlost větru při aplikaci (m.s <sup>-1</sup> )	Teplota vzduchu při aplikaci (C°)	Vlhkost vzduchu při aplikaci (%)	
				max.	min.
6. 6. 2005	20.30	2,33	13,70	82,80	81,00
6. 6. 2006	20.30	2,37	13,29	68,80	64,40
4. 6. 2007	20.30	2,15	20,73	71,70	69,38

Vlastní účinnost odstupňovaných dávek herbicidů CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 a BASAGRAN SUPER na laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*) byla měřena pomocí přístroje PS1-meter založeného na principu měření odraženého záření. Tento přenosný přístroj, který byl vyvinutý na pracovišti ve Wageningen a je distribuován firmou Agrifirm (Nizozemí), je schopen měřit procentické poškození fotosyntetického aparátu. Stupnice přístroje nabývá hodnot v rozmezí od 0–100, kdy nízké hodnoty signalizují zdravou rostlinu a vysoké hodnoty poškozenou rostlinu (Tab. IV). Při měření je list uchycen do „klapky“ (měření probíhá za vyloučení

účasti okolního světla). K měření se využívá nejmladší měřitelný list.

Míra poškození fotosyntetického aparátu byla pomocí přístroje PS1-meter měřena ve stanovených dnech po aplikaci, a to druhý, třetí, čtvrtý a pátý den po aplikaci herbicidu.

Sklizeň jednotlivých variant byla provedena dne 19. 10. 2005, 20. 10. 2006 a 2. 10. 2007 sklízecí mlátičkou SAMPO 2010, kdy u každé varianty byly sklizeny dva prostřední řádky z každé varianty, ze všech čtyř opakování. Sklizené vzorky byly zváženy, zjištěná hmotnost byla přepočtena na výnos při 15% vlhkosti.

## IV: Kategorizace poškození fotosyntetického aparátu (MLHD PS1 2004)

Hodnoty naměřené přístrojem PS1 meter	Předpokládaný efekt na plevel
0–15	žádný efekt
15–30	nízký efekt (redukce fotosyntézy o 20 %)
30–50	mírný efekt (redukce fotosyntézy o 40 %)
>50	vysoký efekt (redukce fotosyntézy o více jak 40 %)

K vyhodnocení získaných výsledků byla použita analýza rozptylu, průkaznost středních hodnot byla následně testována Tukeyovým testem pomocí statistického softwaru UNISTAT 5.1.

### VÝSLEDKY A DISKUSE

Z tříletých výsledků vyhodnocených analýzou variance vyplývá, že termín měření a dávka herbicidu měly vysoce významný vliv na naměřené hodnoty PS1. Vliv ročníku na naměřené hodnoty PS1 nebyl statisticky průkazný. Následným testováním pomocí Tukeyova testu ( $P = 0,95$ ) byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly v hodnotách PS1 mezi kontrolou a ostatními variantami ošetřenými odstupňovanými dávkami herbicidů CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 a BASAGRAN SUPER. U herbicidu BASAGRAN SUPER nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl v naměřených hodnotách PS1 mezi jednotlivými dávkami.

U herbicidu CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl v naměřených hodnotách PS1 pouze mezi dávkou registrovanou a dávkou 0,1875 l.ha<sup>-1</sup>.

Již v průběhu jednotlivých měření byly patrné rozdíly v působení sledovaných herbicidů. Zatímco u herbicidu s účinnou látkou bentazone 480 g.l<sup>-1</sup> (BASAGRAN SUPER) bylo působení velmi rychlé a příznaky poškození rostliny byly patrné vizuálně již velmi brzy po aplikaci, u druhého herbicidu s účinnou látkou mesotrione 480 g.l<sup>-1</sup> (CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463) byla účinnost přípravku pozvolnější a příznaky poškození se objevily po delší době. To souvisí s odlišnými způsoby účinku testovaných herbicidů (kontaktní x systémový).

Vývoj průměrných naměřených hodnot na jednotlivých variantách v jednotlivých letech a termínech měření znázorňuje tabulka V.

Na první variantě (KONTROLA) nedošlo ani v jednom ze sledovaných let k překročení hraniční hodnoty 15, jež signalizuje určité poškození rostliny.

Ve druhé variantě, tedy CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 v dávce 0,25 l.ha<sup>-1</sup> + 0,5 % smáčedlo se v roce 2005 průměrné hodnoty PS1 postupně zvyšovaly s termínem měření, kdy v prvním termínu měření činily 26,2, až 86,2 ve čtvrtém termínu měření. V roce 2006 došlo v variantě k překročení hraniční hodnoty až ve druhém termínu měření (třetí den po aplikaci) k výraznému nárůstu hodnot PS1 z 9,4 až na 49,2. Poté se již průměrné hodnoty PS1 pohybovaly v rozmezí 80,6–84,6. Rok 2007 měl v této

variantě velmi podobný průběh. V prvním termínu činila průměrná hodnota PS1 10,8. Od druhého termínu měření se hodnoty postupně zvyšovaly až do třetího termínu měření 87,4. V posledním čtvrtém termínu měření následoval pokles hodnot na 76,6.

Rostliny laskavce ohnutého, které se v této variantě vyskytovaly, byly velmi dobře zničeny a hodnoty PS1 se již třetí den po aplikaci pohybovaly kolem hodnoty 50, jež signalizuje vysokou účinnost na rostliny.

Ve třetí variantě s herbicidem CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 s dávkou 0,1875 l.ha<sup>-1</sup> + 0,5 % smáčedlo se v roce 2005 pohybovaly průměrné naměřené hodnoty v rozmezí 18,4–81,8. Již v prvním termínu měření došlo k překročení hraniční hodnoty 15. Hodnoty se s termínem měření postupně zvyšovaly až do posledního čtvrtého termínu měření (81,8). Rok 2006 se v této variantě v naměřených hodnotách PS1 velmi podobal roku předešlému. Hodnoty se v jednotlivých termínech pohybovaly od 17,0–42,0–72,0–83,6. V roce 2007 nedošlo při prvním termínu měření k překročení hraniční hodnoty 15. Hodnota byla překročena až v následujících termínech, kdy se průměrné hodnoty pohybovaly v rozmezí 20,6–79,6. Také v této třetí variantě byly překročeny průměrné hodnoty PS1 ve všech sledovaných letech již při druhém měření, tedy třetí den po aplikaci herbicidu a zasažené rostliny byly zničeny.

Čtvrtá herbicidní varianta, CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 v dávce 0,125 l.ha<sup>-1</sup> + 0,5 % smáčedlo byla v roce 2005 charakterizována postupným nárůstem průměrných hodnot v čase. Průměrné hodnoty postupně rostly až do posledního čtvrtého termínu měření (20,0–48,0–72,8–74,8). V roce 2006 nedošlo v prvním termínu měření k překročení hraniční hodnoty 15. Nejvyšší průměrné hodnoty bylo dosaženo ve třetím termínu měření, a to 67,4. Rok 2007 byl v této variantě charakterizován také nízkou průměrnou hodnotou PS1 v prvním termínu měření (9,2). V dalších termínech však již průměrné hodnoty PS1 postupně narůstaly až na 74,8.

Také u dávky 0,125 l.ha<sup>-1</sup> + 0,5 % došlo již ve druhém termínu měření k překročení hraniční hodnoty 15 a dávka byla na daný plevelný druh postačující. Jako nevhodnější termín pro stanovení účinnosti herbicidu CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 se jeví čtvrtý den po aplikaci, kdy hodnoty PS1 ve všech variantách ošetřených tímto herbicidem překročily hodnotu 50 jež signalizuje velmi vysokou účinnost na plevel.



V: Vývoj průměrných naměřených hodnot na jednotlivých variantách v jednotlivých letech a termínech měření

Ročník	Varianta	Dávka herbicidu l.ha <sup>-1</sup>	Termín měření			
			1.	2.	3.	4.
2005	1	Kontrola	8,6	12,6	11,4	10,4
	2	Callisto 480 SC + Atplus 463 – 0,25 + (0,5 %)	26,2	45,4	65,2	86,2
	3	Callisto 480 SC + Atplus 463 – 0,1875 + (0,5 %)	18,4	45,6	62,0	81,8
	4	Callisto 480 SC + Atplus 463 – 0,125 + (0,5 %)	20,0	48,0	72,8	74,8
	5	Basagran Super – 2,0	84,4	94,0	87,2	98,6
	6	Basagran Super – 1,5	81,6	92,2	93,4	86,4
	7	Basagran Super – 1,0	82,4	90,2	89,6	85,6
2006	1	Kontrola	5,4	4,4	9,0	4,4
	2	Callisto 480 SC + Atplus 463 – 0,25 + (0,5 %)	9,4	49,2	84,6	80,6
	3	Callisto 480 SC + Atplus 463 – 0,1875 + (0,5 %)	17,0	42,0	72,0	83,6
	4	Callisto 480 SC + Atplus 463 – 0,125 + (0,5 %)	10,0	22,4	67,4	48,0
	5	Basagran Super – 2,0	75,6	83,6	82,8	83,6
	6	Basagran Super – 1,5	79,0	82,2	82,8	82,8
	7	Basagran Super – 1,0	71,6	83,2	78,2	78,8
2007	1	Kontrola	6,2	6,4	9,8	9,6
	2	Callisto 480 SC + Atplus 463 – 0,25 + (0,5 %)	10,8	45,8	87,4	76,6
	3	Callisto 480 SC + Atplus 463 – 0,1875 + (0,5 %)	11,6	20,6	70,4	79,6
	4	Callisto 480 SC + Atplus 463 – 0,125 + (0,5 %)	9,2	41,0	70,0	74,8
	5	Basagran Super – 2,0	88,2	84,6	94,4	84,0
	6	Basagran Super – 1,5	80,0	81,4	84,4	73,0
	7	Basagran Super – 1,0	82,6	85,8	79,6	77,6

Průměrné hodnoty PS1 naměřené v páté variantě ošetřené registrovanou dávkou herbicidu BASAGRAN SUPER (2,0 l.ha<sup>-1</sup>) v roce 2005 dosahovaly již druhý den po aplikaci 84,4. Nejvyšší průměrné hodnoty byly naměřeny v posledním čtvrtém termínu měření (98,6). Roky 2006 i 2007 měl velmi podobný průběh jako rok 2005. Průměrné hodnoty se pohybovaly v rozmezí 75,6–83,6 v roce 2006 a 84,0–94,4 v roce 2007.

Šestá, předposlední testovaná varianta s herbicidem BASAGRAN SUPER v dávce 1,5 l.ha<sup>-1</sup>, vykazovala v roce 2005 již v prvním termínu měření vysoké průměrné hodnoty PS1 (81,6). V dalších dvou termínech se průměrné hodnoty postupně zvyšovaly (92,2–93,4). Ve čtvrtém termínu poklesly na 86,4. V roce 2006 dosahovaly průměrné hodnoty PS1 ve všech čtyřech termínech měření velmi podobných hodnot v rozmezí 79,0 – 82,8. V roce 2007 se naměřené průměrné hodnoty PS1 postupně zvyšovaly (80,0–81,4–84,4) až do čtvrtého termínu sledování, kde došlo ke snížení průměrných hodnot na 73,0.

Sedmá varianta ošetřená poloviční dávkou herbicidu BASAGRAN SUPER v porovnání s dávkou registrovanou vykazovala v roce 2005 v prvním termínu měření průměrné PS1 hodnoty 82,4. Následně ve druhém termínu měření došlo k nárůstu hodnot

na 90,2 a poté k pozvolnému poklesu v následných termínech na 89,6–85,6. V roce 2006 ve variantě ošetřené poloviční dávkou herbicidu BASAGRAN SUPER (1,0 l.ha<sup>-1</sup>) bylo dosaženo již v prvním termínu měření průměrné hodnoty PS1 71,6. Průměrné naměřené hodnoty PS1 se pohybovaly v jednotlivých termínech následovně: 83,2 ve druhém, 78,2 ve třetím a 78,8 v posledním čtvrtém termínu měření. V roce 2007 činila průměrná hodnota PS1 v prvním termínu měření 82,6, poté došlo k nárůstu hodnot na 85,8 a postupnému snížení na 79,6 a 77,6.

Také po aplikaci herbicidu BASAGRAN SUPER ve všech testovaných dávkách byla zjištěna dostatečná účinnost na laskavec ohnutý. Jako nejvhodnější termín pro stanovení účinnosti tohoto herbicidu pomocí přístroje PS1 meter se jeví již druhý den po aplikaci, kdy naměřené hodnoty převyšovaly hodnotu 50, jež signalizuje již zmíněný velmi vysoký účinek na plevel. Vlivem kontaktního působení došlo k velmi rychlému účinku herbicidu na sledované plevelné rostliny a rostliny ve sledovaných variantách byly velmi dobře zničeny.

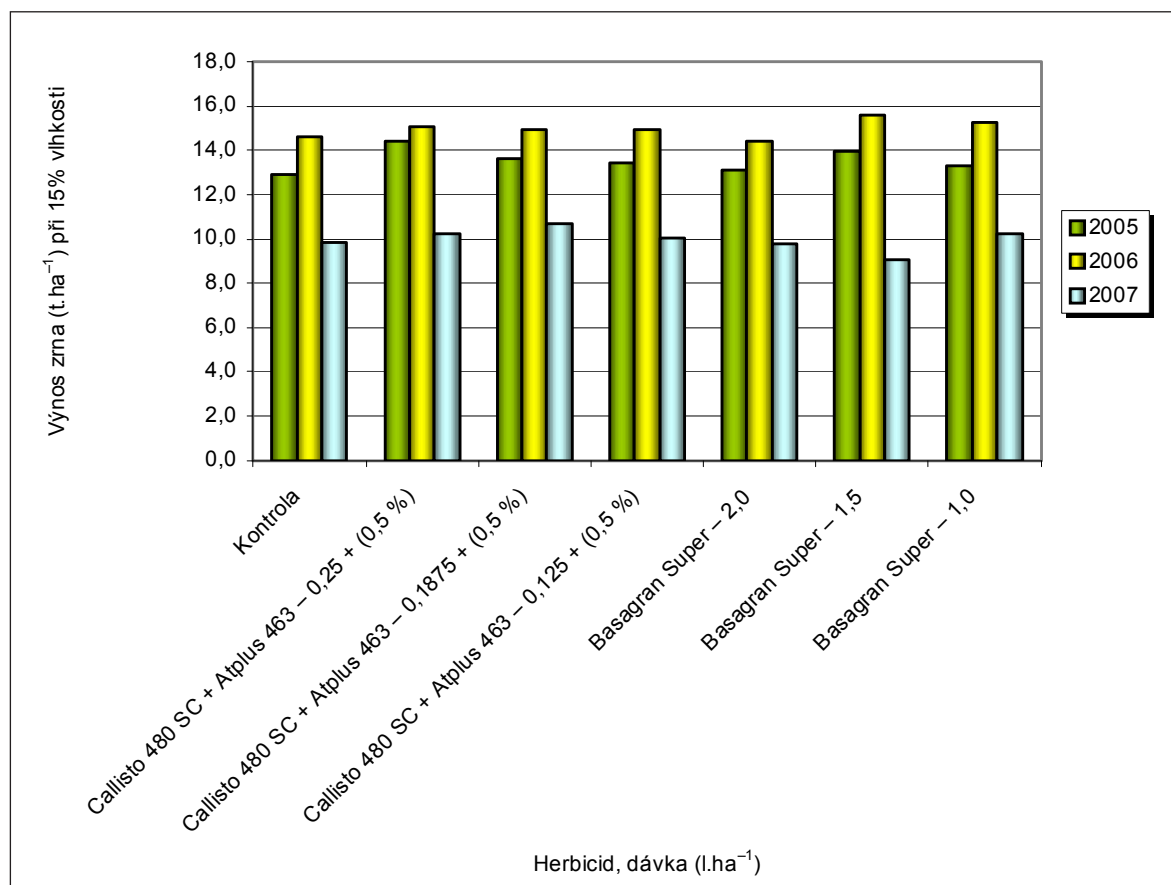
To koresponduje se závěry Smutného et. al (2006), kteří sledovali účinnost odstupňovaných dávek herbicidů BASAGRAN SUPER a CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 na laskavec ohnutý (*Amaranthus retrofle-*

xus) s využitím fluorescenční kamery. Zjistili, že i poloviční dávky herbicidů BASAGRAN SUPER a CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 mohou mít postačující účinnost na laskavec ohnutý. Také práce Vondry et. al. (2005, 2006, 2007a, b) popisují možnosti využití polovičních dávek těchto dvou herbicidů i na jiné plevelné druhy (*Cirsium arvense*, *Chenopodium album*), aniž by to negativně ovlivnilo výnos sklizeného zrna.

Při hodnocení výnosu zrna přepočteného na 15% vlhkost, byl analýzou variance zjištěn statisticky průkazný vliv ročníku na výnos. Naopak mezi jednotlivými variantami odstupňovaných dávek herbicidů nebyly zjištěny ani v jednom ze sledovaných let statisticky průkazné rozdíly ve výnosu. Neošetřená varianta (mechanicky odplevelována) se ve vý-

nosu statisticky průkazně nelišila od ostatních variant. Můžeme tedy konstatovat, že plečkování, či okopávka mají na následný výnos zrna srovnatelný účinek jako varianty chemicky ošetřené herbicidy BASAGRAN SUPER a CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463.

Nejnižší průměrný výnos přepočtený na 15% vlhkost byl dosažen ve všech variantách dohromady v roce 2007 a činil 9,97 t.ha<sup>-1</sup>. V roce 2005 byl průměrný výnos ze všech variant dohromady přepočtený na 15% vlhkost 13,52 t.ha<sup>-1</sup>. Nejvyšší průměrný výnos ze všech variant dohromady přepočtený na 15% vlhkost činil 14,96 t.ha<sup>-1</sup> a byl dosažen v roce 2006. Výnosy zrna v t.ha<sup>-1</sup> na jednotlivých variantách přepočtené na 15% vlhkost ve sledovaných letech znázorňuje Graf. 1.



1: Výnosy zrna v t.ha<sup>-1</sup> na jednotlivých variantách přepočtené na 15% vlhkost ve sledovaných letech

## SOUHRN

Stále častěji jsou v zemědělství využívány nové metody, jejichž hlavním úkolem je racionalizace vstupů do zemědělské výroby. V oblasti regulace plevelů se nabízí možnost využití metod založených na měření fluorescence chlorofylu či odrazivosti záření. Využití těchto metod může vést ke snížení spotřeby pesticidů, čímž se sníží náklady na jejich pořízení a sníží se riziko poškození životního prostředí. V letech 2005–2007 byl na polní pokusné stanici Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Žabčicích založen maloparcelní polní pokus o čtyřech opakováních a sedmi variantách v kukuřici zrnové, kde byla stanovována účinnost odstupňovaných dávek herbicidů CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 a BASAGRAN SUPER na laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*). V pokusu bylo u herbicidu CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 využito dávek (0,25–0,1875–0,125 l.ha<sup>-1</sup>) a u herbicidu BASAGRAN SUPER pak (2,0–1,5–1,0 l.ha<sup>-1</sup>). Aplikace herbicidů byla provedena zádovým motorovým postřikovačem

SOLO 425 při aplikačním tlaku 0,3 MPa a dávce vody 300 l.ha<sup>-1</sup> ve fázi čtvrtého listu kukuřice (laskavec – BBCH 13, tři pravé listy). K měření účinnosti herbicidů na laskavec ohnutý byl použit přístroj PS1meter, který je schopen měřit poškození fotosyntetického aparátu. Míra poškození byla měřena druhý, třetí, čtvrtý a pátý den po aplikaci herbicidů. Na závěr byl pokus sklizen maloparcelní sklizecí mlátičkou SAMPO 2010 a sklizené zvážené vzorky byly přepočítány na výnos při 15% sušině.

Analýzou variance provedenou pro všechny tři roky dohromady bylo zjištěno, že na naměřené hodnoty PS1 měl vysoce významný vliv herbicid (dávka) a termín měření. Vliv ročníku na naměřené hodnoty PS1 nebyl statisticky průkazný. Následným testováním pomocí Tukeyova testu ( $P = 0,95$ ) byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi kontrolou a ostatními variantami ošetřenými odstupňovanými dávkami herbicidů CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 a BASAGRAN SUPER. U herbicidu BASAGRAN SUPER nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl v naměřených hodnotách PS1 mezi jednotlivými sledovanými dávkami. Z tohoto vyplývá, že všechny sledované dávky měly dostatečnou účinnost na laskavec ohnutý. Jako nevhodnější termín pro stanovování účinnosti tohoto herbicidu pomocí přístroje PS1 se jeví druhý den po aplikaci.

U herbicidu CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl v naměřených hodnotách PS1 mezi dávkou 0,25 l.ha<sup>-1</sup> (56,00) a dávkou 0,1875 l.ha<sup>-1</sup> (46,01). Při těchto hodnotách dochází již k redukci fotosyntézy zhruba o 40 %. Ve třetím termínu měření (čtvrtý den po aplikaci herbicidu) bylo u všech sledovaných dávek herbicidů CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 ve všech třech letech dosaženo hodnot převyšujících hodnotu 50, jež signalizuje velmi vysokou účinnost na plevel. Při porovnání průměrných hodnot PS1 naměřených čtvrtý den po aplikaci nebyly zjištěny mezi jednotlivými lety ani dávkami statisticky průkazné rozdíly v hodnotách PS1. Proto lze tento termín doporučit u všech sledovaných dávek jako nejvhodnější pro stanovování účinnosti na laskavec ohnutý ve fázi tří pravých listů.

Při hodnocení sklizně byl zjištěn statisticky významný vliv ročníku na výnos zrna přepočteného na 15% vlhkost. Herbicidy ani jejich dávky neměly statisticky významný vliv na výnos zrna. Neošetřená varianta (mechanicky odplevelována) se ve výnosu statisticky průkazně nelišila od ostatních variant. Nejvyššího výnosu zrna přepočteného na 15% vlhkost bylo dosaženo v sklizňovém roce 2006 (14,96 t.ha<sup>-1</sup>), v roce 2005 pak (13,52 t.ha<sup>-1</sup>) a nejnižší výnos byl zaznamenán v roce 2007 pouze 9,97 t.ha<sup>-1</sup>. Nižší výnos v roce 2007 byl zapříčiněn zejména nedostatkem srážek během vegetace.

kukuřice, PS1 meter, herbicidy, *Amaranthus retroflexus*

## SUMMARY

New methods enabling to rationalize inputs are nowadays used more and more frequently used in agriculture. As far as the field of weed control is concerned, there is a possibility to use methods based on measurements of chlorophyll fluorescence or reflectance of impacting radiation. The application of these methods can contribute to a decrease in the amount of applied pesticides so that it is possible to the reduce costs associated with their purchasing on the one hand and to control risks of environmental damage on the other.

Within the period of 2005–2007, a small-plot experiment with grain maize was established and carried out in the Field Experimental Station of Mendel University of Agriculture and Forestry in Žabčice. The experiment had four replications and seven variants and we tried to estimate the efficiency of decreasing doses of herbicides CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 and BASAGRAN SUPER on the weed species redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). The experimental doses of the herbicides CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 and BASAGRAN SUPER were 0.25; 0.1875 and 0.125 l ha<sup>-1</sup> and 2.0; 1.5 and 1.0 l ha<sup>-1</sup>, respectively. Both herbicides were applied by the Solo 425 under the application pressure 0.3 MPa and the dose of water 300 l ha<sup>-1</sup> in the stage of the fourth leaf of grain maize (*Amaranthus retroflexus* – BBCH 13, three true leaves). The efficiency of herbicides and their killing effect on *Amaranthus retroflexus* were estimated by means of the apparatus PS1 Meter, which is capable to measure the percentage of damage of the photosynthetic apparatus of plants. The intensity of damage was measured on the 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> day after the application of herbicides. Grain maize was harvested with a combine harvester SAMPO 2010 and the harvested samples were converted to the yield at 15% of dry matter.

Analyses of variance performed for the three-year experimental period revealed that the measured PS1 values were highly significantly affected by the herbicide (its dose) and by the date of measurement. The effect of the year on PS1 values was statistically insignificant. The subsequent Tukey tests ( $P = 0.95$ ) indicates statistically significant differences between control and other experimental variants treated with decreasing doses of herbicides CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 and BASAGRAN SUPER. In case of BASAGRAN SUPER, however, there were no statistically significant differences in values recorded after the application of individual doses under study. This means that all experimental doses showed a sufficient killing effect on the redroot amaranth. It was found out that the most suitable term of the estimation of this herbicide by means of PS1 apparatus is the second day after its application.

As far as the herbicide CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 was concerned, there was a statistically significant difference in measured PS1 values between the doses of 0.25 l ha<sup>-1</sup> (56.00) and 0.1875 l ha<sup>-1</sup> (46.01). At these levels, the photosynthesis was reduced by approximately 40 %. On the third date of measurements (i.e. on the fourth day after the herbicide application) values higher than 50 % were recorded in all experimental variants with the application in all three experimental years so that it can be concluded that the efficiency of the herbicide CALLISTO 480 SC + ATPLUS 463 on weeds is very high. When comparing mean PS1 values measured on the fourth day after the application, no statistically significant differences were found out neither among individual years nor among individual doses. Regarding this fact, it is therefore possible to recommend this term as the most suitable for the estimation of efficiency of all doses of herbicides under study on *Amaranthus retroflexus* in the developmental stage of three true leaves.

When evaluating the harvest, a statistically significant effect of year on grain yields converted to 15% of humidity was recorded. Neither individual herbicides nor their doses showed a statistically significant effect on grain yield. There was no significant difference between the yield of untreated control (i.e. with mechanical weed killing) on the one hand and those of all other experimental variants. The highest yield (converted to 15% of humidity) was recorded in 2006 (14.96 t ha<sup>-1</sup>); in 2005 the converted yield was 13 52 t.ha<sup>-1</sup> and in 2007 it was 9.97 t ha<sup>-1</sup>. In 2007, a lower yield resulted above all from the lack of precipitation in the course of the growing season.

### PODĚKOVÁNÍ

Príspevek vznikl za finanční podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR, jako součást řešení výzkumného projektu – 2B06124 „Snižování dopadů a rizik na životní prostředí a získání informací pro kvalifikované rozhodování metodami precizního zemědělství“ a projektu NAZV č. 1B53045 s názvem „Vpracování spolehlivých metod regulace plevelů s cílem zachování diversity plevelových společenstev a minimalizací rizik kontaminace půdy a plodin rezidui herbicidů“.

### LITERATURA

- HAAGE, I. C. P., BASTIAANS, L., KEMPENAAR, C., 2002: Exploring options for improved low dose application based on the MLHD-technology. In: *Proceedings 12<sup>th</sup> Symposium European Weed Research Society*. Wageningen UR, 200–201.
- BROWN, R. B., ANDERSON, G. W., PROUD, B., STECKER, J. P., 1990: Herbicide application control using GIS weed maps. *ASAE paper*, 90: 1061–1066.
- KEMPENAAR, C., GROENEVELD, R. M. W., UFFING, A. J. M., VAN DER WEIDE, R. Y., WEVERS, J., 2002: New insights and developments in the MLHD-concept of weed control. In *Proceedings 12<sup>th</sup> Symposium European Weed Research Society*. Wageningen UR, 98–99.
- KLEM, K., 2006: Využití fluorescence chlorofylu v rostlinolékařství. *Rostlinolékař*, 1: 23–24.
- MLHD PS1, 2004: *Manual Version 2.0 September 2004*. Wageningen, Plant Research International B.V., 18.
- SMUTNÝ, V., KOCUREK, V., VONDRA, M., 2006: Early assessment of herbicide efficacy using fluorescence camera. *Proceedings of „XVII. Czech and Slovak Plant Protection Conference“*. Praha: CAU Prague, 592–596. ISBN 80-213-1516-4
- VONDRA, M., KŘEN, J., SMUTNÝ, V., 2005: Use of chlorophyll fluorescence method for optimization herbicide doses. In: *Proceedings of International Ph.D. Students Conference MendelNet '05 Agro*. Brno: FA MUAf Brno, 1–8. ISBN 80-7157-905-X
- VONDRA, M., SMUTNÝ, V., KŘEN, J., 2006: Assessment of herbicide efficacy on redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) using chlorophyll fluorescence. In: *Proceedings of professional article „MUAf for growers“*. Brno: FA MUAf Brno, 139–143. ISBN 80-7157-958-0
- VONDRA, M., SMUTNÝ, V., KŘEN, J., 2007a: The use of reduces doses of herbicides CALLISTO 480 SC and BASAGRAN SUPER to control *Cirsium arvense* in maize. In *Proceedings of professional article „MUAf for growers“*. Brno: AF MZLU Brno, 120–125. ISBN 80-7157-958-0
- VONDRA, M., SMUTNÝ, V., 2007b: Assessment herbicide efficacy of different herbicide doses on *Chenopodium album* using chlorophyll fluorescence. In *Proceedings of scientific conference Agronomical factors in current farming systems*. Olsztyn (PL): University of Warmia and Mazury in Olsztyn, 52.
- ZIMDAHL, R. L., 1980: Weed – crops competition: A review. *International Plant protection Center*. Corvallis, OR, 195.
- LOUX, M. M., STACHLER, J. M., HARRISON, S. K., 1998: Weed Control Guide for Ohio Field Crops. *Bulletin 789*, Ohio State University, 15.
- OERKE, E. C., DEHNE, H. W., SCHÖNBECK, F., WEBER, A., 1994: *Crop production and Crop Protection*. Estimated Losses in Major Food and Cash Crops. Elsevier, Amsterdam, 808.

Adresa

Ing. Michal Vondra, Ing. Vladimír Smutný, Ph.D., Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, xvondra@mendelu.cz, smutny@mendelu.cz