

# ÚČINEK MIMOKOŘENOVÉ APLIKACE MOLYBDENU NA VÝNOS SLUNEČNICE ROČNÍ

*The Effect of Molybdenum Foliar Applications on Yield of Sunflower*

Petr ŠKARPA<sup>1</sup>, Helena ZUKALOVÁ<sup>2</sup>, Eva KUNZOVÁ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mendelova univerzita v Brně, <sup>2</sup>Česká zemědělská univerzita v Praze, <sup>3</sup>Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha-Ruzyně

**Summary:** The aim of vegetation trial was to determine influence of molybdenum foliar application on sunflower growth, development and production of achenes. Foliar application of molybdenum positively influenced dry matter production of plants during vegetation. Molybdenum fertilization increased its content in plant and stimulated nitrogen intake in observed stages of sunflower development. Achenes yield was increased influence its foliar application in a single (125 g/ha) and split dose (2 x 65 g/ha). The highest yield increase (16.3%) was achieved at a dose of 125 g Mo/ha in stage of 4th true leaves.

**Key words:** molybdenum, foliar applications, yield, sunflower

**Souhrn:** Cílem vegetačního pokusu bylo zjistit vliv mimokořenové výživy molybdenem na růst, vývoj a produkci nažek slunečnice roční. Listová aplikace molybdenem pozitivně ovlivnila produkci sušiny rostlin v průběhu vegetace. V jednotlivých fázích vývoje se vlivem přihnojení molybdenem zvýšil jeho obsah v rostlině a stimuloval příjem dusíku. Výnos nažek byl pozitivně ovlivněn působením jeho aplikace v jednotné (125 g/ha) i dělené dávce (2 x 65 g/ha) molybdenem. Nejvyšší navýšení výnosu (o 16,3 %) bylo dosaženo na variantě přihnojené dávkou 125 g Mo/ha ve fázi 2. páru pravých listů.

**Klíčová slova:** molybden, listová výživa, výnos, slunečnice roční

## Úvod

Mikrobiogenní prvky hrají ve výživě rostlin velmi důležitou roli. Zatímco makroelementy působí v převážné míře jako stavební složky, mikroelementy mají ve spojení s enzymatickými systémy úlohu katalytickou. Podílejí se významně na metabolismu látek a energie, což se odráží v produkci biomasy a následně i výnosu a jeho kvality. Mezi nepostradatelné mikrobiogenní prvky patří i molybden, který je součástí více než 60 enzymů podílejících se na oxidačně-redukčních reakcích v metabolismu rostlin (Mendel, Schwar 1999, Zimmer, Mendel, 1999). Významné je jeho zapojení do metabolismu dusíku a síry v rostlinách ve spojitosti s fixací dusíku a syntézou bílkovin. Rovněž se výrazně podílí na tvorbě pylu.

## Materiál a metodika

Přesný maloparcelkový pokus se slunečnicí roční (*Helianthus annuus*) byl založen na pozemku ŠZP MZLU v Brně v Žabčicích v letech 2008 – 2009. Před založením pokusu byl na experimentálních pozemcích zjištěn z analýz půd (Mehlich 3) obsah živin na úrovni uvedené v tabulce 1.

Slunečnice roční (hybrid Orasole) byla vyseta 17. 04. 2008, 20. 04. 2009 do půdy vyhnojené před setím dávkou 100 kg N.ha<sup>-1</sup> (2008 – LAV, 2009 – LAD). Dávka dusíku zohledňovala obsah N<sub>min</sub> stanovený 14 dní před setím. Slunečnice byla vyseta v obou

Deficience Mo se objevují na porostech slunečnice pěstované na půdách s nízkým pH, nejčastěji ve středu rostliny nebo na starých listech žlutou nebo žlutozelenou barvou (Barker a Pilbeam, 2007). Vlivem silného nedostatku dochází až k drastickému snížení velikosti listů. Jeho nedostatek vede až k tvorbě nekrotických pletiv způsobené nedostatečnou diferenciací cévních svazků v rané fázi vývoje listu (Bussler, 1970, Gupta a Lipsett, 1981).

Cílem experimentu bylo zjištění vlivu mimokořenové výživy molybdenem na růst, vývoj a produkci nažek slunečnice roční.

letech v meziřádkové vzdálenosti 75 cm, vzdálenosti semen v řádku 20 cm na hloubku 6 cm. Po uválení pozemku byla provedena preemergentní aplikace herbicidů (2008 - kombinace Afalon 1,5 l.ha<sup>-1</sup>+ Trophy 2,5 l.ha<sup>-1</sup>, 2009 - kombinace Boxer 4 l.ha<sup>-1</sup> + Dual Gold 960 SC 1,2 l.ha<sup>-1</sup>).

Aplikace molybdenem v listových hnojivech (Mo jako molybdenan sodný) byla provedena ve 2 fázích (BBCH 14 - 4 listy vyvinuty, BBCH 30 - počátek prodlužovacího růstu) v kombinacích uvedených v tabulce 2. Každá varianta byla založena ve 4 opakováních.

**Tab. 1 Agrochemická charakteristika půdy před založením pokusu.**

rok	hloubka odběru (cm)	mg.kg <sup>-1</sup>				
		pH	P	K	Ca	Mg
2008	0-30	7,07	80	167	4625	340
	30-60	7,49	51	136	5443	365
2009	0-30	7,05	40	170	4975	294
	30-60	7,44	19	125	5900	333

Tab. 2 Schéma hnojení.

Varianty pokusu	Varianta hnojení	dávka živiny na ha	Fáze aplikace
1.	Kontrola	-	-
2.	Mo - 1	125 g Mo	BBCH 14
3.	Mo - 2	125 g Mo	BBCH 30 – 35
4.	Mo - 3	62 g Mo	BBCH 19
		62 g Mo	BBCH 30 – 35

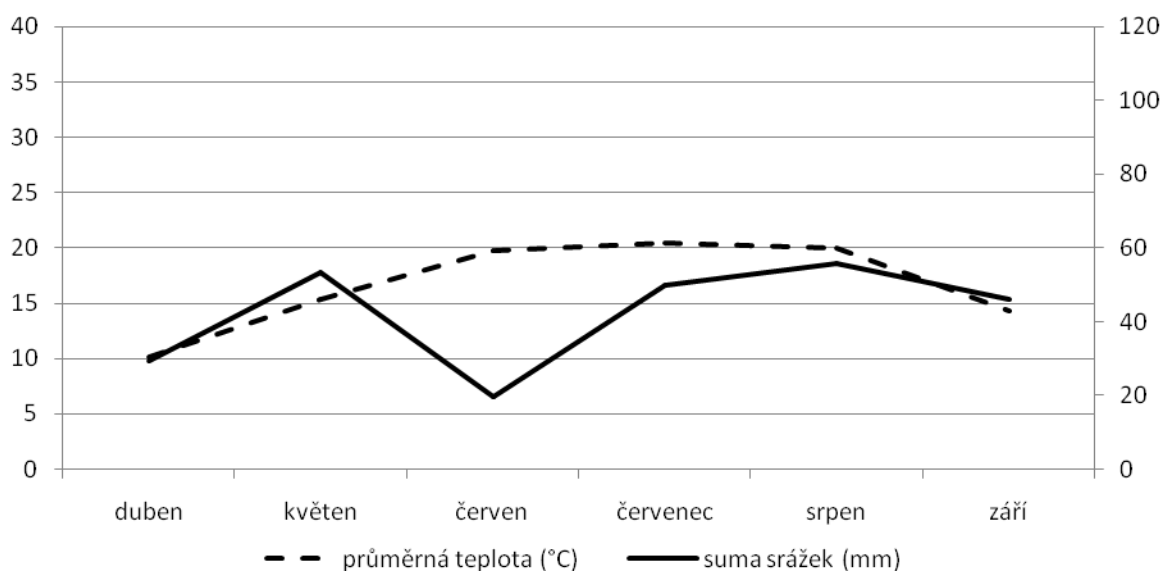
BBCH 19: 6 až 9 a více listů vyvinuto; BBCH 30 – 35: Počátek prodlužovacího růstu - 5. Internodium viditelné

V průběhu vegetace byly provedeny odběry rostlinné hmoty pro stanovení obsahu živin, a to ve fázi BBCH 14 (před 1. aplikací hnojiv), ve fázi BBCH 30 (před 2. aplikací hnojiv) a ve fázi BBCH 35 (5. internodium viditelné). Během vegetace byl proveden in-

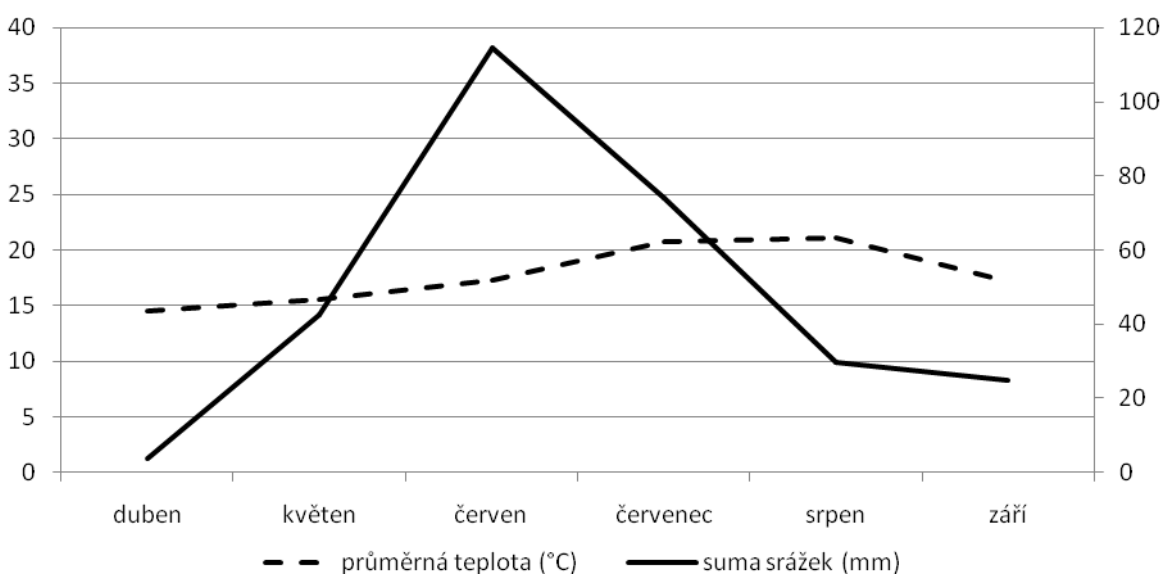
sekticidní postřik proti mšicím (Nurelle 0,6 l.ha<sup>-1</sup>) a fungicidní ošetření Rowralem v dávce 3 l.ha<sup>-1</sup>.

Slunečnice byla sklizena maloparcelkovou sklízecí mlátičkou s ohledem na vlhkost porostu 30. 09. 2008. V roce 2009 byl před sklizní (22. 09. 2009) porost desikován.

Graf. 1. Klimadiagram vegetačního období 2008.



Graf. 2. Klimadiagram vegetačního období 2009.



## Výsledky

Z výsledků rozborů rostlin ve fázi 2. páru pravých listů vyplývá, že slunečnice měla dostatečnou zásobu všech makrobiogenních prvků. Vlivem alkalické půdní reakce byl molybden v půdě mobilizován do přístupné formy, čímž bylo ovlivněno jeho množství v rostlině. Jeho obsah zjištěný v roce 2009 výrazně převýšil optimální rozmezí (0,4 – 1,0 mg.kg<sup>-1</sup>).

Rozdíl v hmotnosti sušiny mezi sledovanými roky byl dán rozložením srážek v době vzházení porostu (grafy 1 a 2).

Aplikace 65 g (var. Mo – 3) a 125 g (var. Mo – 1) molybdenu na hektar ve fázi BBCH 14 se projevila jeho signifikantním zvýšením v rostlinné hmotě. Jeho množství se zvýšilo oproti kontrolní variantě 3,6 až 6,3krát. Z obsahu makrobiogenních prvků v rostlině byl mimokořenovou výživou molybdenem ovlivněn

obsah dusíku a rovněž produkce sušiny, nikoliv však statisticky průkazně.

Rozbor rostlinné hmoty ve fázi BBCH 35, ukazuje, v porovnání s předcházejícím rozbohem rostlin, postupné snižování obsahu jednotlivých makrobiogenních prvků vlivem nárůstu biomasy („zřetovací efekt“). Tabulka 5. ukazuje, že po přihnojení molybdenem počátkem prodlužovacího růstu (var. 3 a 4) se signifikantně zvýšil jeho obsah v rostlině (var 3. a 4.). Přihnojení molybdenem se rovněž projevilo pozitivně na hmotnost biomasy, a to jeho nárůstem o 14,4 – 32,1 %.

Jak ukazuje tabulka 6., produkce nažek byla pozitivně ovlivněna aplikací všech kombinací zkoušených hnojiv, statisticky průkazně na variantě hnojené 125 g Mo.ha<sup>-1</sup> ve fázi 2. páru pravých listů (Mo - 1). Tato kombinace hnojení se na výnosu projevila signifikantně i v průměru obou let. Na této variantě se výnos zvýšil oproti variantě kontrolní o 16,3 % rel.

**Tab. 3 Anorganické rozborů rostlin (BBCH 14 - fáze 2. páru pravých listů).**

datum odběru	sušina v g na 1 rost.	v % abs. sušiny					v mg.kg <sup>-1</sup> abs. sušiny
		N	P	K	Ca	Mg	
25. 5. 2008	0,96	5,02	0,44	3,93	2,61	0,84	0,79
27. 5. 2009	0,51	4,39	0,37	5,72	2,62	0,87	2,02

**Tab. 4 Anorganické rozborů rostlin (BBCH 30).**

Č. var.	varianta	sušina v g na 1 rost.	% abs. sušiny					v mg.kg <sup>-1</sup> abs. sušiny
			N	P	K	Ca	Mg	
1.	Kontrola	10,19	3,90	0,44	4,02	2,62	1,09	1,31 <sup>a</sup>
2.	Mo - 1	12,33	4,27	0,47	4,10	2,37	0,98	8,31 <sup>c</sup>
4.	Mo - 3	12,18	4,36	0,45	4,38	2,86	0,95	4,82 <sup>b</sup>

*P* ≤ 0,05 - Následně testování (Fisherův LSD test) - a, b – písmena u výnosu semen – mezi variantami není statisticky průkazný rozdíl (*p* ≤ 0,05) v případě, jsou-li písmena stejná

**Tab. 5 Anorganické rozborů rostlin (BBCH 35).**

Č. var.	varianta	sušina v g na 1 rost.	% abs. sušiny					v mg.kg <sup>-1</sup> abs. sušiny
			N	P	K	Ca	Mg	
1.	Kontrola	28,41	3,28	0,36	2,84	2,22	0,99	1,02 <sup>a</sup>
2.	Mo - 1	37,52	3,24	0,38	3,25	2,26	0,97	4,95 <sup>a</sup>
3.	Mo - 2	32,52	3,26	0,41	3,61	2,10	0,80	11,54 <sup>b</sup>
4.	Mo - 3	32,81	3,61	0,39	2,99	2,16	1,02	13,07 <sup>b</sup>

*P* ≤ 0,05 - Následně testování (Fisherův LSD test) - a, b – písmena u výnosu semen – mezi variantami není statisticky průkazný rozdíl (*p* ≤ 0,05) v případě, jsou-li písmena stejná

**Tab. 6 Výnos nažek slunečnice (t.ha<sup>-1</sup>).**

Č. var.	Výnos nažek (t.ha <sup>-1</sup> ) - <i>P</i> ≤ 0,05			Rel. %		
	2008	2009	2008-2009	2008	2009	2008-2009
1.	3,54 <sup>a</sup>	3,58 <sup>a</sup>	3,57 <sup>a</sup>	100,00	100,00	100,00
2.	3,97 <sup>b</sup>	4,26 <sup>b</sup>	4,15 <sup>b</sup>	112,15	118,99	116,25
3.	3,91 <sup>a</sup>	3,89 <sup>a</sup>	3,90 <sup>a</sup>	110,45	108,66	109,24
4.	3,76 <sup>a</sup>	4,27 <sup>a</sup>	4,08 <sup>a</sup>	106,21	119,27	114,29

*P* ≤ 0,05 - Následně testování (Fisherův LSD test) - a, b – písmena u výnosu semen – mezi variantami není statisticky průkazný rozdíl (*p* ≤ 0,05) v případě, jsou-li písmena stejná

## Závěr

---

Mimokořenová výživa slunečnice molybdenem pozitivně ovlivnila růst slunečnice roční. V jednotlivých fázích vývoje zvýšila jeho obsah v pletivech, čímž stimulovala příjem makrobiogenních prvků (zejména dusíku)

a rovněž stimulovala nárůst biomasy. Výnos nažek byl pozitivně ovlivněn působením všech kombinací aplikace molybdeny, statisticky významně dávkou 125 g Mo.ha<sup>-1</sup> ve fázi 2. páru pravých listů.

## Použitá literatura

---

- Mendel, R. R.; Schwarz, G. (1999): Molybdoenzymes and molybdenum cofactor in plants. *Crit. Rev. Plant Sci.* 18: 36-69
- Zimmer, W., Mendel, R. (1999): Molybdenum metabolism in plants. *Plant Biol.* 1: 160-168
- Bussler, W. (1970) Die Entwicklung der Mo-Mangelsymptome an Blumenkohl. *Z. Pflanzenernähr Bodenk* 125:36-50.
- Barker A.V., Pilbeam D. J. (2007): *Handbook of Plant Nutrition*, CRC Press, 613
- Gupta, U. C., Lipsett, J. (1981): Molybdenum in soils, plants, and animals. *Adv. Agron.* 34:73-115

## Kontaktní adresa

---

Ing. Petr Škarpa, Ph.D., Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, AF, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00, Brno, tel: +420 545 133 345, mail: petr.skarpa@mendelu.cz

Příspěvek byl zpracován za podpory projektu NAZV „Optimalizace výživy a hnojení slunečnice za účelem zvýšení výnosů a kvality produkce“ QH81271