

# POROVNÁNÍ VLIVU MIMOKOŘENOVÉ APLIKACE VYBRANÝCH FOREM MOLYBDENU NA VÝNOS SLUNEČNICE ROČNÍ

*Comparison of the effect of except-roots application of some forms of molybdenum on the sunflower yield*

Petr ŠKARPA, Rostislav RICHTER

Mendelova univerzita v Brně

**Summary:** In the growing small-plot experiment with sunflower was observed on the ŠZP in Lednici influence of selected foliar fertilizers with molybdenum (60g Mo/ha) on dry matter per plant, its content in the plant and yield of sunflower achenes. In an experiment was observed the impact of fertilizers Lister Mo 80 SL (chelátová vazba Mo), YaraVita Molytrac 250 (Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>), Molycol (Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>), Carbon Mo ((NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>) and ammonium molybdate opposite the untreated control without molybdenum. From analysis of plants after 11 days of the application has been visible increase in the Mo content for all variants of fertilization. From executed analysis 28 days after application, was Mo content in a plant the same like non-fertilized control (1.81 mg/kg), only in the variant fertilized with Lister Mo was the quantity of 46% more (2.65 mg/kg). Except-root nutrition with Mo increased sunflower yield most significantly after using fertilizer Lister Mo (9 % increase) and ammonium molybdate (an increase of 8%).

**Keywords:** sunflower, except-root nutrition, molybdenum, yield of achenes

**Souhrn:** Ve vegetačním maloparcelkovém pokuse se slunečnicí roční byl sledován na ŠZP v Lednici vliv vybraných listových hnojiv s molybdenem (60 g Mo/ha) na hmotnost sušiny jedné rostliny, jeho obsah v rostlině a výnos nažek slunečnice. V experimentu byl sledován účinek hnojiv Lister Mo 80 SL (chelátová vazba Mo), YaraVita Molytrac 250 (Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>), Molycol (Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>), Carbon Mo ((NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>) a molybdenanu amonného oproti molybdenem neošetřené kontrole. Z rozboru rostlin 11 dní po aplikaci bylo patrné navýšení obsahu Mo u všech variant hnojení. Z rozboru provedeného po 28 dnech od aplikace se obsah Mo v rostlině vyrovnal ne-hnojené kontrole (1,81 mg/kg), pouze na variantě hnojené přípravkem Lister Mo bylo jeho množství o 46 % vyšší (2,65 mg/kg). Mimokořenová výživa Mo zvýšila výnos slunečnice nejvýrazněji po aplikaci Listeru Mo (9 % nárůst) a molybdenanu amonného (zvýšení o 8 %).

**Klíčová slova:** slunečnice, mimokořenová výživa, molybden, výnos nažek

## Úvod

Molybden je významný mikrobiogenní prvek, jehož funkce v živých organismech bývá spojena s jeho schopností změnit valenci (Marschner, 2002). Je součástí více než 60 enzymů katalyzujících různé oxidačně redukční reakce (Mendel a Schwarz, 1999; Zimmer a Mendel, 1999). K významným rostlinným enzymům, na jejichž stavbě se podílí, patří nitrogenáza, nitrát-reduktáza, xantin-dehydrogenáza, aldehyd-oxidáza a sulfát-oxidáza (Srivastava, 1997). Uvedené enzymy mají pro rostliny klíčové úlohy v dusíkatém metabolismu a při syntéze růstových hormonů.

Příjem molybdenu z půdy do rostliny je závislý na pH půdy, kdy na alkalických půdách je mobilita molybdenu vyšší. Odstranění jeho deficitu v rostlině, způsobeného např. pěstováním plodin na půdách kyselých, je vhodné řešit mimokořenovou výživou. Je nutné si však uvědomit, že molybden je, podobně jako měď a železo, živinou s nízkou absorpcí. Jeho rychlost příjmu

přes listy (nadzemní části rostlin) se pohybuje v rozmezí 10 – 12 dní (Richter, Škarpa, 2013).

Kritické množství Mo vyvolávající příznaky jeho deficitu bývá u mnoha rostlinných druhů velmi nízké a pohybuje se mezi 0,1 až 1,0 mg.kg<sup>-1</sup> sušiny (Gupta a Lipsett, 1981). Jeho nedostatek se nejčastěji projevuje na celé rostlině. Projevy deficiencie tohoto prvku jsou zejména žlutozelené zbarvení od vegetačního vrcholu doprovázené deformací listových čepelí. Při silném deficitu se na listech mohou nacházet světle hnědé nekrózy od okrajů listů (Gupta a Lipsett, 1981), což je možno zaměnit s deficiencí draslíku.

Cílem experimentu bylo, na základě obsahu živin v rostlině, zjistit rozdíly v příjmu molybdenu aplikovaného vybranými hnojivy formou listové výživy u slunečnice a stanovit jejich vlivu na výnos nažek.

## Metodika pokusu

Na pozemku ŠZP MENDELU v Lednici byl založen přesný maloparcelkový pokus se slunečnicí roční. Předplodinou slunečnice byly okurky a rajčata. Na podzim byla provedena orba, na jaře smykování a vláčení. Před vysetím slunečnice roční se pozemek vyhnojil hnojivem NPK (15-15-15) v dávce 200 kg/ha a hnojivem DAM 390 v dávce 230 kg/ha.

Zásoba přístupných živin v půdách před založením pokusu byla na úrovni vyhovující (P), dobré (K) a velmi vysoké (Mg a Ca). Obsah N minerálního (N<sub>min</sub>) před setím (před hnojením N) činil 6,5 mg/kg půdy, což představuje cca 20 kg N/ha.

Slunečnice roční (odrůda Brio) byla vyseta 16. 04. 2013 v meziřádkové vzdálenosti 75 cm a vzdálenosti semen v řádku 20 cm na hloubku 4 cm. Po setí byla provedena preemergentní aplikace herbicidů (Afalon 1,4 l/ha + Dual gold 1,2 l/ha). Ve fázi 5. páru pravých listů byl porost fungicidně ošetřen přípravkem Bumper super v dávce 1 l/ha.

Mimokořenová aplikace molybdenu vybranými listovými hnojivy (tab. 1) byla provedena 6. 6. 2013 ve fázi BBCH 19 (6 – 9 listů vyvinuto). Sledované varianty byly založeny ve 4 opakováních. Stručnou charakteristiku sledovaných hnojiv uvádí tab. 2.

**Tab. 1: Schéma pokusu se slunečnicí**

Varianta hnojení	Hnojivo	Dávka hnojiva	Dávka Mo	Forma molybdenu
1. Kontrola	-	-	-	-
2. Lister Mo	Lister Mo 80 SL	0,81 l/ha	60 g/ha	chelát (EDTA)
3. Molybdenan	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> · 4 H <sub>2</sub> O p.a.	773 g/ha	60 g/ha	iontová vazba
4. Molytrac	YaraVita Molytrac 250	0,24 l/ha	60 g/ha	molybdenan sodný
5. Molysol	Molysol	1,39 l/ha	60 g/ha	molybdenan sodný
6. Carbon Mo	Carbon Mo	0,80 l/ha	60 g/ha	molybdenan amonný

**Tab. 2: Charakteristika použitých listových hnojiv**

Hnojivo	Charakteristika hnojiva
LISTER <sup>®</sup> Mo 80 SL	74 g Mo/l, vodorozpustný molybden v chelátové (EDTA) vazbě
(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> · 4 H <sub>2</sub> O	anorganická sůl, 7,76 % Mo
YaraVita Molytrac 250	250 g Mo/l, koncentrované kapalné formulované hnojivo na bázi molybdenu (molybdenan sodný)
Molysol	4 % Mo, kapalné hnojivo obsahující Mo jako molybdenan sodný
Carbon Mo	5 % Mo, kapalné listové a půdní hnojivo s obsahem Mo (molybdenan amonný) a C

*Uvedená charakteristika hnojiv zjištěna z etiket/příbalových letáků hnojiv*

Sklizeň pokusu byla provedena v plné zralosti 21. 10. 2013 maloparcelkovou mlátičkou.

Stanovení obsahu sušiny a anorganické rozboru rostlin (obsah N, Mo) byly provedeny z odebraných vzorků nadzemní části rostlin při aplikaci molybdenu (BBCH 19), 11 dní po aplikaci listové výživy (17. 6. 2013) a před kvetením porostu (fáze růžičky 4. 7. 2013,

odběr listů). Obsah N byl v rostlinách po spálení na mokré cestě stanoven Kjeldahlovou metodou, Mo metodou AAS.

Výnosové výsledky byly zhodnoceny statistickými metodami (program STATISTICA 7.1) metodou analýzy variance s následným testováním dle Fischera, při 95 % hladině významnosti ( $P \leq 0,05$ ).

## Výsledky pokusu

Vlivem příznivých vláhových podmínek v počátku růstu byl porost slunečnice velmi dobře zapojen (obr. 1). Před listovou aplikací molybdenu dosahovaly rostliny průměrné hmotnosti 8,91 g sušiny/1 rostlinu, obsah N činil 4,63 % a obsah molybdenu v rostlině představoval 0,691 mg/kg sušiny.

**Obr. 1: Porost slunečnice v termínu mimokořenové aplikace Mo**

Mimokořenová aplikace molybdenu zvýšila nejen jeho obsah v rostlině (nejvýrazněji na variantě hnojené Molytracem a Listerem), ale pozitivně ovlivnila rovněž výnos sušiny rostlin (tab. 3). Navýšení hmotnosti rostlin 11 dní po aplikaci Mo, které představovalo při srovnání s kontrolou 11,5 – 29,5 % rel., se projevilo

také ve fázi hvězdičky. V této fázi se obsah Mo udržel na zvýšené úrovni na variantě s hnojivem Lister Mo (o 46,7 % více oproti kontrole). Vysvětlením by mohla být chelátová vazba Mo v přípravku Lister Mo, ze které se tento mikroelement uvolňoval po delší dobu, ve srovnání s hnojivy obsahujícími Mo v iontové formě. Mezi obsahy dusíku a molybdenu nebyla zjištěna závislost.

**Tab. 4: Průměrné výnosové výsledky pokusu**

Varianta hnojení	Výnos nažek	
	t/ha ( $P \leq 0,05$ )	Rel. %
1. Kontrola	3,053 a	100,0
2. Lister Mo	3,328 a	109,0
3. Molybdenan	3,296 a	108,0
4. Molytrac	3,235 a	106,0
5. Molysol	3,117 a	102,1
6. Carbon Mo	3,211 a	105,2

*$P \leq 0,05$  - statistická závislost při 95 % hladině významnosti. Rozdíly mezi výnosy a označenými stejnými písmeny jsou statisticky nepřikazné.*

Mimokořenová aplikace molybdenu zvýšila výnos u všech zkoušených listových hnojiv, nikoliv však významně ( $P \leq 0,05$ ). Nejvýraznější nárůst produkce nažek byl zaznamenán na variantě s aplikací Mo v chelátové formě (Lister Mo) a v molybdenanu amonném, kde navýšení představovalo 9,0 a 8,0 % při srovnání s kontrolou (tab. 4). Molybden aplikovaný v hnojivech Molytrac a Carbon Mo zvýšil výnos srovnatelně na úrovni 5 – 6 %. Ekonomické zhodnocení aplikace listových hnojiv uvádí tabulka 5.

**Tab. 3: Průměrná hmotnost sušiny 1 rostliny a obsah N v % a Mo v mg/kg sušiny**

Varianta hnojení	ARR 17. 6. 2013			ARR 4. 7. 2013		
	hmotnost 1 rost. v g	% N	mg Mo/kg suš.	hmotnost listů 1 rost. v g	% N v listech	mg Mo/kg suš. Listů
1. Kontrola	18,61	3,92	0,789	46,84	4,33	1,807
2. Lister Mo	24,10	3,65	3,420	59,93	3,93	2,650
3. Molybdenan	23,51	4,04	2,721	64,82	3,83	1,710
4. Molytrac	22,19	3,82	4,009	65,88	3,35	1,930
5. Molysol	20,75	3,23	2,945	64,06	3,39	1,909
6. Carbon Mo	21,60	3,77	3,087	55,41	3,82	1,919

ARR – anorganický rozbor rostlin

**Tab. 5 Ekonomické zhodnocení účinku mimokořenové aplikace hnojiv**

Varianta	Výnos nažek t/ha	Navýšení výnosu oproti kontrole (t/ha)	Cena za l/hnojiva v Kč	Navýšení tržeb v Kč*	Efekt přihnojení v Kč
1. Kontrola	3,053	0	0	0	0
2. Lister Mo	3,328	0,275	672	2520	1976
4. Molytrac	3,235	0,182	850	1620	1416
5. Molysol	3,117	0,064	164	540	313
6. Carbon Mo	3,211	0,158	509	1440	1033

\* při realizační ceně 9000 Kč za tunu nažek

## Závěr

Hnojivo Lister Mo, obsahující molybden v chelátové vazbě, zvýšilo jeho obsah v rostlině podobně jako přípravky obsahující molybdenan. Oproti iontové formě Mo však jeho účinek přetrvával delší dobu, čímž byla prodloužena jeho schopnost absorpce do rostliny. To dokazují rozborů rostlin po 28 dnech od jeho listové aplikace, kdy se množství Mo v sušině lišilo na variantě hnojené přípravkem Lister Mo (2,65 mg/kg) od ostatních

variant výživy (1,71 – 1,92 mg/kg). Aplikace Mo zvýšila výnos u všech zkoušených listových hnojiv, nejvýrazněji jeho přihnojením v chelátové formě (Lister Mo) a molybdenanem amonným. Zvýšení výnosu bylo ekonomicky výhodné a pohybuje se podle druhu použitého hnojiva od 313 do 1976 Kč na ha při ceně 9 000 Kč za tunu nažek.

## Literatura

- Gupta, U. C., Lipsett, J. (1981): Molybdenum in soils, plants, and animals. *Advances in Agronomy*, 34:73-115.
- Marschner, H. (2002): *Mineral Nutrition of Higher Plants*, 2nd ed. New York: Academic Press, 889.
- Mendel, R. R., Schwarz, G. (1991): Molybdoenzymes and molybdenum cofactor in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 8:33-69.
- Richter, R., Škarpa, P. (2013): Mimokořenová výživa u polních plodin. *Úroda*. sv. LXI, č. 3:67-68.
- Srivastava, P. C. (1997): Biochemical significance of molybdenum in crop plants. In: Gupta, U. C.: ed. *Molybdenum in Agriculture*. New York: Cambridge University Press, 47-70.
- Zimmer, W., Mendel, R. (1999): Molybdenum metabolism in plants. *Plant Biology*. 1:160-168.

## 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