

UPLATNĚNÍ MOLYBDENU VÁZANÉHO V CHELÁTOVÉ FORMĚ VE VÝŽIVĚ SLUNEČNICE

The Use of Molybdenum Bound in Chelated Form in Nutrition of Sunflower

Petr ŠKARPA, Rostislav RICHTER

Mendelova univerzita v Brně

Summary: Although in need of molybdenum among the biogenic elements in last place in importance for plants is as irreplaceable as any other biogenic element. One of the ways this microelement plants to supply the required quantity, especially in the context of his limited income from the soil, is foliar nutrition. Among the forms of molybdenum, which in practice are used in foliar applications is also chelate. In the vegetation experiment was a positive effect of fertilizer LISTER Mo 80 SL, containing Mo bound to EDTA chelate, to achieve yield of sunflower. Application of 40 g Mo/ha in the vegetation stage extension sunflower growth significant ($p \leq 0.05$) increased yield.

Keywords: sunflower, molybdenum, fertilizing, chelated form, Lister Mo

Souhrn: I když se v potřebě molybden řadí mezi biogenními prvky na poslední místo, ve významu pro rostliny je stejně nenahraditelný, jako každý jiný biogenní prvek. Jednou z forem, jak tento mikroelement do rostliny dodat v potřebném množství, zejména v souvislostech jeho omezeného příjmu z půdy, je listová výživa. Mezi formy molybden, které jsou v praxi listovou aplikací využívány je i ta chelátová. Ve vegetačním experimentu byl pozorován pozitivní účinek hnojiva LISTER Mo 80 SL, obsahujícího Mo vázaný chelátovou vazbou na EDTA, na výnos nažek slunečnice. Aplikace 40 g Mo/ha ve vegetační fázi prodlužovacího růstu slunečnice významně ($p \leq 0,05$) zvýšila výnos.

Klíčová slova: slunečnice roční, molybden, hnojení, chelátová forma, Lister Mo

Úvod

O molybden a jeho funkcích v rostlině je toho známo hodně. Je součástí více než 60 enzymů katalyzujících různé oxidačně redukční reakce (Kaiser et al. 2005). K významným enzymům vyšších rostlin, jejichž součástí je Mo, se řadí nitrogeináza a nitrátoreduktáza, xantindehydrogenáza (Srivastava 1997, Barron et al. 2009, Schwarz et al. 2009). Mezi další významné enzymy obsahující Mo lze zařadit sulfidoxidázy, xanthindehydrogenázy a aldehydoxidázy, které plní funkce spojené s odolností vůči různým stresům (Mendel, Hänsch 2002, Schwarz, Mendel 2006). Rostliny s nedostatkem Mo jsou velmi citlivé na stresy způsobené nízkou teplotou a zamokřením (Sun et al. 2009) v důsledku ovlivnění biosyntézy ABA. Nedostatek Mo

má rovněž výrazný vliv na tvorbu pylu (Agarwala et al. 1979).

Molybden rostliny přijímají převážně ve formě aniontu MoO_4^{2-} (Gowariker 2009). Jednou z možností jak odstranit nedostatek molybden ve výživě rostlin způsobený zejména jeho nedostatečnou zásobou v půdě nebo nevhodnými podmínkami pro jeho příjem je možnost aplikovat tento prvek v chelátové formě mimokořenovou výživou.

Mezi hnojiva obsahující Mo vázaný v chelátové formě patří LISTER Mo 80 SL, obsahující vodorozpuštěný Mo vázaný chelátovou vazbou na EDTA. Jeho účinek v mimokořenové výživě slunečnice roční byl sledován ve vegetačním pokuse.

Materiál a metody

Tab. 3 Povětrnostní podmínky na lokalitě Žabčice v roce 2014

Měsíc	2014	
	Srážky (mm)	Teplota (°C)
Leden	22,0	1,1
Únor	12,6	2,7
Březen	5,6	8,5
Duben	11,2	11,8
Květen	62,8	14,5
Červen	43,4	18,8
Červenec	85,0	21,5
Srpen	113,6	17,9
Září	116,2	15,6

Na pozemku ŠZP MENDELU v Žabčicích byl založen přesný maloparcelkový pokus se slunečnicí roční. Předplodinou slunečnice byla kukuřice na siláž. Na podzim byla provedena orba, na jaře smykování a

vláčení. Před vysetím slunečnice roční se pozemek vyhnojil dusíkem (LAD v dávce 60 kg N/ha) a byla provedena úprava obsahu fosforu (superfosfát v dávce 30 kg P/ha) a draslíku (draselná sůl v dávce 200 kg K/ha) zjištěná rozбором půdy (tab. 1).

Slunečnice roční (odrůda Neoma) byla vyseta 8. 4. 2014 v meziřádkové vzdálenosti 75 cm a vzdálenosti semen v řádku 18 cm na hloubku 7 cm. Po setí bylo provedeno válení pozemku. V termínu 22. 5. byl aplikován postemergentní herbicid Pulsar 40 v dávce 1,25 l/ha.

Mimokořenová aplikace molybden hnojivem LISTER Mo 80 SL byla provedena ve fázi 8 – 10 listu (3. 6. 2014), ve fázi viditelného 5 internodia (DC 35 - 19. 6. 2014) a ve fázi hvězdičky (DC 55 až 61 - 1. 7. 2014), a to v 5 variantách (kombinacích) hnojení, jak uvádí tabulka 2. Sledované varianty byly založeny ve 4 opakováních.

Tab. 1: Zásoba přístupných živin v půdě před založením pokusu

Půdní druh	pH/CaCl ₂	Obsah přístupných živin v mg. kg ⁻¹ půdy			
		P	K	Ca	Mg
střední	7,3	62	136	6450	219
Vyhodnocení		vyhovující	vyhovující	velmi vysoký	dobry

Údaje charakterizující povětrnostní podmínky na lokalitě Žabčice uvádí tabulka 3.

Před sklizní (29. 9. 2014) byl porost desikován herbicidním přípravkem Reglone v dávce 3 l/ha. Sklizeň pokusu byla provedena 10. 10. 2013 maloparcelkovou mlátičkou.

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

Tab. 2. Schéma pokusu

	Termíny aplikace			Celková dávka Mo
	do 10 listu	do fáze DC 35	DC 55-61	
kontrola	-	-	-	0
Mo 1	20 g Mo/ha (0,27 l)	-	-	20
Mo 2	-	-	20 g Mo/ha (0,27 l)	20
Mo 3	-	40 g Mo/ha (0,54 l)	-	40
Mo 4	20 g Mo/ha (0,27 l)	-	20 g Mo/ha (0,27 l)	40
Mo 5	-	60 g Mo/ha (0,80 l)	-	60

Výsledky a diskuze

Mimokořenová aplikace molybdenu měla pozitivní vliv na výnos nažek slunečnice, jehož navýšení se pohybovalo v rozmezí 2,5 – 11,8 %. Nárůst ve výnosu olejnin účinkem mimokořenové aplikace molybdenu uvádějí Stanislawski-Glubiak (2008) a Grzebisz et al. (2010).

Tab. 4 Vliv termínu aplikace a dávky Mo na výnos nažek slunečnice

Varianta hnojení	Výnos nažek (t/ha)	Relativní %
kontrola	3,376 ^a ± 0,116	100,0
Mo 1	3,582 ^{ab} ± 0,152	106,1
Mo 2	3,644 ^{ab} ± 0,118	107,9
Mo 3	3,774 ^b ± 0,069	111,8
Mo 4	3,677 ^{ab} ± 0,068	108,9
Mo 5	3,460 ^{ab} ± 0,100	102,5

P_{≤0,05} - Následné testování (Fisherův LSD test) - a, b - písmena u výnosu nažek - mezi variantami není statisticky průkazný rozdíl ($p \leq 0,05$) v případě, jsou-li písmena stejná

Ze sledovaných kombinací hnojení se nejvýrazněji projevila mimokořenová výživa molybdenem v dávce 40 g Mo/ha. Rovněž Zoz et al. (2012) prezentuje zvýšení výnosu účinkem listové aplikace Mo v dávce 35 g/ha u pšenice ozimé. Oproti dávce 20 g Mo/ha zvýšilo přihnojení 40 g Mo/ha (var. Mo3 a Mo4) produkci nažek v průměru o 3,35 % rel. Signifikanční ($p \leq 0,05$) nárůst výnosu byl zaznamenán při foliární aplikaci této dávky ve fázi prodlužovacího růstu slunečnice. Dávka 60 g Mo aplikovaná ve fázi DC 35 výnos výrazně neovlivnila (tab. 4). To je v rozporu s výsledky dlouhodobých pokusů, v kterých mělo pozitivní vliv na výnos nažek přihnojení až 125 g Mo na ha (Škarpa et al. 2013), avšak aplikovaného jako molybdenan sodný, nikoli v chelátové formě.

Závěr

Mimokořenová aplikace Mo vázaného v chelátové formě pozitivně ovlivnila výnosu nažek slunečnice. Průměrný nárůst produkce nažek představoval více než 7 %, přičemž produkce nažek byla nejvýrazněji stimulována aplikací Mo v dávce 40 g Mo na hektar ve fázi tvorby 5 internodia (DC 35). Na rozdíl od minerální formy Mo

(Na₂MoO₄) se jeho vyšší dávka (60 g Mo/ha), aplikovaná ve formě chelátu, na výnosu výrazně neprojevila. Je tedy pravděpodobné, že účinnost chelátem vázaného Mo je vyšší, než formy minerální (MoO₄⁻). Je třeba proto v experimentech pokračovat a tuto hypotézu dále prověřit.

Použitá literatura

- Agarwala, S. C., Chatterjee, C., Sharma, P. N., Sharma, C. P., Nautiyal, N. (1979): Pollen development in maize plants subjected to molybdenum deficiency. *Canadian Journal of Botany*, 57: 1946-1950.
- Barron, A. R., Wurzbarger, N., Bellenger, J. P., Wright, S. J., Kraepiel, A. M. L., Hedin, L. O. (2009): Molybdenum limitation of asymbiotic nitrogen fixation in tropical forest soils. *Nature Geoscience*, 2: 42-45.
- Gowariker, V., Krishnamurthy, V. N., Gowariker, S., Dhanorkar, M., Paranjape, K., Borlaug, N. (2009): *The fertilizer encyclopedia*. John Wiley & Sons, Inc., 880 s.
- Grzebisz W., Lukowiak R., Biber M., Przygocka-Cyna K. (2010): Effect of multi-micronutrient fertilizers applied to foliage on nutritional status of winter oilseed rape and development of yield forming elements. *Journal of Elementology*, 15: 477-491.
- Kaiser, B. N., Gridley, K. L., Brady, J. N., Phillips, T., Tyerman, S. T. (2005): The role of molybdenum in agricultural plants production. *Annals of Botany*, 96: 745-754.
- Mendel, R. R., Hänsch R. (2002): Molybdoenzymes and molybdenum cofactor in plants. *Journal of Experimental Botany*, 53(375): 1689-1698.
- Schwarz, G., Mendel, R. R. (2006): Molybdenum cofactor biosynthesis and molybdenum enzymes. *Annual Review of Plant Biology*, 57: 623-647.
- Schwarz, G., Mendel, R. R., Ribbe, M. W. (2009): Molybdenum cofactors, enzymes and pathways. *Nature*, 460(7257): 839-847.
- 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.
- Stanislawski-Glubiak E. (2008): The influence of soil reaction on the effects of molybdenum foliar fertilization of oilseed rape. *Journal of Elementology*, 13: 647-654.
- Sun, X. C., Hu, C. X., Tan, Q. L., Liu, J. S., Liu, H. G. (2009): Effects of molybdenum on expression of cold-responsive genes in abscisic acid (ABA)-dependent and ABA-independent pathways in winter wheat under low-temperature stress. *Annals of Botany*, 104(2): 345-356.
- Škarpa P.; Kunzová E.; Zúkalová H. (2013): Foliar fertilization with molybdenum in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Plant Soil and Environment*, 59(4): 156-161.
- Zoz T., Steiner F., Testa J.V.P., Seidel E.P., Fey R. Castagnara D.D., Zoz A. (2012): Foliar fertilization with molybdenum in wheat. *Ciencias Agrarias*, 33: 633-638.

Kontakní 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

