



**PETR ŠKARPA, EVA KUNZOVÁ,
HELENA ZUKALOVÁ, ALEŠ PAVLÍK**

HNOJENÍ SLUNEČNICE MOLYBDENEM

UPLATNĚNÁ CERTIFIKOVANÁ METODIKA

Mendelova
univerzita
v Brně



2012

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
VÝZKUMNÝ ÚSTAV ROSTLINNÉ VÝROBY, V.V.I.
ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

UPLATNĚNÁ CERTIFIKOVANÁ METODIKA

HNOJENÍ SLUNEČNICE MOLYBDENEM

**Ing. Petr Škarpa, Ph.D. (25%), Ing. Eva Kunzová, CSc. (25 %),
Ing. Helena Zupalová, CSc. (25 %), Ing. Aleš Pavlík, Ph.D. (25%)**

*Realizační výstup výzkumného projektu MZe ČR QH81271 „Optimalizace výživy a hnojení
slunečnice za účelem zvýšení výnosů a kvality produkce“ financovaného Národní
agenturou pro zemědělský výzkum*

ČERVENEC 2012

METODIKA SCHVÁLENA MZE ČR, OSVĚDČENÍ Č.J. 123014/2012-MZE-17221
MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
ISBN: ISBN 978-80-7375-617-8

OBSAH

1. CÍL METODIKY	6
2. VLASTNÍ POPIS METODIKY	6
2.1. ÚVOD	6
2.2. VÝZNAM MOLYBDENU	6
2.3. FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ OBSAH MOLYBDENU V ROSTLINĚ	8
2.4. METODICKÝ NÁVOD PRO HNOJENÍ SLUNEČNICE MOLYBDENEM	8
3. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	15
4. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY	16
5. EKONOMICKÉ ASPEKTY	17
6. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY	18
7. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	19
8. DEDIKACE A PODĚKOVÁNÍ	21

1. CÍL METODIKY

Metodika si klade za cíl seznámit pěstitele slunečnice, zemědělské poradce, pracovníky v zemědělském výzkum a odbornou veřejnost s významem nepostradatelného mikrobiogenního prvku molybdenu (Mo) ve výživě slunečnice roční a na základě výsledků výzkumu poskytnout praktický návod na jeho mimokořenovou aplikaci při pěstování této olejiny s cílem optimalizovat její pěstování za účelem zvýšení výnosu nažek a pozitivního ovlivnění kvality produkce.

2. VLASTNÍ POPIS METODIKY

2.1. ÚVOD

Při pěstování slunečnice roční je významnou součástí její pěstební technologie komplexní přístup k výživě rostlin. Ten vychází ze základního hnojení před setím a zahrnuje zapravení posklizňových zbytků s úpravou poměru C : N, úpravu půdní reakce vápněním a dále zhodnocení výsledků agrochemického zkoušení zemědělských půd a při nízké a vyhovující zásobě živin v půdě úpravu jejich obsahu. Tím se vytváří rostlinám vhodné podmínky pro jejich růst nejen na počátku vegetace, ale i v dalších vývojových fázích, kdy rostliny odčerpávají značná množství živin.

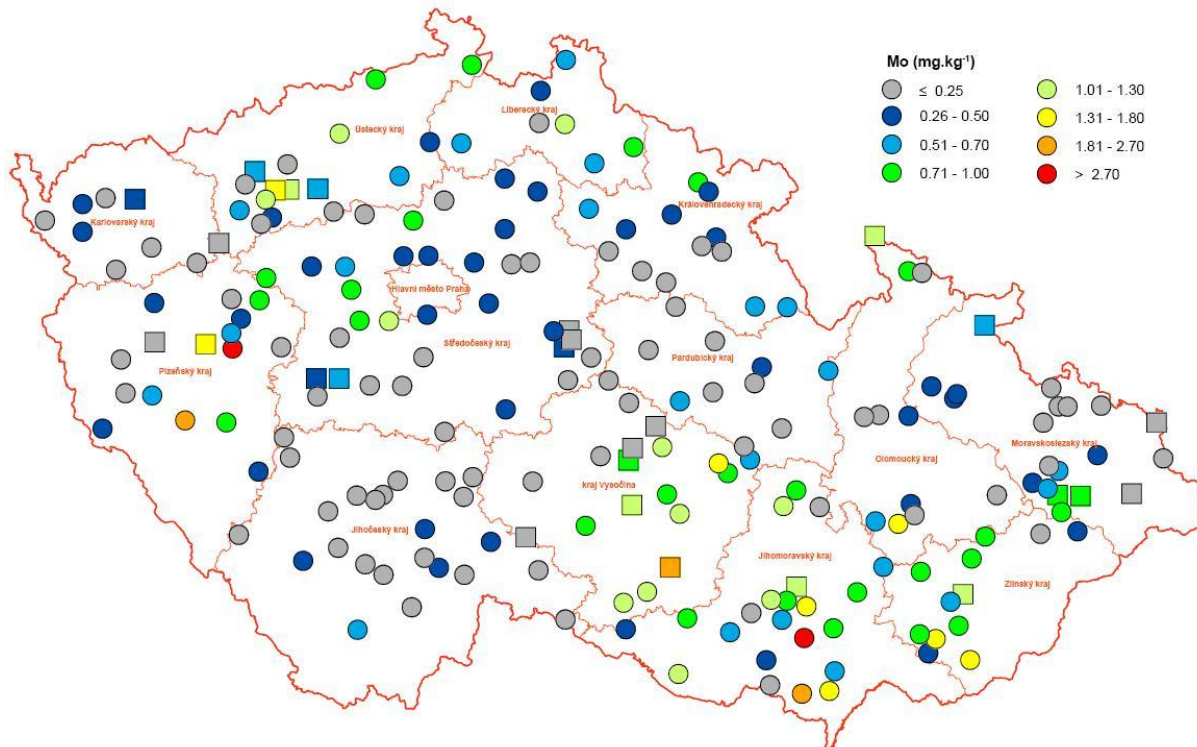
Významnou roli ve výživě slunečnice hrají mikrobiogenní prvky. Jejich příjem kořeny je do velké míry závislý na půdních vlastnostech a půdní zásobě daného mikroelementu. Slunečnice je plodinou náročnou zejména na bór, mangan, zinek a molybden a podle konkrétních půdních podmínek i na další stopové prvky.

2.2. VÝZNAM MOLYBDENU

Průměrný obsah molybdenu (Mo) se na orných půdách pohybuje kolem 2 mg celkového Mo.kg⁻¹ a 0,2 mg přístupného Mo.kg⁻¹ půdy (Mengel a Kirkby 1987), přitom zvýšený obsah přístupného molybdenu je patrný na půdách alkalických s vyšším obsahem jílovitých částic (Srivastava a Gupta 1996). Jeho nedostatek se naopak projevuje na půdách lehkých, kyselých, v aridních oblastech a na půdách ve vysokém stupni zvětrávání (Reddy *et al.* 1997; Gupta 1997). V půdním prostředí se vyskytuje ve vodorozpustné, výměnné a nevýměnné formě. Rozpustnost a pohyblivost Mo v půdě závisí zejména na stupni nasycení sorpčního komplexu vápníkem, při vyšším obsahu se zvyšuje. Rovněž vyšší koncentrace fosfátových iontů a vyšší pH může příznivě působit na zvýšení přístupnosti molybdenu

(Richter a Hlušek 1994; Poláková *et al.* 2011). Z výsledků bazálního monitoringu půdy v ČR z let 1992 - 2007 (Poláková *et al.* 2011) je patrný obsah Mo v ornici půd lehkých v průměru $0,53 \text{ mg.kg}^{-1}$, v ornici ostatních půd $0,44 \text{ mg.kg}^{-1}$. Obsah molybdenu v ornici na území ČR uvádí obr. 1.

Obr. 1. Obsah molybdenu v ornici v ČR v mg.kg^{-1} (ÚKZÚZ, Poláková *et al.* 2011)



Molybden rostliny přijímají převážně ve formě aniontu MoO_4^{2-} (Richter a Hlušek, 1994, Gowariker 2009). Marschner (2002) uvádí, že v této formě je daleko lépe přijatelný než v jiných sloučeninách. Do rostliny vstupuje pomocí kořenů i pokožky nadzemních částí (Richter a Hlušek, 1994). V rostlině je transportován na dlouhé vzdálenosti xylémem a floémem pravděpodobně ve formě MoO_4^{2-} (Kannan a Ramani, 1978; Marschner, 2002).

Jeho funkce v živých organismech bývá spojena s jeho schopností změnit valenci (Marschner, 2002). Molybden je součástí více než 60 enzymů katalyzujících různé oxidačně redukční reakce (Mendel a Schwarz, 1999; Zimmer a Mendel, 1999). K významným enzymům vyšších rostlin, jejichž součástí je Mo, se řadí 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.

Kritické množství Mo vyvolávající příznaky jeho deficitu bývá u mnoha rostlinných druhů velmi nízké a pohybuje se mezi $0,1$ až $1,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ sušiny (Gupta a Lipsett, 1981). Ve spojitosti s nízkým pH se symptomy jeho nedostatku mohou prohlubovat používáním

fyziologicky kyselých dusíkatých hnojiv obsahující NO_3^- dusík a nízkou teplotou (Flohrová, 1991; Wang *et al.* 1999).

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.

2.3. FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ OBSAH MOLYBDENU V ROSTLINĚ

Optimální zásoba molybdenu v rostlině je závislá zejména na stanovišti (půdě) a vnějších faktorech prostředí. Mezi parametry, které je třeba zohlednit při výběru pozemku, řadíme:

- obsah molybdenu v půdě - celkový obsah molybdenu v půdě by neměl být nižší než $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ půdy, vodorozpustný obsah by neměl klesnout pod $0,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ půdy (biopřístupnost Mo je velmi závislá na pH v půdě)
- pH půdy - na alkalických půdách je mobilita molybdenu vyšší

Dalším faktorem ovlivňující příjem molybdenu rostlinou patří:

- teplota prostředí - zejména při nízké zásobě vodorozpustného (mobilního) molybdenu v půdě může dojít v počátečních fázích vývoje porostu vlivem nízké teploty k projevům jeho nedostatku způsobeným jeho deficitem v rostlině

2.4. METODICKÝ NÁVOD PRO HNOJENÍ SLUNEČNICE MOLYBDENEM

Metodický návrh mimokořenové aplikace Mo v porostu slunečnice vychází ze 4. letého vegetačního experimentu, v kterém bylo sledováno působení listové aplikace molybdenu v různých dávkách, kombinacích a termínech na chemické složení rostlin slunečnice, výnos nažek, obsah oleje a jeho kvalitu (zastoupení mastných kyselin).

K experimentu byly vybrány pozemky s nízkým obsahem Mo v půdě ($0,2 - 0,3 \text{ mg}$ celkového Mo.kg^{-1}). Půdní reakce (pH/CaCl_2) se pohybovala mezi slabě kyselou až neutrální. Zásoba makrobiogenních živin se v jednotlivých letech pohybovala na úrovni dobré až vysoké, dusík byl na základě výpočtu s korekcí jeho dávky na N_{min} stanoveném před setím aplikován v dávce 100 kg N/ha .

Mimokořenová aplikace molybdeny byla provedena ve 2 fázích:

1. BBCH 14 - 4 listy (2. pár listů) vyvinuty
2. BBCH 30 - počátek prodlužovacího růstu

Dávky molybdeny, aplikovaného formou molybdenanu sodného, jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1 Dávky molybdeny

varianta hnojení		dávka molybdeny.ha ⁻¹	dávka vody.ha ⁻¹	fáze aplikace
1.	Kontrola	-	-	-
2.	Mo - 1	125 g Mo	300 l	BBCH 14
3.	Mo - 2	125 g Mo	300 l	BBCH 30
4.	Mo - 3	62 g Mo	300 l	BBCH 14
		62 g Mo	300 l	BBCH 30

Molybden byl aplikován na porost, který vykazoval dostatečnou zásobu všech makrobiogenních prvků (tab. 2). Půda však nebyla schopna rostlině poskytnout dostatečné množství molybdeny, jehož optimální množství se pohybuje v rozmezí 0,4 – 1,0 mg.kg⁻¹ sušiny. Příčinou jeho podlimitního obsahu v rostlině byl jeho nízký obsah v půdě.

Tab. 2. Anorganické rozborů rostlin ve fázi BBCH 14

varianta	sušina 1 rostl. (g)	% absolutní sušiny					mg.kg ⁻¹ absolutní sušiny		
		N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Mo
Kontrola	3,01	4,27	0,40	5,04	1,94	0,77	35,60	46,86	0,38

Listová aplikace molybdeny se projevila navýšením jeho obsahu v listech i stonku slunečnice (tab. 3.). Obě dávky Mo zvýšily hmotnosti sušiny listů (v průměru o 18,9 %) i stonků (v průměru o 32,2 %) a podíleli se na navýšení obsahu dusíku a fosforu v rostlině.

Tab. 3. Anorganické rozborů rostlin ve fázi BBCH 30

varianta	sušina 1 rostl. (g)	% absolutní sušiny					mg.kg ⁻¹ absolutní sušiny		
		N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Mo
list									
Kontrola	8,68	4,13	0,40	4,23	2,05	0,89	66,44	47,60	0,96
Mo - 1	10,54	4,32	0,44	4,16	1,81	0,84	71,04	46,87	9,29
Mo - 3	10,03	4,37	0,45	4,37	2,17	0,79	69,02	45,89	6,13
stonek									
Kontrola	3,77	2,09	0,28	5,87	1,18	0,81	49,07	69,44	0,45
Mo - 1	4,97	2,18	0,33	5,80	1,10	0,83	44,20	77,82	0,97
Mo - 3	5,00	2,13	0,31	6,17	1,17	0,77	47,13	69,12	0,78

Zvýšená tvorba sušiny na variantách s aplikací mikroelementu zapříčinila zvýšený odběr všech makrobiogenních i mikrobiogenních prvků porostem slunečnice (listy a stonku) uváděného v tabulce 4.

Tab. 4. Odběr živin 1 rostlinou slunečnice v mg ve fázi BBCH 30

varianta	Odběr živin 1 rostlinou slunečnice v mg							
	N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Mo
list								
Kontrola	358,5	34,7	367,2	177,9	77,3	0,58	0,41	0,0083
Mo - 1	455,3	46,4	438,5	190,8	88,5	0,75	0,49	0,0979
Mo - 3	438,3	45,1	438,3	217,7	79,2	0,69	0,46	0,0615
stonek								
Kontrola	78,8	10,6	221,3	44,5	30,5	0,18	0,26	0,0017
Mo - 1	108,3	16,4	288,3	54,7	41,3	0,22	0,39	0,0048
Mo - 3	106,5	15,5	308,5	58,5	38,5	0,24	0,35	0,0039

Z rozborů rostlin ve fázi BBCH 35 je nadále patrný stimulační účinek Mo na příjem a utilizaci dusíku v rostlině slunečnice. V průměru se obsah N v listech slunečnice zvýšil o 7,7 %. Aplikace Mo v pozdější fázi vegetace zvýšila jeho obsah v pletivech, zatímco jeho množství na variantě po listové aplikaci ve fázi BBCH 14 se postupně snižovalo.

Vlivem foliární výživy byl zaznamenán výrazný nárůst hmotnosti rostlin, který byl na variantách s aplikací molybdenu v průměru o 26,5 % vyšší při srovnání s variantou nehnojenou. Tento fakt a rovněž i zvýšený příjem živin (zejména N) způsobený listovou výživou zaznamenal nárůst v odběru všech biogenních prvků porostem slunečnice, znázorněným v tabulce 6.

Tab. 5. Anorganické rozborů rostlin ve fázi BBCH 35

varianta	sušina 1 rostl. (g)	% absolutní sušiny					mg.kg ⁻¹ absolutní sušiny			
		N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Mo	
list										
Kontrola	27,56	3,02	0,36	3,35	1,74	0,83	61,99	45,34	0,82	
Mo - 1	38,29	3,05	0,38	3,55	1,75	0,76	62,21	55,81	3,85	
Mo - 2	34,26	3,20	0,39	3,73	1,66	0,68	61,03	44,44	10,16	
Mo - 3	32,00	3,51	0,39	3,34	1,69	0,82	58,85	43,46	12,76	
stonek										
Kontrola	26,15	1,10	0,25	4,49	0,83	0,71	24,02	47,42	0,31	
Mo - 1	35,09	1,24	0,26	4,47	0,77	0,69	24,07	44,30	0,43	
Mo - 2	29,66	1,48	0,30	4,60	0,76	0,61	26,47	47,58	0,65	
Mo - 3	30,74	1,40	0,25	4,32	0,79	0,71	23,82	43,50	0,93	

Tab. 6. Odběr živin 1 rostlinou slunečnice v mg ve fázi BBCH 30

varianta	Odběr živin 1 rostlinou slunečnice v mg							
	N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Mo
list								
Kontrola	832,3	99,2	923,3	479,5	228,7	1,71	1,25	0,0226
Mo - 1	1167,8	145,5	1359,3	670,1	291,0	2,38	2,14	0,1474
Mo - 2	1096,3	133,6	1277,9	568,7	233,0	2,09	1,52	0,3481
Mo - 3	1123,2	124,8	1068,8	540,8	262,4	1,88	1,39	0,4083
stonek								
Kontrola	287,7	65,4	1174,1	217,0	185,7	0,63	1,24	0,0081
Mo - 1	435,1	91,2	1568,5	270,2	242,1	0,84	1,55	0,0151
Mo - 2	439,0	89,0	1364,4	225,4	180,9	0,79	1,41	0,0193
Mo - 3	430,4	76,9	1328,0	242,8	218,3	0,73	1,34	0,0286

VÝNOSOVÉ PARAMETRY

U všech variant se přihnojení molybdenem signifikantně ($P \leq 0,05$) projevilo nárůstem výnosu nažek slunečnice, jak uvádí tabulka 7. Navýšení výnosu se pohybovalo v rozmezí 10,8 – 13,3 %. Ze sledovaných kombinací hnojení se nejvýrazněji na výnosu projevila mimokořenová výživa molybdenem v jednotné dávce 125 g Mo.ha⁻¹ ve fázi BBCH 30 (navýšení o 13,3 %).

Tab. 7. Výnos nažek slunečnice (t.ha⁻¹)

Varianta hnojení	Výnos nažek (t.ha ⁻¹) ± SE	Rel. %	$P \leq 0,05$ (Fisherův LSD test)
Kontrola	2,508 ± 0,198	100,0	a
Mo - 1	2,796 ± 0,282	111,5	b
Mo - 2	2,842 ± 0,265	113,3	b
Mo - 3	2,780 ± 0,220	110,8	b

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

Z kvalitativních parametrů slunečnice roční byl v experimentu hodnocen obsah oleje (olejnatost nažek) a zastoupení vybraných mastných kyselin (C 16:0 - palmitová kyselina; C 16:1 - palmitoolejová kyselina; C 18:0 - stearová kyselina; C 18:1 - olejová kyselina; C 18:1 - linolová kyselina).

Jak uvádí tabulka 8, byl prokázán stabilizační vliv aplikace molybdenu na olejnatost nažek. Její hodnoty se na variantách s aplikací molybdenu lišily od kontrolní varianty jen nepatrně (relativní navýšení v rozsahu 1,4 – 2,6 %), statisticky neprůkazně ($P \leq 0,05$).

Tab. 8. Olejnatost nažek slunečnice (%)

Varianta hnojení	Výnos nažek (t.ha ⁻¹) ± SE	Rel. %	$P \leq 0,05$ (Fisherův LSD test)
Kontrola	44,83 ± 0,61	100,0	a
Mo - 1	45,98 ± 0,70	102,6	a
Mo - 2	45,47 ± 0,76	101,4	a
Mo - 3	45,48 ± 0,85	101,4	a

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

V důsledku srovnatelného obsahu oleje v nažkách slunečnice mezi sledovanými kombinacemi hnojení korelovala ($r = 0,9937$) produkce oleje statisticky vysoce průkazně ($p \leq 0,001$) s výnosem nažek. Na základě tohoto faktu byl trend účinku mimokořenové aplikace Mo na výnos oleje totožný s působením listové výživy na výnos nažek, jak ukazuje tabulka 9. Relativní navýšení produkce nažek vlivem listového přihnojení sledovaným mikroprvkem představovalo v průměru 15,7 %.

Tab. 9. Produkce oleje slunečnice (t.ha⁻¹)

Varianta hnojení	Produkce oleje (t.ha ⁻¹) ± SE	Rel. %	$P \leq 0,05$ (Fisherův LSD test)
Kontrola	1,191 ± 0,083	100,0	a
Mo - 1	1,387 ± 0,021	116,5	b
Mo - 2	1,384 ± 0,104	116,2	b
Mo - 3	1,362 ± 0,082	114,4	b

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

Kromě kyseliny stearové, u které došlo k navýšení jejího obsahu na variantě hnojené molybdenem v počáteční fázi o více než 11 %, neměla mimokořenová výživa na obsah mastných kyselin signifikantní vliv ($p \leq 0,05$), jak uvádí tabulka 10. Nejvýznamnější mastnou kyselinou u hybridů „*high oleic*“ je kyselina olejová, jejíž podíl by měl na celkovém množství oleje dosáhnout 82 %). Jak je patrné z výsledků rozborů, její obsah se na variantách hnojených molybdenem pohyboval mezi 84,9 – 87,3 %. Výsledky tak potvrzují, že množství kyseliny olejové nebylo účinkem aplikace molybdenu statisticky průkazně ($p \leq 0,05$) ovlivněno.

Tab. 10 Obsah mastných kyselin v nažkách slunečnice (%)

Mastná kyselina	Obsah MK (%) ± SE	Varianta hnojení			
		Kontrola	Mo - 1	Mo - 2	Mo - 3
C 16:0	Průměr ± SE	3,39±0,10	3,46±0,11	3,49±0,14	3,30±0,12
	Rel. %	100,0	101,9	102,7	97,1
	$P \leq 0,05$	a	a	a	a

Mastná kyselina	Obsah MK (%) ± SE	Varianta hnojení			
		Kontrola	Mo - 1	Mo - 2	Mo - 3
C 16:1	Průměr ± SE	0,111±0,01	0,113±0,01	0,108±0,01	0,112±0,01
	Rel. %	100,0	101,7	97,2	101,1
	P≤0,05	a	a	a	a
C 18:0	Průměr ± SE	3,20±0,08	3,56±0,08	3,40±0,09	3,38±0,06
	Rel. %	100,0	111,3	106,2	105,5
	P≤0,05	a	b	ab	ab
C 18:1	Průměr ± SE	87,01±1,24	84,89±1,65	85,12±1,27	87,29±1,12
	Rel. %	100,0	97,6	97,8	100,3
	P≤0,05	a	a	a	a
C 18:2	Průměr ± SE	6,28±1,26	7,98±1,59	7,84±1,15	5,93±1,02
	Rel. %	100,0	127,1	124,9	94,4
	P≤0,05	a	a	a	a

C 16:0 Palmitová kyselina; C 16:1 Palmitoolejová kyselina; C 18:0 Stearová kyselina; C 18:1 Olejová kyselina; C 18:1 Linolová kyselina; P≤0,05 - Následné testování (Fisherův LSD test) - a, b – písmena u výnosu semen – mezi variantami není statisticky průkazný rozdíl ($p \leq 0,05$) v případě, jsou-li písmena stejná

ZÁVĚR

Z výsledků 4. letého výzkumu je patrné, že mimokořenová aplikace molybdenu na porost slunečnice roční má své praktické opodstatnění a ve svém důsledku zvyšuje jeho obsah v rostlině, což se kladně projeví na příjmu makrobiogenních živin (zejména N a P), nárůstu sušiny a následně tak i pozitivnímu ovlivnění výnosu nažek slunečnice. Průměrný nárůst produkce nažek představoval téměř 12 %. Přitom produkce nažek byla nejvýrazněji stimulována aplikací Mo v dávce 125 g Mo na hektar ve fázi BBCH 30. Při průměrném výnosu slunečnice v roce 2011, uváděným zdroji ČSÚ na úrovni 2,54 t/ha, by se jeho 12% zvýšení promítlo do ekonomiky pěstování slunečnice zvýšením tržeb o 3.790,00 Kč.ha⁻¹ při aktuální ceně komodity z první dekády května roku 2012 ve výši 12.433,00 Kč za 1 tunu nažek (burza MATIF). Mimokořenová výživa molybdenem neovlivnila obsah oleje v nažkách. Produkce oleje tak byla významně závislá na výnosu nažek. Obsah kyseliny olejové nebyl mimokořenovou výživou ovlivněn.

DOPORUČENÍM PRO PRAXI

Optimální zásobenost porostu slunečnice molybdenem bude při splnění následujících podmínek:

- dobrá zásoba všech makrobiogenních a mikrobiogenních prvků v půdním prostředí
- vhodné pH půdy, jako nezbytný faktor ovlivňující mobilitu živin a následně jejich příjem rostlinou – na kyselých půdách s pH < 6,0 se výrazně snižuje přijatelnost

molybden. Tvorba nerozpustných sloučenin je intenzivnější v půdách s vyšším obsahem oxidů železa a hliníku

- optimální zásoba celkového a vodorozpustného molybdenu v půdě

Při nízké zásobě Mo v půdě v podmínkách nepříznivých pro jeho příjem rostlinou (nízká půdní teplota, nevhodné půdní podmínky pro příjem mikroelementu, nerozpustná forma Mo v půdě, aj) a při překonání kritických podmínek v růstu rostlin (zvláště při poškození kořenů) volíme možnost mimokořenové výživy rostlin formou postřiku na list

Návod na optimalizaci výživného stavu Mo:

1. Zjištění skutečného obsahu Mo v rostlině anorganickým rozbořem rostlin (ARR) odebraných z porostu na počátku vegetace (od fáze BBCH 14)
2. Hodnocení obsahu molybdenu v rostlinné hmotě – srovnání s optimálním obsahem (optimální obsah molybdenu v rozmezí 0,4 – 1,0 mg.kg⁻¹ sušiny)
3. Při zjištění deficitu Mo využití mimokořenové výživy v období tvorby 2. páru pravých listů (BBCH 14) do fáze prodlužovacího růstu (BBCH 30)
4. dávka Mo ve formě listové výživy se pohybuje v rozmezí od 50 g (při nízkém deficitu) do 125 g Mo.ha⁻¹ (při velkém nedostatku), jak uvádí tabulka 11

Tab. 11 Doporučené dávky Mo (g.ha⁻¹) na základě jeho obsahu v rostlině (v mg.kg⁻¹ sušiny)

Obsah Mo v rostlině (v mg.kg ⁻¹ sušiny)				
Vysoký deficit	Střední deficit	Nízký deficit	Optimální obsah	Vysoký obsah
pod 0,25	0,25 – 0,32	0,33 – 0,39	0,40 – 1,00	nad 1,00
Aplikovaná dávka molybdenu (g.ha ⁻¹)				
125	90	50	0	0

5. Listovou výživu lze rovněž provádět formou dělených dávek.

3. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Metodika „Hnojení slunečnice molybdenem“ přináší nový postup v souladu s § 2, odst. 1, písmene a), bodu 2, zákona č. 130/2002 Sb. Metodického postupu bylo dosaženo systematickou tvůrčí činností v aplikovaném výzkumu, kterým byly experimentální práce prováděné s cílem získání nových poznatků zaměřených na budoucí využití v praxi.

V předložené metodice je popsán metodický postup mimokořenové aplikace listového hnojiv obsahujícího molybden, jako významný mikrobiogenní prvek nepostradatelný ve výživě rostlin.

Vlastní popis certifikované metodiky uvádí metodický návod listové výživy s uvedením konkrétních dávek živiny a termínů aplikace s pozitivním dopadem na výnos a kvalitu produkce nažek slunečnice.

Podobný metodický návod týkající se problematiky listové výživy molybdenem ve slunečnici roční dosud nebyl formou certifikované metodiky publikován.

4. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika je určena především pěstitelům slunečnice, kteří v ní naleznou metodický postup o doplnění managementu pěstování této významné olejnině s cílem dosažení optimálních výnosů nažek a jejich kvality. Postup popsany v metodice je uplatnitelný rovněž v zemědělském poradenském systému MZe ČR v různých půdně klimatických podmínkách a způsobech hospodaření v rámci ČR.

Metodika byla uplatněna „Smlouvou o uplatnění certifikované metodiky“ uzavřenou mezi Mendelovou univerzitou v Brně a zemědělským subjektem Ostrožsko a.s..

5. EKONOMICKE ASPEKTY

Výnos a kvalita produkce slunečnice roční je závislá na průběhu vegetace, který je ovlivňován celou řadou faktorů. Mezi hlavní faktory, jejichž úroveň lze ovlivnit agrotechnickými zásahy pěstitelů řadíme výživu rostlin, se zaměřením na zásobu a přijatelnost biogenních živin obsažených v živném prostředí porostu. V případě nepříznivých vnějších podmínek (zejména klimatických či půdních) je doporučováno zařadit do managementu pěstování slunečnice výživu mimokořenovou, jako doplňující zdroj pohotových živin a látek s pozitivním účinkem na růst a vývoj rostlin slunečnice roční.

Postupy hnojení molybdenem formou listové výživy, uvedené v metodickém návodu, zvyšují prokazatelně výnos nažek slunečnice roční až o 13 %. Z ekonomického hlediska se při průměrném hektarovém výnosu 2,5 t nažek a při ceně komodity uváděné burzou MATIF z první dekády května roku 2012 ve výši 12.433,00 Kč za 1 tunu nažek jedná o navýšení tržeb pěstiteli o 3.700,00 Kč.ha⁻¹.

6. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- FLOHROVÁ, A.: Význam stopových prvků pro výživu polní zeleniny. Studie VTR, ÚVTIZ, Ř. Rostl. Výr., Praha, č. 2., 1991, 39 s.
- GOWARIKER, V.: *The fertilizer encyclopedia*. HOBOKEN, N. J.: John Wiley & Sons, 2009: 861 s.
- GUPTA, U. C.: Deficient, sufficient, and toxic concentrations of molybdenum in crops. In: GUPTA, U. C.: ed. *Molybdenum in Agriculture*. New York: Cambridge University Press, 1997, 150–159
- GUPTA, U. C., LIPSETT, J.: Molybdenum in soils, plants, and animals. *Advances in Agronomy* 1981, 34:73-115
- KANNAN, S., RAMANI, S.: Studies on molybdenum absorption and transport in bean and rice. *Plant Physiology*. 1978, 62:179-181
- MARSCHNER, H.: *Mineral Nutrition of Higher Plants*, 2nd ed. New York: Academic Press 2002, 889 s.
- MENDEL, R. R., SCHWARZ, G.: Molybdoenzymes and molybdenum cofactor in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 19991, 8:33-69
- MENGEL, K., KIRKBY, E. A.: *Principles of Plant Nutrition*. 4th ed. Bern, Switzerland: International Potash Institute, 1987, 551-558.
- POLÁKOVÁ, Š., KUBÍK, L., MALÝ, S., NĚMEC, P.: Monitoring zemědělských půd v České republice 1992–2007, ÚKZÚZ, Brno, 2011, 118 s.
- REDDY, K. J., MUNN, L. C., WANG, L.: Chemistry and mineralogy of molybdenum in soils. In: GUPTA, U. C.: ed. *Molybdenum in Agriculture*. New York: Cambridge University Press, 1997, 4-22.
- RICHTER, R., HLUŠEK, J.: Výživa a hnojení rostlin (I. Obecná část). VŠZ Brno, 1994, 177 s.
- SRIVASTAVA, P. C., GUPTA, U. C.: *Trace Elements in Crop Production*. Labanon, NH: Science Publishers, Inc., 1996, 101-104.
- SRIVASTAVA, P. C.: Biochemical significance of molybdenum in crop plants. In: Gupta, U. C.: ed. *Molybdenum in Agriculture*. New York: Cambridge University Press, 1997, 47-70
- WANG, Z. Y., TANG, Y. L., ZHANG, F. S.: Effect of molybdenum on growth and nitrate reductase activity of winter wheat seedlings as influenced by temperature and nitrogen treatments. *Journal of Plant Nutrition*. 1999, 22:387-395
- ZIMMER, W., MENDEL, R.: Molybdenum metabolism in plants. *Plant Biology*. 1999, 1:160-168

7. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- CERKAL, R., KAMLER, J., ŠKARPA, P., POKORNÝ, R., MAREČEK, V., FAJMAN, M., MUŠKA, F.: *Methods of Cultivation and Important Factors Affecting the Yield and Quality of Sunflower*. In: *Sunflowers: Cultivation, Nutrition, and Biodiesel Uses*. 1. vyd. 1. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2011, 47-98. ISBN 978-1-61761-309-8. URL: https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=13105
- KUNZOVÁ, E., ŠREK, P., ŠKARPA, P., ZUKALOVÁ, H.: Charakteristiky výnosu slunečnice v našich klimatických podmínkách. *Úroda*. 2011, 6, 38-41. ISSN 0139-6013.
- KUNZOVÁ, E., ŠREK, P., ŠKARPA, P., ZUKALOVÁ, H.: Vliv hybridů a půdně-klimatických podmínek na výnos a kvalitu slunečnice roční. *Úroda*. 2010, 1, 649-652. ISSN 0139-6013.
- KUNZOVÁ, E., ŠREK, P., ŠKARPA, P., ZUKALOVÁ, H.: Vliv půdně-klimatických podmínek A hybridů na výnos a kvalitu slunečnice roční. In *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax*. 2. vyd. Piešťany: Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, 2011, 18-21. ISBN 978-80-89417-31-5.
- ŠKARPA, P.: Předseťové hnojení slunečnice. *Květy olejnin*. 2010,15:4, 7-8. ISSN 1213-1989.
- ŠKARPA, P., KUNZOVÁ, E. ZUKALOVÁ, H.: Optimalizace výživy a hnojení slunečnice v různých půdně-klimatických podmínkách. In *25. vyhodnocovací seminář "Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice"*. 1. vyd. Praha: SPZO s.r.o., 2008, 241-246. ISBN 978-80-87065-07-5.
- ŠKARPA, P., KUNZOVÁ, E., ZUKALOVÁ, H.: Dusík a mikroelementy ve výživě slunečnice. *Úroda*. 2009, 6, 44-49. ISSN 0139-6013.
- ŠKARPA, P., KUNZOVÁ, E., ZUKALOVÁ, H.: The effect of N and P application on the yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus*, L.). *Agrochémia : Agrochemistry*. 2010,14:4, 8-13. ISSN 1335-2415.
- ŠKARPA, P., KUNZOVÁ, E., ZUKALOVÁ, H.: Účinek interakce výživy dusíkem a mikroelementy na výnos a kvalitu nažek slunečnice roční. In *Sborník referátů z 28. vyhodnocovacího semináře Hluk 24. -25. 11. 2011*. 1. vyd. Praha: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, 2011, 221-226. ISBN 978-80-87065-36-5.
- ŠKARPA, P., RICHTER, R., KUNZOVÁ, E., ZUKALOVÁ, H.: Optimalizace výživy slunečnice mikroelementy. *Agrochémia : Agrochemistry*. 2009, 13:2, 15-21. ISSN 1335-2415.
- ŠKARPA, P., RICHTER, R.: Nezbytnost mikrobiogenních prvků ve výživě slunečnice. *Květy olejnin*. 2008, 13:8, 5-6. ISSN 1213-1989.

- ŠKARPA, P., ZUKALOVÁ, H., KUNZOVÁ, E.: Účinek mimokořenové aplikace molybdenu na výnos slunečnice roční. In *Prosperující olejniny 2011*. 1. vyd. Praha: ČZU Praha, 2011, 114-117. ISBN 978-80-213-2218-9.
- ŠKARPA, P.: Bór, zinek a molybden ve výživě slunečnice. *Úroda*. 2010, 4, 30-32. ISSN 0139-6013.
- ŠKARPA, P.: Boron - Indispensable Micro Nutrient in Sunflower (*Helianthus Annuus L.*) Nutrition. [CD-ROM]. In Proceedings of the International Conference Soil, Plant and Food Interactions. 2011, 456-464. ISBN 978-80-7375-534-8.
- ŠKARPA, P.: Hnojení slunečnice před založením porostů. *Květy olejin*. 2009, 14:3, 5. ISSN 1213-1989.
- ŠKARPA, P.: Komplexní hnojení slunečnice v našich podmínkách. *Zemědělec*. 2010, ISSN 1211-3816.
- ŠKARPA, P.: Možnosti předset'ového hnojení slunečnice. *Květy olejin*. 2011, 16:4, 8. ISSN 1213-1989.
- ŠKARPA, P.: Optimalizace výživy slunečnice roční - výsledky pokusů 2009/2010. In *Sborník příspěvků z konference Hluk*. Praha: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejin, 2010, 310-312. ISBN 978-80-87065-25-9.
- ŠKARPA, P.: The effect of insufficient nutrition on the development of the sunflower (*Helianthus annuus, L.*) root system. [CD-ROM]. In 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture Proceedings. 2011, 695-699. ISBN 978-953-6135-71-4.
- ŠKARPA, P.: Výsledky pokusů s mimokořenovou výživou slunečnice roční - 2008/2009. In *Sborník referátů z 26. vyhodnocovacího semináře Hluk 19-20. 11. 2009*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: SPZO s.r.o., Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejin, Praha, 2009, 407-411. ISBN 978-80-87065-14-3.
- ZUKALOVÁ, H., BEČKA, D., VAŠÁK, J., KUNZOVÁ, E., ŠKARPA, P.: Olejniny v České republice a jejich kvalita. In *Prosperující olejniny*. 1. vyd. Praha: ČZU Praha, 2008, 110-114. ISBN 978-80-213-1860-1.
- ZUKALOVÁ, H., ŠKARPA, P., KUNZOVÁ, E.: Slunečnice - druhá nejvýznamnější olejina v ČR. In *Prosperující olejniny*. Praha: ČZU Praha, 2009, 104-107. ISBN 978-80-213-2012-3.

8. DEDIKACE A PODĚKOVÁNÍ

Uplatněná certifikovaná metodika vznikla z výsledků řešení projektu financovaného Národní agenturou pro zemědělský výzkum (NAZV) MZe ČR QH 81271 „Optimalizace výživy a hnojení slunečnice za účelem zvýšení výnosů a kvality produkce“.

OPONENTI:

Ing Radoslav Bujnovský, CSc., Výskumný ústav pôdoznaectva a ochrany pôdy, Bratislava

Ing. Michaela Budňáková, Ministerstvo zemědělství ČR, Praha

