

FORMY ZINKU V LISTOVÝCH HNOJIVECH OVLIVŇUJÍ VÝNOS SEMENE MÁKU JARNÍHO

Forms of zinc in foliar fertilizers affect the yield seeds of spring poppy

Petr ŠKARPA, Rostislav RICHTER

Mendelova univerzita v Brně

Abstract: In a field trial with spring poppy was monitored in ŠZP – Žabčice the impact of forms of Zn in selected foliar fertilizers on dry matter per plant, Zn content in dry matter and receive of plant. From the foliar fertilizers were compared Lister Zn 80 (chelate), YV Zintrac 700 (bond ZnO), Zinkosol Forte (complexes bond) compared to ZnSO₄ and untreated control. After applied foliar nutrition (200 g Zn/ha) was in the range of 10 and 45 days in plants demonstrated positively influencing the zinc content in dry matter. Foliar applied zinc in ionic form (ZnSO₄) was intensely poppy plant immediately accepted into the plant as opposed to the zinc bounding in chelate or complex bond. On the other side, zinc bound to the ligand, protected from the formation of insoluble forms, and thus extended its capacity of absorption and apparently mobility in the plant in subsequent phases of the development of crop, that contributed to topping yield seeds of poppy, especially Zinkosol and Lister (increase 12.7 and 14.4 %).

Keywords: poppy, except - roots, forms of zinc, yield seeds

Souhrn: V polním pokuse s mákem jarním byl sledován na ŠZP v Žabčicích vliv forem zinku ve vybraných listových hnojivech na hmotnost sušiny jedné rostliny, obsah Zn v sušině a jeho odběr rostlinou. Z listových hnojiv byl porovnáván Lister Zn 80 (chelátová vazba), YV Zintrac 700 (vazba ZnO), Zinkosol Forte (komplexová vazba) oproti ZnSO₄ a neošetřené kontrole. Po provedené foliární výživě (200 g Zn/ha) bylo v intervalu 10 a 45 dní v rostlinách prokázáno pozitivní ovlivnění obsahu Zn v sušině. Foliárně aplikovaný zinek v iontové formě (ZnSO₄) byl rostlinami máku bezprostředně intenzivně přijímán do rostliny na rozdíl od zinku vázaného v chelátové, nebo komplexové vazbě. Na druhou stranu byl zinek, vázaný na ligand, chráněn před vznikem nerozpustných forem, a tak byla prodloužena jeho schopnost absorpce a zřejmě i mobility v rostlině v dalších fázích vývoje porostu, což přispělo k navýšení výnosu semene máku, zejména u Zinkosolu a Listeru (navýšení o 12,7 a 14,4 %).

Klíčová slova: mák, mimokořenová výživa, formy zinku, výnos semen

Úvod

Ve výživě máku hrají významnou úlohu vedle makrobiogenních prvků i prvky mikrobiogenní. Z nich jsou to zvláště bór a zinek. Oba tyto prvky zasahují do celé řady metabolických procesů. Příjem zinku z půdy negativně ovlivňuje alkalická půdní reakce, vysoký obsah fosforu a také nízká půdní vlhkost. Proto je výhodné ho aplikovat mimokořenovou výživou, přičemž je rostlinami absorbován do 24 hod. (Marschner, 1995). Bechyně et al. (2001) ho doporučuje aplikovat ve fázi pylových tetrád, kde přispívá k lepšímu opylování a tvorbě semen. V rostlině je středně mobilní a jeho optimální obsah se pohybuje v rozmezí 20 – 100 mg/kg sušiny (Bergmann, 1986).

Aktuálně se pozornost výrobců listových hnojiv zaměřuje na chelátová hnojiva. Podstatou je ligand a minerální iont, který je vyvázan polární a koordinační vazbou. Pro cheláty je typické, že kov je vázán nejméně na dvou místech. Význam půdních chelátů spočívá v jejich stálosti a rozpustnosti v půdě a v půdním roztoku. Tato sloučenina v půdě nedisociuje a nemůže tak rychle přecházet do nerozpustných sloučenin. Chelát zinku

umožňuje jeho rozpustnost v půdním roztoku i za méně příznivé půdní reakce tj. při neutrálním a alkalickém pH.

Použití chelátů v mimokořenové výživě není plně objasněno. Cheláty mohou být tvořeny syntetickými nebo přírodními ligandy (syntetické EDTA, DTPA, ADDHA aj., přírodními organickými kyselinami, aminokyselinami, aj.). Na rozdíl od iontů např. K⁺, NH₄⁺, Ca₂⁺ aj.) však mají velkou molekulu ve srovnání s přírodním ligandem (Kannan, 1969). V literatuře se uvádí, že tyto vysokomolekulární látky mohou jen stěží projít přes buněčnou membránu a být tak rostlinou absorbovány. Například Marschner (1995) prezentuje, že z organických látek jsou póry propustné pro močovinu (rádius 0,44 nm), ale ne pro větší molekuly syntetických chelátů.

V experimentu jsme si tak vytkli cíl ověřit intenzitu příjmu různých forem zinku rostlinami máku na základě obsahu živin v rostlině (ARR) po provedené mimokořenové výživě vybraných forem Zn a stanovit jejich vlivu na výnos semen.

Metodika pokusu

Polní pokus s mákem byl založen na Školním zemědělském podniku v Žabčicích. Předplodinou máku byla ozimá pšenice. Na podzim byl pozemek vyhnojen chlévským hnojem v dávce 30 t/ha s následnou orbou. Na jaře byla provedena jarní předsetěťová příprava půdy (kultivátor Vádestad). Základní agrochemickou charakteristiku pozemku prezentovanou jarním odběrem půdy uvádí tab. 1.

Obsah N minerálního (N_{min}) před setím činil 9,3 mg/kg půdy, což představuje cca 30 kg N/ha. Dusík byl aplikován hnojivem LAV v dávce 90 kg N/ha.

Dne 14. května byly vytýčeny pokusné parcelky a 21. května provedena mimokořenová výživa zinkem podle pokusného schématu (tab. 2). Listová hnojiva byla aplikována 21. května ve fázi DC 35 (8-10 list). Schéma hnojení a charakteristika použitých hnojiv jsou uvedeny v tab. 2 a 3. Každá varianta byla 4 x opakována.

Tab. 1: Výsledky agrochemického rozboru půd (Mehlich III)

Půdní druh	pH/CaCl ₂	Obsah živin v mg/kg zeminy			
		P	K	Ca	Mg
ST	6,1	90	153	1635	133
zásoba živin	sl. kyselá	dobrá	vyhovující	vyhovující	vyhovující

Tab. 2: Schéma pokusu

Varianta hnojení	Hnojivo	Dávka hnojiva	Dávka Zn	Forma zinku
1. Kontrola	-	-	-	-
2. Lister Zn	Lister Zn 80 SL	2,66 l/ha	200 g/ha	chelát (EDTA)
3. ZnSO ₄	ZnSO ₄ p.a.	494 g/ha	200 g/ha	iontová vazba
4. Zintrac	YaraVita Zintrac 700	0,29 l/ha	200 g/ha	oxidová
5. Zinkosol	Zinkosol Forte	1,30 l/ha	200 g/ha	ZnSO ₄ v komplexové formě

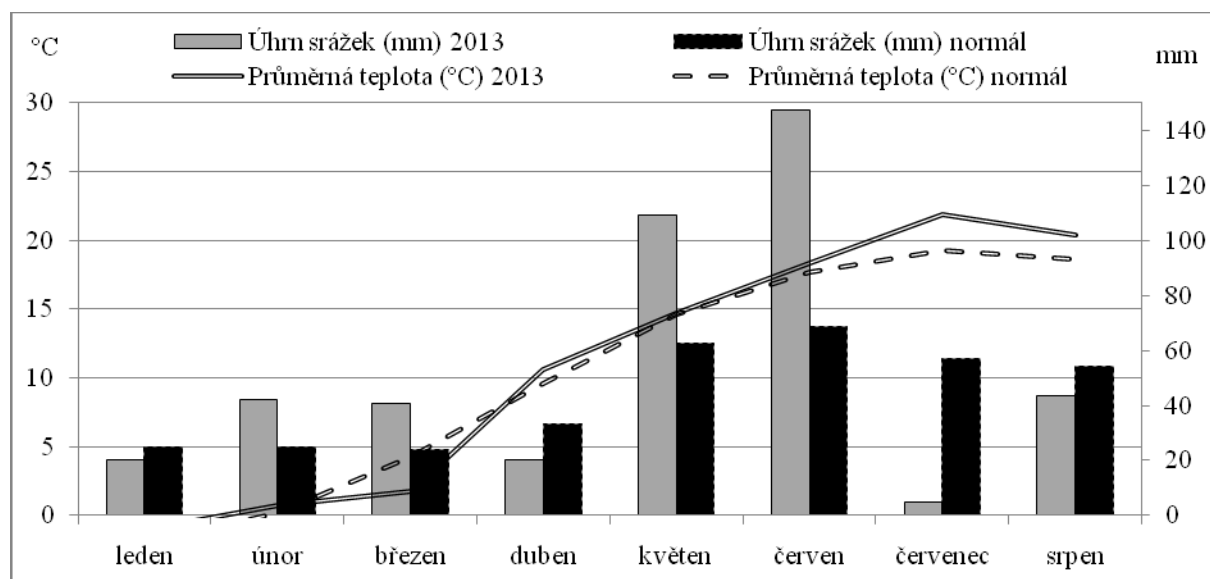
Stručnou charakteristiku sledovaných hnojiv uvádí tab. 3

Tab. 3: Charakteristika použitých listových hnojiv

Hnojivo	Charakteristika hnojiva
LISTER [®] Zn 80 SL	75 g Zn/l, vodorozpustný zinek v chelátové (EDTA) vazbě
ZnSO ₄ p.a.	anorganická sůl, 40,5 % Zn a 19,8 % S
YaraVita Zintrac 700	700 g Zn /l, koncentrované kapalné formulované hnojivo <i>na bázi zinku (oxid zinečnatý)</i>
Zinkosol Forte	11 % Zn, koncentrát zinku vázán v komplexové formě

Uvedená charakteristika hnojiv zjištěna z etiket/příbalových letáků hnojiv

Graf 1: Průběh počasí v Žabčicích



Preemergentní ošetření pozemku proti plevelům (Laudis 2 l/ha), chorobám (Bumper Super 1 l/ha) a škůdcům (NurelleD 0,6 l/ha) bylo provedeno podle standardní metodiky na celém pokusném pozemku. Vývoj povětrnostních podmínek během vegetace máku uvádí graf 1.

Sklizeň pokusu byla provedena v plné zralosti 5. srpna 2013 ručním odběrem rostlin a parcelní mlátičkou.

V průběhu vegetace (ve fázi DC 35; 10 dní po aplikaci listové výživy - 31. května 2013 a během kvetení porostu - 5. července 2013) byly provedeny odběry

vzorků rostlin k chemické analýze, při které byla stanovena hmotnost sušiny jedné rostliny, obsah dusíku a zinku. Obsah N byl v rostlinách stanoven po spálení na mokré cestě Kjeldahlovou metodou, množství Zn metodou AAS.

Před sklizní byl zjištěn počet tobolek na jedné rostlině (průměr z 20 rostlin), hmotnost makoviny na jednu rostlinu. Po ručním vyčištění semene ze sklízecí mlátičky byla zjištěná čistá hmotnost semene.

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

Porost máku byl velmi dobře zapojen a před provedením mimokořenové výživy rostliny dosahovaly průměrné hmotnosti 0,7 g sušiny, obsah N činil 2,82 % a množství zinku v rostlině představovalo 38,14 mg/kg sušiny.

Po provedeném ošetření zinkem se hmotnost sušiny zvýšila z 1,67 g (kontrola) na 1,74 - 2,23 g. V důsledku zředovacího efektu se obsah N snižoval. Jak uvádí tabulka 4, po provedené aplikaci zinku se výrazně zvýšil jeho obsah v sušině. U var. 2 až 5 vzrostl z 54,7 mg/kg podle druhu použitého listového hnojiva na 73,4 až 85,2 mg/kg (zvýšení o 34,2 až 55,8 %). Nejvyšší jeho obsah byl po aplikaci Listeru (var. 2), zatímco u všech ostatních variant byly jeho obsahy vyrovnány (v rozmezí 73,4 – 76,8 mg/kg).

Odběr Zn jednou rostlinou uvádí tab. 5. Dosažené výsledky dokumentují, že největší odběr Zn rostlinami byl zjištěn u var. 3 (ZnSO₄) a 4 (Zintrac), tedy u variant s iontovou formou Zn. U var. 2, to je při použití zinku v chelátové formě, byl jeho obsah o 21 % nižší oproti var. 4 a o 46 % oproti var. 3. Rovněž komplexová forma u var. 5 (Zinkosol) měla obsah Zn oproti var. 4 nižší o 30 % a oproti var. 3 dokonce o 55 %. Lze tedy konstatovat, že iontová forma zinku byla rostlinami intenzivně přijímaná bezprostředně po její aplikaci, což je v souladu s tvrzením řady autorů.

Obsah Zn v rostlině zjištěný v době kvetení máku vykazoval však opačný trend v porovnání s předcházejícím odběrem. Největší jeho odběr na sušinu jedné rostliny byl u var. 5 (Zinkosol), potom 4 (YV Zintrac) a u var. 2 (Lister).

Z výsledků jednoletého experimentu lze předpokládat, že iontové formy zinku s ohledem na velikost hydratovaného poloměru jsou rychleji přijímány rostlinami máku. Avšak pro Zn je v rostlině řada vazebných míst, které ho mohou vyvázat do nerozpustných forem obtížně využitelných v metabolismu rostliny. Nabízí se hypotéza, že přijatý chelát zinek ochrání před vznikem nerozpustných forem, a tak množství přijatého zinku rostlinou bezprostředně po jeho aplikaci při mimokořenové výživě nemusí být rozhodující, jak ukazují výnosové výsledky v tab. 6.

Vedle zinku aplikovaného ve formě anorganické soli (ZnSO₄) se jeho komplexová a chelátová forma projevila vždy navýšením výnosu máku oproti variantě Zn nehnojené, a to v rozpětí od 7,8 % po 14,4 %. Rozdíly však nejsou statisticky průkazné ($P \leq 0,05$).

Výnos semene významně ovlivnil počet makovic na rostlině. Závislost mezi těmito faktory udává vysoký faktor korelace 0,7876.

Tab. 4: Průměrná hmotnost sušiny 1 rostliny a obsah N v % a mg Zn/kg sušiny rostliny

Varianta hnojení	ARR 31. 5. 2013			ARR 5. 7. 2013		
	hmotnost 1 rost. v g	% N	mg Zn/kg suš.	hmotnost 1 rost. v g	% N	mg Zn/kg suš.
1. Kontrola	1,67	3,44	54,7	15,62	1,83	26,1
2. Lister Zn	1,74	2,91	85,2	26,26	1,56	28,6
3. ZnSO ₄	2,23	2,56	74,2	20,58	1,30	25,8
4. Zintrac	2,17	2,87	76,8	21,74	1,61	37,1
5. Zinkosol	1,91	3,02	73,4	27,00	1,80	39,5

ARR – anorganický rozbor rostlin

Tab. 5: Odběr živin sušinou 1 rostliny v mg

Varianta hnojení	ARR 31. 5. 2013			ARR 5. 7. 2013		
	N v mg	Zn v mg	Rel. % odb. Zn	N v mg	Zn v mg	Rel. % odb. Zn
1. Kontrola	57,40	0,091	100,0	285,8	0,407	100,0
2. Lister Zn	50,63	0,148	162,4	409,6	0,751	184,5
3. ZnSO ₄	57,08	0,190	208,8	267,5	0,531	130,5
4. Zintrac	62,27	0,167	183,5	350,0	0,806	198,0
5. Zinkosol	57,68	0,140	153,8	486,0	1,066	261,9

Tab. 6: Průměrné výnosové výsledky pokusu s mákem

Varianta hnojení	Výnos semene		Počet tobolek na 1 rostlinu	
	t/ha ($P \leq 0,05$)	Rel. %	Počet/rostlinu	Rel. %
1. Kontrola	1,156 a	100,0	1,30	100,0
2. Lister Zn	1,302 a	112,7	1,55	119,2
3. ZnSO ₄	1,073 a	92,9	1,15	88,5
4. Zintrac	1,246 a	107,8	1,20	92,3
5. Zinkosol	1,322 a	114,4	1,45	111,5

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

Závěr

Zinek je významný mikrobiogenní prvek pro rostliny. Z jednoletého pokusu s mákem vyplývá pozitivní vliv všech vybraných, komerčně vyráběných, listových hnojiv na obsah Zn v rostlině a na výnos máku. O vlivu zinku rozhoduje vedle množství Zn v sušině rostliny jejich

odběr rostlinou a to nejen bezprostředně po jeho aplikaci mimokořenovou výživou, ale i v dalších fázích vývoje. Při stávající ceně komodity semene máku (cca 60 Kč/kg máku) přinesla listová výživa zinkem navýšení tržeb o 5,4 – 10,0 tis. Kč.

Literatura

- Bechyně M., Kadlec T., Vašák J. a kol. (2001): Mák, Praha, 127 s.
Bergmann W.(1986): Farbatlas Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. G. F. Verlag, Jena, 306 s.
Kannan, S. (1969): Penetration of iron and some organic substances through isolated cuticular membranes. Plant Physiol. 44, 517-512
Marschner H. (1995): Mineral nutrition of higher plants. Academic Press Limited, Cambridge 889 s.

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