

Výživa a hnojení slunečnice – foliární výživa bórem

Prof. Ing. R. Richter, DrSc.¹, Dr.Ing. L. Hřivná¹, Ing. B. Málek²

¹MZLU v Brně, ² SPZO Praha

Slunečnice si vydobyla své místo v rostlinné výrobě a její genetický potenciál umožňuje dosáhnout 5 t nažek na ha. To, že je využíván zhruba z 50 % je způsobeno řadou vnitřních a vnějších faktorů. Produkce oleje je výslednicí počtu rostlin na jednotce plochy, počtu nažek v úboru, hmotností jedné nažky, olejnatosti nažek a v současné době i obsahem volných mastných kyselin. O struktuře uvedených výnosových prvků rozhoduje řada agrotechnických opatření, kde hraje rozhodující úlohu dobrý zdravotní stav rostlin, často podmíněný optimální výživou. Na rozdíl od ostatních plodin (obilovin, ozimé řepky aj), je u slunečnice podle Kovačíka (2000) kompenzační schopnost mezi jednotlivými výnosotvornými prvky velmi nízká, a proto je třeba klást důraz na vytvoření nejvhodnějších podmínek pro rychlý růst a vývoj slunečnice již od počátečních vývojových fází.

Slunečnice v závislosti na obsahu živin v půdě a na půdní vlhkosti vytváří mohutný kořenový systém s rychle se rozvíjejícím hlavním kořenem a hustou sítí kořenových vlásků, jejichž největší podíl se nachází ve vrstvě do 40 cm. Podpořit růst kořenů na počátku vegetace je nezbytným předpokladem celého souboru agrotechnických opatření. Dobře vyvinutý kořenový systém zajišťuje harmonický rozvoj jednotlivých orgánů u slunečnice. Na produkci 3,5 t nažek z ha se celkově odčerpá 160 kg N, 60 kg P₂O₅, 400 kg K₂O, 90 kg MgO tj. celkem 710 kg živin. Na obsah živin v půdě musíme reagovat na podzim nebo před setím základním hnojením, kterým upravujeme obsah přístupných živin stanovený při agrochemickém zkoušení půd.

Avšak vedle toho se mohou projevovat i vnější vlivy, které omezují příjem živin rostlinou. Zvláště při brzkém setí může dojít k ovlivnění příjmu živin nižší teplotou a někdy i nedostatečnou vlhkostí půdy (Richter, Hlušek 1994). Při nižších teplotách půdy (pod 10 °C se snižuje příjem fosforu kořeny. Teplota kolem 5°C je hranicí pro příjem nitrátového dusíku, zatímco amonný dusík rostliny přijímají i při teplotě nižší. Při teplotě pod 10 °C je omezen příjem síry i draslíku a zvyšuje se příjem vápníku i hořčíku.

Nedostatek vláhy v půdě snižuje také příjem fosforu a bóru. Přitom se zvyšuje i příjem draslíku, což často vede k jeho luxusnímu odběru, který je provázen sníženým obsahem hořčíku v rostlinách.

Rovněž vyšší intenzita osvětlení pozitivně působí na příjem dusíku, fosforu, síry a podle posledních údajů má vliv i na příjem draslíku. Podle Cakmaka (2002) vyšší intenzita osvětlení stimuluje příjem K, takže při jeho nižším obsahu v půdě může dojít i k výrazné jeho deficienci projevující se případně až vizuálními symptomy jeho nedostatku na rostlinách. K uvedenému stavu může docházet zvláště u plodin náročných na tuto živinu, kdy je obsah K v půdě nižší.

Proto i u slunečnice mají své opodstatnění anorganické rozborů rostlin, které provádíme ve fázi hvězdičky (E₁), kdy rostliny mají vytvořeny 5 – 6 pár listů (CETIOM 1999). Podle dosažených výsledků pak korigujeme výživný stav rostlin listovou výživou. Optimální koncentraci živin v listech uvádí tab. 1.

Tab.1 Optimální hodnoty koncentrace živin v sušině listů slunečnice (CETIOM 1999)

Makroprvky	Optimální rozpětí % v sušině	Mikroelementy	ppm v sušině v %
Dusík (N)	3 - 5	Železo (Fe)	80 -120
Fosfor (P)	0,3 - 0,5	Měď (Cu)	10 - 20
Draslík (K)	3,0 - 4,5	Zinek (Zn)	30 - 80
Vápník (Ca)	0,8 - 2,0	Mangan (Mn)	25 -100
Hořčík (Mg)	0,3 - 0,8	Bór (B)	35 -100
Síra (S)	0,15 - 0,2	Molybden (Mo)	0,4 - 1,0

Foliární výživu musíme ovšem chápat u základních živin N, P, K, Mg, Ca jako výživu doplňkovou, která nám zajistí korekci výživného stavu pouze v malé míře. Jen u živin, jejichž koncentrace se pohybuje do hodnoty 0,5 % má foliární výživa výrazný vliv na růst, výnos a jeho kvalitu. Touto formou výživy můžeme zvlášť dodávat rostlinám mikrobiogenní prvky u nichž se jejich obsah pohybuje v rozmezí od 0,4 do 120 ppm (mg. kg⁻¹) v sušině. Výhodou foliární výživy je, že chybějící živinu, která omezuje růst rostlin dodáme rostlině velmi rychle. Deficience bóru (B), železa (Fe), manganu (Mn), zinku (Zn) se nejčastěji projevuje na půdách neutrálních až alkalických, pouze u molybdenu (Mo) je jeho nedostatek častější na kyselějších půdách.

Foliárně aplikovaná živina je ve zvýšené míře přijímaná listem (až z 85 %), což dočasně sníží nebo omezí její příjem z půdy. Rychlost příjmu jednotlivých živin je různá a střední hodnoty uvádí tab.2.

Tab.2 Rychlost příjmu jednotlivých živin listy rostlin (podle literárních údajů upravil Richter)

Živina	Doba při 50 % absorpci za
Dusík (N močoviny)	½ - 2 hod.
Hořčík (Mg)	2 – 5 hod.
Bór (B)	5 hod.
Draslík (K)	10 – 24 hod.
Vápník (Ca)	1 – 2 dny
Mangan (Mn)	1 – 2 dny
Zinek (Zn)	1- 2 dny
Fosfor (P)	1 – 5 dnů
Síra (S)	5 – 8 dnů

Právě rychlost příjmu živin(ve formě iontů) ovlivňuje účinnost foliární výživy. Řada živin, které jsou pomalu rostlinou přijímány mohou být ve foliární výživě velmi účinné, což je způsobeno jejich velkou pohyblivostí (mobilitou). U nemobilních živin (např.Ca, Mg, S) je proto třeba foliární výživu opakovat nebo ji provádět v době, kdy rostlina uvedenou živinu nejvíce potřebuje. Účinnost foliární výživy je závislá také na anatomicko-morfologické stavbě listů, tloušťce kutikuly, stáří listů aj. Významně ovlivňuje její efektivitu koncentrace živin v roztoku, množství použitého roztoku na ha, kyselost roztoku (hodnota pH) a průběh počasí v době ošetření (vlhkost, teplota, světlo).

Bór a jeho úloha v metabolismu rostlin.

Z mikrobiogenních prvků se v našich podmínkách výrazně uplatňuje bór. Bór zasahuje do metabolismu cukrů v rostlinách, kde tvoří estery s alkoholy a cukry, které mohou snadněji pronikat přes buněčné membrány. Při optimální výživě rostlin bórem se zvyšuje hodnota translokačního gradientu u cukrů.

V metabolismu fosforečných sloučenin bór příznivě ovlivňuje akumulaci fosforu v listech. Při jeho nedostatku dochází k poruchám energetického metabolismu. Bór v komplexu fosforylovaných sloučenin moduluje aktivitu enzymů. Při jeho deficienci je tato cesta blokována a zvyšuje se akumulace fenolických sloučenin charakteristických pro jeho nedostatek v rostlinách.

Bór je také důležitý pro syntézu nukleových kyselin. Snížení obsahu ribonukleových kyselin (RNA) předchází deficienci bóru. Z údajů uvedených v tab.3 se prokazuje, že B hraje významnou úlohu při zapojování dusíku do DNA, RNA a tím přímo ovlivňuje i tvorbu bílkovin. Rostliny optimálně zásobené bórem stimulovaly redukci nitrátů a syntézu aminokyselin.

Tab. 3 Vliv B na DNA, RNA fosfát a obsah proteinu u slunečnice po B deficienci (Hundt et al. 1970)

Druh sloučeniny	B v živném roztoku ppm	Listy	Kořeny
DNA fosfát v % z celkového P	0	0,2	0,5
	1	1,4	1,8
RNA fosfát v % z celkového P	0	1,4	3,6
	1	6,4	13,0
Protein N v mg/nádoba	0	627	713
	1	1267	1468

Významný je i jeho vztah k syntéze cytokininů. Nedostatek B snižuje jejich syntézu a zvyšuje hladinu auxinů. Nekrózy (odumírání) vegetačního vrcholu jsou způsobeny právě zvýšeným nahromaděním auxinů.

Deficience bóru je často způsobená i nepříznivými povětrnostními vlivy. Řada projevů jeho deficience je shodná s příznaky nedostatku vápníku. V první řadě je zasažen vegetační vrchol a kořenová špička. Často byl pozorován intenzivní růst bočních stonků, které rychle odumírají. Na horních listech se tvoří chloróza, které předchází nekrotické skvrny mezi nervaturou listů. Při zvláště silných deficiencích je stonek a posléze i úbor deformován a dokonce může dojít k jeho opadu.

Materiál a metody

V polním poloprovozním pokuse byl v roce 2002 v podniku Koryčansko a.s., zkoušen vliv dávek bóru v kapalném hnojivu (Hydro Plus B, Wuxal SUS Boron) a rostlinného přípravku Hycol BN na koncentraci živin, výnos a obsah oleje. Předplodinou byla ozimá pšenice. Pokus byl založen na půdě středně těžké s těmito základními agrochemickými parametry stanovenými metodou podle Mehliche III: půdní reakce (pH/KCl) 6,6, obsah

přístupných živin : P 111, K 335, Mg 157 mg. kg⁻¹ zeminy. Obsah S vodorozpustné 39 mg. kg⁻¹ zeminy, obsah B 0,88mg. kg⁻¹ zeminy. Do pokusu byly zařazeny tyto varianty (tab.4) :

Tab.4 Schéma pokusu

Var. č.	Schéma pokusu	Dávka bóru g.ha ⁻¹	Obsah bóru v litru hnojiva	Dávka hnojiva v l/ha
1.	Kontrola	-	-	-
2.	Hydro Plus B ₁	200	150 g	1,3
3.	Hydro Plus B ₂	400	150 g	2,6
4.	Wuxal Boron B ₁	190	95 g	2,0
5.	Wuxal Boron B ₂	380	95 g	2,0 (2x)
6.	Hycol BN H ₁	10- 15	2 – 3 g	5 (1 x)
7.	Hycol BN H ₂	20 -30	2 – 3 g	5 (2 x)

Chemické složení použitých hnojiv:

Hydro Plus B (g/l) : 150 B

Wuxal SUS Boron (g/l) : 108 N, 135 P, 95 B, 1,35 Fe, 0,675 Cu, 0,675 Mn, 0,013 Mo, 0,675 Zn

Hycol BN (g/l): 60 N, 30 MgO, 0,6 – 1,6 Mn, 0,04 – 0,12 Mo, 2 – 3 B

Setí bylo provedeno 4.4.2002 secím strojem Harmonia s počtem vysetých jedinců na ha 66 000 (hybrid ALEXANDRA). Před setím byl pozemek vyhnojen 0,2 t Amofosu na ha a 8.4. byl aplikován DAM – 390 v dávce 0,2 t na ha. V průběhu vegetace byl porost ošetřen Vaztatem (0,15 l/ha – 21.5), Fundazolem (1,0 kg/ha – 21.5) a Konkerem (1,5 l/ha –8.7) Sklizeň byla provedena 10 a 11. 9. 2002 z parcely o výměře 0,16 ha⁻¹.

Vzorky rostlin k chemickému rozboru byly odebrány 16. 5. 2002 ve fázi B 3 – B4 (4 páry listů). Aplikace hnojiv byla provedena 17. 5 podle tab. 4. Odběr vzorků rostlin k chemickému rozboru byl proveden 25. 5. 2002 (6 párů listů). U varianty 5 a 7 byla aplikovaná druhá dávka listových hnojiv 8. 7. 2002. Chemický rozbor rostlin provedl Agrochemický podnik a.s. Kroměříž. Dusík byl stanoven metodou podle Kjeldahla a ostatní živiny po spálení rostlin na suché cestě a proměřením výluhu na atomovém absorpční spektrofotometru.

Výsledky pokusu a diskuse

Průměrné výsledky chemických analýz rostlin před listovou výživou a po ní uvádí tab.5 (start odběr 16. 5, var 1. – 5. odběr 25. 5. 2002).

Tab.5 Průměrné výsledky chemických analýz rostlin .

Schéma pokusu	% sušiny	koncentrace živin v % na sušinu					B mg/kg sušiny
		N	P	K	Ca	Mg	
start	11,91	5,01	0,40	5,28	1,24	0,45	55
1. kontrola	11,64	3,83	0,37	4,57	1,44	0,66	50
2. Hydro Plus B ₁	12,22	3,51	0,34	3,97	1,49	0,80	49
3. Hydro Plus B ₂	11,29	4,01	0,38	5,07	1,32	0,55	56
4. Wuxal Boron	11,63	3,78	0,33	4,64	1,51	0,64	54
5. Hycol BN	10,87	3,75	0,37	4,80	1,49	0,70	65

Tab.6 Průměrné výsledky pokusu

Schéma pokusu	Výnos nažek t/ha	Relativní %	Olejnatost v %	Relativní %	Produkce oleje t/ha relat. %	
1.kontrola	3,26	100,0	48,4	100,0	1,57	100,0
2.Hydro Plus B ₁	3,50	107,4	49,3	101,8	1,72	109,5
3.Hydro Plus B ₂	3,56	109,2	48,1	99,4	1,71	108,9
4.Wuxal Boron B ₁	3,54	108,6	48,2	99,6	1,70	108,2
5.Wuxal Boron B ₂	3,50	107,4	49,2	101,6	1,72	109,5
6.Hycol BN H ₁	3,49	107,1	48,8	100,8	1,70	108,2
7.Hycol BN H ₂	3,57	109,5	46,6	96,3	1,66	105,7

Výsledky chemických analýz před provedením foliární výživy (tab. 5 start) ukazují na dobrý výživný stav rostlin. Po foliární výživě u všech pokusných variant ve fázi 6 párů listů došlo k poklesu koncentrace N, P, K zatímco obsah Ca, Mg se zvýšil. Koncentrace bóru byla vyrovnána. Dosažené hodnoty dokumentují optimální stav všech sledovaných živin v rostlinách. Vlivem příznivých povětrnostních podmínek byla jak na kontrolní variantě tak i na variantách s jednotlivými druhy hnojiv koncentrace B optimální a pohybovala se podle kritérií uváděných v tab. 1 v požadovaném rozpětí. Z tab.5 je zřejmé, že na optimální hladině bóru se v teplém a relativně vlhkém roce podílela všechna foliárně aplikovaná hnojiva včetně Hycolu BN.

Dobrý výživný stav rostlin se promítl i do výnosu nažek (tab. 6). Prokázalo se, že při vhodně rozložených srážkách je dostatečná dávka bóru dodaná ve formě foliární výživy kolem 200 g a že při ideálním výživném stavu porostu zabezpečeném dobrým obsahem všech přístupných živin v půdě, foliární výživa B spolu s ostatními prvky zvyšuje výnos již při první aplikované dávce (var. 2, 4, 6) o 7,1 – 8,6 % a při dvojnásobných dávkách (var. 3, 5, 7) o 7,4 – 9,5 %.

Olejnatost nažek byla výrazně ovlivněná výnosem. U variant s nejvyšším výnosem (var. 7, 3, 4) byla i nejnižší olejnatost. Její pokles dosáhl hodnoty 3,7- 0,6 a 0,4 % oproti kontrole. Průměrná olejnatost u variant 2 a 4 (dávka B₁) dosáhla 100,7 % a u B₂ (var.3 a 5) 100,5 %. Nejvyšší olejnatosti 49,3 % bylo dosaženo u varianty 2 s Hydro Plus B₁ a nejnižší na var.7 (Hycol BN H₂) 46,6 %. Výnos nažek a olejnatost však výrazně ovlivnila produkci oleje v t/ha, která oproti foliárně neošetřené kontrole se zvýšila v průměru o 0,09 – 0,15 t/ha, což představuje zvýšení o 5,7 – 9,5 %.

Zajímavé je posouzení ekonomického efektu foliární výživy bórem. I když byla aplikovaná živina, která nebyla ve výrazném deficitu, byla prokázána její pozitivní účinnost oproti kontrole na výnos a produkci oleje a to u všech variant. Ekonomický účinek foliární výživy uvádí tab. 6.

Tab.6 Ekonomický účinek foliárního přihnojení bórem.

Schéma pokusu	náklady na ha			Přírůstek výnosu v		zisk na 1 Kč nákladů
	aplikaci	hnojivo	celkem	t/ha	Kč/ha	
2.Hydro Plus B ₁	200	81,90	281,90	0,24	1614,10	6,72
3.Hydro Plus B ₂	200	163,80	363,80	0,30	2006,20	6,51
4.Wuxal Boron B ₁	200	340,00	540,00	0,28	1672,00	4,09
5.Wuxal Boron B ₂	400	680,00	1080,00	0,24	816,00	1,75
6.Hycol BN H ₁	200	290,00	490,00	0,23	1327,00	3,70
7.Hycol BN H ₂	400	580,00	980,00	0,31	1469,00	2,49

Kalkulované údaje : 1 tuna nažek 7 900 Kč

Aplikace hnojiva na ha : 200 Kč

Cena za 1 l : Hydro Plus Bór : 63,0 Kč

Wuxal SUS Boron: 170 Kč

Hycol BN : 58 Kč

Z tabulky je jednoznačně zřejmé, že zvýšení výnosu nažek představuje 0,23 – 0,31 t/ha, což činí 1327 – 2006 Kč. O ekonomické efektivnosti foliární výživy nejvíce vypovídá dosažený zisk na 1 Kč nákladů (zahrnuje cenu hnojiva a jeho aplikaci). Ten byl jednoznačně nejvyšší u varianty 2 (Hydro Plus Bor), kde na Kč nákladů bylo dosaženo 6,72 Kč zisku, u Wuxalu SUS Boron (var.4) 4,09 Kč a u Hycolu BN (var. 6) 3,70 Kč. Zvýšením dávek bóru případně i dalších doprovodných živin u žádného z hnojiv zisk na 1 Kč nákladů nezvýšilo.

Závěr

Intenzivní systém pěstování slunečnice vyžaduje optimální obsah všech přístupných živin v půdě upravený podle agrochemického zkoušení půd. Korekce výživného stavu porostu během vegetace na základě chemického rozboru rostlin umožní upravit obsah prvků, který je nejvíce vzdálen od optima foliární výživy. Dosažené jednoleté výsledky z poloprovozního pokusu provedené v roce 2002 prokázaly pozitivní vliv bóru v hnojivu Hydro Plus Bor, Wuxal SUS Boron a Hycolu BN na výnos nažek a jejich olejnatost . I když mezi přírůstkem výnosu u všech zkoušených hnojiv nebylo výrazných rozdílů (zvýšení výnosu o 7,1 – 9,5 % oproti kontrole) největší vliv byl prokázán při hodnocení ekonomického účinku uvedených hnojiv. Jedna koruna vložená do hnojiva a jeho foliární aplikace u Hydro Plus Bor se podílela na zisku 6,72 Kč, u Wuxalu SUS Boron 4,09 Kč a u Hycolu BN 3,70 Kč. Cílená výživa se správně a vhodně voleným hnojivem pozitivně působí na výnos a přitom je ekonomicky vysoce efektivní.

Literatura

Cakmak , I. : Potassium nutrition and generation of reactiveoxygen species in crop plants under abiotic stress.IPI, Basel 2002 ,Prints of the IPI Golden jubilea Congress, 45p.

CETIOM: Le tournesol en 1999, 34 s.

Hundt,I.,Schilling, G., Fischer, F., Bergmann, W.: Investigations on the influence cf the micro-nutrient boron on nucleic acid metabolism. Thear-Arch. 1970, 14:725-737

Kolektiv: Metodika pěstování slunečnice, SPZO Praha 2000, 54s.

Richter, R., Hlušek, J.: Výživa a hnojení rostlin. MZLU Brno, 1994, 171s.

Příspěvek vznikl za přispění MŠMT v rámci VZ CEZ 2.308/98:432100001

Adresa: Prof. Ing. R. Richter, MZLU v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno
e-mail: rich@mendelu.cz