

SUPLEMENTÁCIA OZIMNEJ PŠENICE SELÉNOM

LADISLAV DUCSAY^a, OTTO LOŽEK^a,
LADISLAV VARGA^a a TOMÁŠ LOŠÁK^b

^aKatedra agrochémie a výživy rastlín, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda A. Hlinku 2, 976 01 Nitra, ^bÚstav agrochémie, pôdoznanstvá, mikrobiológia a výživy rastlín, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno
ladislav.ducsay@uniag.sk, losak@mendelu.cz

Došlo 29.9.05, prepracované 13.2.06, prijaté 16.3.06.

Kľúčové slová: selén, ozimná pšenica, zrno

Úvod

Selén patrí do skupiny mikroelementov, ktoré sú potrebné vo veľmi malých množstvách pre zvieratá a ľudí na správne fungovanie základných životných funkcií. Selén sa môže vyskytovať vo forme anorganických aj organických zlúčenín. V anorganických zlúčeninách sa vyskytuje v oxidačných stupňoch –II, 0, + IV a +VI, pričom prevládajúce oxidačné stupne sú +IV (SeO_3^{2-}) a +VI (SeO_4^{2-}). V organických zlúčeninách je prevládajúcim oxidačným stupňom –II. Môže ísť o metylované formy alebo aminokyseliny, v ktorých selén nahrádza síru (selenocystein, selenometionín a selenometylselenometionín)¹.

Koncentrácia selénu v rastlinách a zvieratách je v silnej korelácii s jeho koncentráciou v pôdach. Koncentrácia selénu v poľnohospodárskych produktoch je v mnohých oblastiach sveta veľmi nízka. Medzi takéto oblasti patrí aj prevažná časť strednej a severnej Európy, kde priemerný celkový obsah selénu sa väčšinou pohybuje v rozpätí od 0,12 mg kg⁻¹ do 0,3 mg kg⁻¹ pôdy^{2,3}. Vo väčšine pôd Slovenska sa obsah selénu pohybuje od 0,2 do 0,33 mg kg⁻¹ pôdy⁴.

Podľa štatistických údajov priemerný príjem u obyvateľov Slovenska sa pohybuje na úrovni 0,038 mg Se na deň, ktorý je nižší ako odporúčaný príjem 0,050–0,200 mg Se na deň⁵. Preto je opodstatnená snaha o zaistenie vyššej koncentrácie selénu na začiatku potravinového reťazca. Môže sa to uskutočňovať napr. zabudovaním selénu do hnojív⁶, aplikáciou selénových zlúčenín do pôdy⁷, alebo využitím foliárnej aplikácie na list^{8,9}. Na stanovenie nízkych koncentrácií selénu vo vzorkách rastlinného a živočíšneho pôvodu sa v súčasnosti využíva najmä metóda HGAAS (cit.¹⁰).

Cieľom práce bolo overiť možnosť zvýšenia obsahu

selénu v zrne ozimnej pšenice vplyvom foliárnej aplikácie (na list) selénových zlúčenín vo fáze odnožovania ozimnej pšenice.

Experimentálna časť

Polné pokusy

Maloparcelové polné pokusy sme zakladali v prvej dekáde októbra v rokoch 1998 až 2000 na Šľachtiteľskej stanici Sládkovičovo-Nový Dvůr (17°34'40" východnej dĺžky a 48°22'20" západnej šírky) s odrodou (Blava) pšenice letnej formy ozimnej (*Triticum aestivum* L.). Agrochemická charakteristika pôdy pred založením pokusov je uvedená v tabuľke I.

Analytické metódy

Pôda

Pôda bola extrahovaná podľa Mehlicha II (0,2 mol l⁻¹ CH₃COOH, 0,015 mol l⁻¹ NH₄F, 0,2 mol l⁻¹ NH₄Cl a 0,012 mol l⁻¹ HCl). Stanovenie obsahu prístupného fosforu vo výluhu bolo uskutočnené kolorimetricky a draslíka plameňometricky. Obsah selénu v pôdach bol stanovený metódou HGAAS z extrakčného roztoku, ktorý bol pripravený rozkladom pôdy zmesou kyselín: HF + HNO₃ + HCl (cit.¹¹).

Zrno

Po zbere bolo zrno homogenizované na laboratórnom šrotovníku a ďalej analyzované. Na analytických váhach sa presne navážilo 0,25 g suchého homogénneho materiálu do spaľovacej misky. Pridalo sa 8 ml roztoku Mg(NO₃)₂ · 6 H₂O; c = 500 g l⁻¹ a zahrievalo sa pri teplote 300 °C do vysušenia dusičnanu. Potom sa vzorky spaľovali v muflovej peci pri teplote 490 ± 20 °C po dobu 3 až 4 h (pokiaľ sa organické látky úplne nerozložia). Po vychladnutí sa popol zvlhčil 2 ml destilovanej vody, pridal sa 14 ml konc. HCl (35 %) a pod hodinovým sklom sa digerovalo minimálne 3 h. Potom sa mineralizát kvantita-

Tabuľka I

Výsledky chemickej analýzy pôd pred založením pokusov v rokoch 1998 až 2000 (stanovené metódou Mehlich II)

Parameter	Hodnota		
	1998	1999	2000
pH/KCl, jednotky pH	7,26	6,73	7,07
Fosfor, mg kg ⁻¹	81,0	94,0	124,0
Draslík, mg kg ⁻¹	210,0	224,0	268,0
Selén ^a , mg kg ⁻¹	0,27	0,25	0,29

^a Celkový obsah, rozklad pôdy HF + HNO₃ + HCl

tívne preniesol do 25 ml odmernej banky a doplnil sa po značku destilovanou vodou. Obsah selénu sa stanovoval atómovým absorpčným spektrometrom Varian SpectrAA 300 s pomocou kontinuálneho hydridového generátora VGA 76. Podmienky merania boli nasledovné: vlnová dĺžka – 196 nm, šírka štrbiny – 1,0 nm; kompenzácia pozadia – deutériová lampka. Atomizačným prostredím bola kremenná trubica vyhrievaná na 900 °C. Redukčným činidlom bol NaBH₄ (0,6% roztok v 0,5% NaOH). Bol použitý základný štandardný roztok selénu (Merck) o koncentrácii 1 g l⁻¹. Výsledky boli štatisticky zhodnocované analýzou variancie pomocou testu LSD.

Forma dávkovania zlúčenín selénu na list

V maloparcelovom pokuse sme sledovali akumuláciu selénu zrnou ozimnej pšenice vplyvom aplikovania stupňovaných dávok selénu na list. Použili sme päť variantov pokusu: variant 1 – kontrola, variant 2 – 0,5 g Se ha⁻¹, variant 3 – 1 g Se ha⁻¹, variant 4 – 10 g Se ha⁻¹, variant 5 – 20 g Se ha⁻¹. Foliárnu aplikáciu stúpajúcich dávok selénu sme uskutočnili vo fáze na konci odnožovania (kód decimálnej Zadoksovej stupnice = 29, cit.¹²). Použili sme roztok seleničitanu sodného (Na₂SeO₃ · 5 H₂O).

Výsledky a diskusia

Prístupný obsah zlúčenín selénu v pôde

Limitné hodnoty obsahu selénu (v mg kg⁻¹ suchej hmoty, rozklad lúčavkou kráľovskou) v pôdach Slovenska sú zahrnuté v zákone č. 220/2004 Z.z. Do roku 2004 sa limitné hodnoty celkového obsahu selénu v pôdach (rozklad zeminy zmesou HF + HNO₃ + HCl) posudzovali podľa Vestníka MP SR z roku 1994, kde je uvádzaný limitný obsah celkového selénu 0,8 mg kg⁻¹. Z uvedeného je možné konštatovať, že pokusné stanovište nebolo selénom zaťažené.

Tabulka II

Priemerné obsahy selénu v zrne ozimnej pšenice (mg Se kg⁻¹) vplyvom foliárne aplikovaných stupňovaných dávok zlúčenín selénu

Variant	Obsah selénu v zrne ozimnej pšenice [mg Se kg ⁻¹]			Trojročný priemer
	1999	2000	2001	
1	0,044	0,049	0,024	0,039 ^a
2	0,064	0,065	0,013	0,047 ^a
3	0,078	0,095	0,013	0,062 ^a
4	0,100	0,105	0,077	0,094 ^b
5	0,117	0,151	0,307	0,192 ^c

^{a,b,c} Varianty označené rovnakými písmenami sa od seba štatisticky preukazne neodlišujú na hladine významnosti $\alpha = 0,05$

Zistený obsah zlúčenín selénu v zrne testovanej pšenice a jeho porovnanie s údajmi iných autorov

Obsah je uvedený v tabuľke II. Priemerný obsah selénu bez jeho aplikácie na list dosahoval hodnotu 0,039 mg na kg sušiny zrna pšenice. Zrno ozimnej pšenice v hlavných obilninárskych regiónoch Veľkej Británie obsahovalo priemerne 0,028 mg Se kg⁻¹ sušiny v sedemnásťročnej perióde sledovania¹³. Priemerný obsah selénu v zrne pšenice v Srbsku sa pohybuje na úrovni 0,027 mg kg⁻¹ sušiny¹⁴.

Aplikovaná dávka selénu (0,5 a 1 g Se ha⁻¹) nespôsobila jeho štatisticky preukazné zvýšenie obsahu v zrne a pohybovala sa na úrovni 0,047 a 0,062 mg Se kg⁻¹. Foliárna aplikácia 10 resp. 20 g Se ha⁻¹ zvýšila štatisticky preukazne obsah Se v zrne pšenice na 0,094 resp. 0,192 mg kg⁻¹ v porovnaní s variantom bez aplikovaného Se. Vplyvom foliárnej aplikácie seleničitanu sodného v dávke 6 resp. 12 g Se ha⁻¹ došlo k nárastu obsahu selénu v zrne ozimnej pšenice na hodnoty v rozpätí od 0,042 do 0,067 mg kg⁻¹ resp. od 0,065 do 0,180 mg kg⁻¹ sušiny¹⁵, čo je v zhode aj s našimi výsledkami. Vo Fínsku vplyvom suplementácie selénu do hnojív používaných na hnojenie poľných plodín sa zvýšil priemerný obsah selénu v zrne ozimnej pšenice na hodnotu 0,174 mg kg⁻¹ sušiny¹⁶.

Prístupnosť selénu rastlinám závisí od oxidačného stupňa selénu. Selénan (Se +VI) je 10 až 20 krát lepšie prístupný než seleničitan (Se +IV). Vplyvom foliárnej aplikácie selénu v dávke 10 resp. 20 g Se vo forme selénanu sodného, akumulácia selénu bola na úrovni 0,512 resp. 1,130 mg kg⁻¹ zrna jačmeňa¹⁷.

Záver

Z trojročných výsledkov maloparcelových poľných pokusov so stupňovanými dávkami selénu aplikovaných foliárne na list pšenice vyplynulo, že došlo k zvyšovaniu obsahu selénu v závislosti s jeho aplikovanou dávkou. V daných podmienkach je dávka 10 g Se ha⁻¹ vo forme

seleničitanu dostačujúca pre zaistenie potrebného obsahu selénu v zrne ozimnej pšenice, ktorá sa môže využiť na zlepšenie suplementácie potravinového reťazca človeka na jeho začiatku.

Práca bola riešená v rámci grantového projektu VEGA č. 1/6076/99.

LITERATÚRA

1. Farkašová I., Žemberyová M.: Chem. Listy 93, 633 (1999).
2. Ylaeranta T.: Ann. Agriculturae Fenniae 22, 122 (1983).
3. Stadlober M., Sager M., Irgolic K. J.: Food Chem. 73, 357 (2001).
4. Linkeš V., Kobza J., Švec M., Ilka P., Pavlemda P., Barančíková G., Matúšková L., v knihe: *Monitoring pôd Slovenskej republiky*. VÚPÚ, Bratislava (1997).
5. Maďarič A., Kadrábová J.: Farmaceutický Obzor 66, 259 (1997).
6. Aro A., Alfthan G., Varo P.: Analyst 120, 841 (1995).
7. Hlušek J., Jůzl M., Čepl J., Lošák T.: Chem. Listy 99, 515 (2005).
8. Ducsay L., Ložek O.: Plant, Soil Environ. 52, 78 (2006).
9. Milovac M., Djermanovic V., Djujic I.: J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol. 17, 312 (1998).
10. Hegedüs O., Hegedüsová A., Gašparík J., Ivičičová A.: Chem. Listy 99, 518 (2005).
11. Matúšková L., v knihe: *Závazné metódy rozborov pôd* (Fiala K., ed.) kap. 2. VÚPOP, Bratislava 1999.
12. Chang T. T., Konzak C. F., Zadoks J. C.: Weed Res. 14, 415 (1974).
13. Adams M. L., Lombi E., Zhao F. J., McGrath S. P.: J. Sci. Food Agric. 82, 1160 (2002).
14. Mihailovic M., Lindberg P., Jovanovic I.: Acta Veterinaria (Yugoslavia) 46, 343 (1996).
15. Milovac M., Djermanovic V., Djujic I.: J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol. 17, 312 (1998).
16. Aro A., Alfthan G., Varo P.: Analyst 120, 841 (1995).
17. MacLeod J. A., Gupta U. C., Milburn P., Sanderson J. B.: Can. J. Soil Sci. 78, 685 (1998).

L. Ducsay^a, O. Ložek^a, L. Varga^a, and T. Lošák^b
^a Department of Agrochemistry and Plant Nutrition, University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic, ^b Department of Agrochemistry, Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic): **Effects of Winter Wheat Supplementation with Selenium**

Effect of foliar application of Se doses (0.5-20 g per hectare) on Se accumulation in winter wheat grain was investigated in field fertilization experiments. Se fertilization (as Na₂SeO₃·5H₂O solution) was realized at the growth stage of the 6th leaf. Se fertilization did not influence the yields of grain. Both the doses 10 and 20 g Se per hectare significantly increased Se accumulation in grain. The average Se content in dry matter of grain was 0.039 mg per kg without Se treatment; at the Se doses 10 and 20 g per hectare it increased to 0.094 and 0.192 mg per kg, respectively. Hence the dose 10 g Se per hectare is sufficient for reaching the required Se content in winter wheat grain.