

VLIV PŘIDÁVÁNÍ SLOUČENIN SELENU DO PŮDY NA OBSAH SLOUČENIN SELENU V HLÍZÁCH BRAMBOR

JAROSLAV HLUŠEK^a, MIROSLAV JUŽL^a,
JAROSLAV ČEPL^b a TOMÁŠ LOŠÁK^a

^aÚstav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, ^bVýzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o., Dobrovského 2366, 580 01 Havlíčkův Brod
hlusek@mendelu.cz, vubhb@vubhb.cz

Došlo 23.3.05, přijato 4.5.05.

Klíčová slova: selen, brambory, hlízy

Úvod

Selen patří pro člověka k esenciálním prvkům, pro vyšší rostliny je to prvek užitečný¹. Obsah selenu v půdách se zpravidla pohybuje v rozpětí 0,02–2 mg na kg půdy², přičemž se vyskytuje v různých oxidačních stupních jako selenid (Se^{2-}), selenit (SeO_3^{2-}) a selenát (SeO_4^{2-}) (cit.)³. Vodorozpustná frakce Se v půdě je přijímána rostlinami⁴, přičemž rostliny přednostně přijímají selenáty před selenity^{5,6}. Kromě toho může být rostlinami přijímán selen i ve formě aminokyseliny, jako je selenomethionin⁷. Koncentrace selenu v rostlinách je závislá na jeho obsahu v půdě⁸. Příjem sloučenin selenu a jeho asimilace je přirovnávána k metabolismu síry. Jednotlivé rostlinné druhy se významně liší schopností příjmu a akumulace sloučenin selenu i tolerancí k nadbytku selenu³.

Biologicky aktivními sloučeninami selenu jsou různé bílkoviny. Bylo prokázáno, že existuje přibližně třicet proteinů s enzymovou aktivitou, přičemž nejdůležitější z nich je glutathionperoxidasa⁹. Tento enzym se podílí na ochraně lipoproteinových membrán proti působení hydroperoxidů a jiných toxických sloučenin kyslíku.

V posledních letech se často hovoří o nedostatečném přísunu selenu do lidského organismu¹⁰. Podle některých pramenů je jedna třetina až polovina naší populace ve stavu mírného až vážného nedostatku selenu¹¹. Deficitní obsah Se v organismu může zvyšovat riziko kardiovaskulárních onemocnění, karcinomů a dalších poruch, které jsou způsobené volnými radikály¹². Podle údajů z literatury sloučeniny selenu dále ovlivňují aktivitu thyroïdního hormonu, činnost jater, imunitní reakce organismu, růst a plodnost¹³. Průměrný denní příjem u člověka je odhadován na 0,07 mg Se, přičemž nezbytná dávka je až 0,15 mg Se na den¹⁴. Proto je opodstatněná snaha o zajištění vyšší

koncentrace selenu na počátku nebo konci potravního řetězce¹⁵. Ve Finsku začali již v roce 1984 s přidáváním sloučenin selenu do hnojiv na celostátní úrovni s cílem zvýšit jeho koncentraci v rostlinách¹⁶. Zatímco ve Finsku¹⁷ obsah selenu v hlízách brambor kolísá od 0,023 do 0,150 mg Se kg^{-1} , v Polsku se pohybuje v čerstvé hmotě bramborových hlíz od 0,020 až do 0,290 mg Se kg^{-1} .

Kromě přidávání selenu do půdy je možné rovněž využít foliární aplikace (na list), kdy je zajištěna vyšší účinnost jeho příjmu nadzemními orgány rostlin^{18,19}. Brambory přijímají selen poměrně intenzivně, avšak nadzemní části (nať) ho obsahují pětikrát více než hlízy²⁰.

Cílem práce bylo ověřit možnost zvýšení obsahu selenu v hlízách brambor přidáváním sloučenin selenu do půdy před jejich výsadbou.

Experimentální část

Polní pokusy

Polní pokusy s bramborami byly založeny na pokusném objektu MZLU v Brně v lokalitě Žabčice u Brna a polní pokusné stanici Valečov u Havlíčkova Brodu. Agrochemická charakteristika zeminy před založením pokusů je uvedena v tab. I. Do pokusů byly jako pokusné rostliny zařazeny dvě odrůdy brambor a to velmi raná Karin a poloraná Lenka. Výsadba hlíz proběhla v lokalitě Žabčice 7.4.2004 a v lokalitě Valečov 4.5.2004.

Tabulka I

Výsledky chemické analýzy půd před založením pokusů v roce 2004 (stanoveno metodikou Mehlich III)

Složka	Hodnota mg kg^{-1}	
	Žabčice	Valečov
pH/ CaCl_2	6,92 ^a	5,90 ^a
Fosfor	118,3	149,2
Draslík	219,6	154,4
Hořčík	385,6	104,0
Vápník	4685,5	1562,5
Selen ^b	0,1	0,1

^a Jednotky pH, ^b obsah Se byl stanoven ve 2 M- HNO_3

Analytické metody

Zemina. Zemina byla extrahována podle Mehlicha III (CH_3COOH , NH_4NO_3 , NH_4F , HNO_3 a EDTA). Stanovení obsahu přístupného fosforu ve výluhu bylo provedeno kolorimetricky, draslíku plamenometricky, hořčík a vápník byl stanoven atomovou absorpční spektrofotometrií. Obsah selenu v půdách byl stanoven atomovou absorpční spektrofotometrií ve výluhu 2 M- HNO_3 .

Hlízy. Po sklizni byly hlízy zbaveny slupky, sušeny

při 60 °C v laboratorní sušárně, homogenizovány na laboratorním šrotovníku a dále analyzovány. Mineralizace hlíz pro stanovení selenu byla provedena rozkladem vzorků ve směsi HNO_3 a H_2O_2 v mikrovlnném zařízení MILESTONE MLS 1200 MEGA. Po převedení do definovaného objemu byl rozložený vzorek analyzován na atomovém absorpčním spektrofotometru UNICAM 939 „SOLAR“ metodou tvorby hydridů pomocí „vapor systém“ UNICAM VP 90. Kalibrace byla provedena na certifikovaný kalibrační roztok selenu CZ 9051 (Analytika Praha). Celý postup stanovení byl ověřen na certifikovaném referenčním materiálu jetele bílého CRM 402 (Belgie). Výsledky byly statisticky zhodnoceny analýzou variance s vyjádřením statistické průkaznosti pomocí konfidenčních intervalů.

Forma dávkování sloučenin selenu do půdy

Pokusy na obou lokalitách byly založeny na hodnocení výsledku pěstění pro 5 úrovní obsahu selenu v půdě: varianta 1 – kontrola, varianta 2 – 12 kg Se ha⁻¹, varianta 3 – 24 kg Se ha⁻¹, varianta 4 – 48 kg Se ha⁻¹, varianta 5 – 72 kg Se ha⁻¹.

Selen byl do půdy aplikován ve formě roztoku seleničitanu sodného na povrch půdy dva týdny před výsadbou brambor. Následně, při přípravě půdy, byl selen zapraven do celého orníčního profilu, aby došlo k ustavení rovnováhy mezi půdním roztokem a pevnou půdní fází.

Výsledky a diskuse

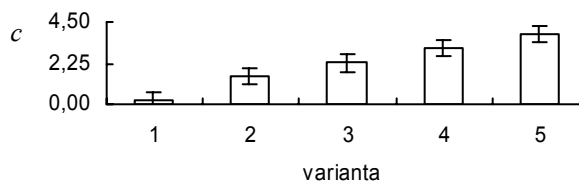
Obsah selenu v půdách vyhláška č. 13/1994 Sb. neřeší a lze ho zhodnotit alespoň podle kritérií, která uvádí Beneš²¹. Podle jeho klasifikace se rozlišuje obsah selenu (mg Se kg⁻¹ zeminy) nízký (do 0,3), střední (0,3–0,6) a vysoký (nad 0,6). Je možno konstatovat, že půdy na obou pokusných stanovištích se shodným přirozeným obsahem < 0,1 mg Se kg⁻¹ jsou selenem nezatížené (tab. I). Jako nejvyšší přípustná množství selenu v krmivech uvádí Beneš (1994) hodnoty od 0,5 do 1,5 mg kg⁻¹ (objemná krmiva a krmné směsi). Vyhláška MZe obsah selenu v potravinách bohužel nehodnotí.

Výsledky chemických analýz hlíz jsou uvedeny

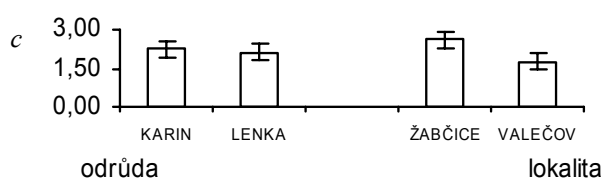
Tabulka II

Průměrné obsahy selenu v hlízách brambor (mg Se kg⁻¹) zjištěné v pěstebních pokusech na pozemcích s různým obsahem selenu v půdě

Varianta číslo	Obsah selenu v půdě kg Se ha ⁻¹	Odrůda Karin		Odrůda Lenka	
		Žabčice	Valečov	Žabčice	Valečov
1	kontrola	0,22	0,20	0,20	0,20
2	12	1,52	0,58	2,80	1,16
3	24	3,49	1,66	2,35	1,54
4	48	4,03	3,19	2,69	2,26
5	72	3,74	3,69	4,88	3,21



Obr. 1. Vliv varianty obohacení obsahu sloučenin selenu v půdě na jeho obsah c (mg kg⁻¹) v hlízách brambor



Obr. 2. Vliv lokality pozemku a odrůdy brambor na průměrný obsah selenu c (mg kg⁻¹) v hlízách brambor

v tabulce II, výsledky statistického zpracování výsledků jsou na obr. 1 a 2. Obsah selenu v hlízách brambor u odrůdy Karin kolísá v závislosti na lokalitě od 0,20 do 4,03 mg kg⁻¹ sušiny a u odrůdy Lenka od 0,20 do 4,88 mg kg⁻¹ sušiny. Koncentrace selenu se v hlízách zvyšovala se stupňovanými dávkami selenu do půdy. Tyto výsledky korespondují s poznatky Sippola²², který uvádí pozitivní lineární korelaci mezi obsahem Se v pletivech rostlin a jeho obsahem v půdě. Obsah selenu v rostlinné produkci lze ovlivnit aplikací jeho sloučenin, např. seleničitanem sodným do půdy, čímž se zvýší hladina selenu v potravním řetězci²³. Kromě kontrolní varianty jsou další průkazné rozdíly mezi variantami 2 a 4, 5; rovněž mezi variantami 3 a 5, jak souhrnně znázorňuje obr. 1.

Z obr. 2 je zřejmé, že průměrný obsah selenu v hlízách sledovaných odrůd byl velmi vyrovnaný, bez průkazného rozdílu (Karin 2,23 mg Se kg⁻¹sušiny, Lenka

2,13 mg Se kg⁻¹ sušiny). U všech variant s aplikací selenu (var. 2–5) byly převyšeny hodnoty 0,048–0,458 mg Se kg⁻¹ sušiny prezentované Koutníkem⁸, který je ovšem považuje z hlediska nutričního za nedostatečné. Při hodnocení vlivu lokality byl zjištěn signifikantní rozdíl v koncentraci selenu v hlízách. V Žabčicích obsahovaly hlízy v průměru 2,60 mg Se kg⁻¹ sušiny, zatímco v hlízách z Valečova bylo nalezeno v průměru pouze 1,77 mg Se kg⁻¹ (obr. 2). Tento rozdíl znamená 1,5× vyšší koncentraci selenu v hlízách ze žabčického pokusného stanoviště.

Závěr

Z výsledků polního pokusu se stupňovanými dávkami selenu aplikovaného do půdy při pěstování brambor vyplynulo, že se obsah Se v hlízách zvyšoval v přímé závislosti s jeho aplikovanou dávkou. Zatímco mezi dvěma odrůdami brambor nebyly prokázány statistické difference v koncentraci selenu, vliv lokality byl relevantní. Aplikace optimální dávky selenu do půdy je předpokladem jeho požadované koncentrace v rostlinách a tím pozitivního ovlivnění nutriční kvality finálního produktu.

Práce je řešena v rámci grantového projektu NAZV č. 46058.

LITERATURA

1. Levander O. A.: *Ann. Rev. Nutr.* 7, 227 (1987).
2. Scheffer F., Schachtschabel P., v knize: *Lehrbuch der Bodenkunde*. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart (1992).
3. Marschner H., v knize: *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press Limited, London (1995).
4. Kabata-Pendias A., Pendias H., v knize: *Trace Elements in Soils and Plants*. CRC Pres, Boca Raton (1984).
5. Smith G. S., Watkinson J. H.: *New Phytol.* 97, 557 (1984).
6. Banuelos G. S., Meek D. W.: *J. Plant Nutr.* 12, 1255 (1989).
7. Abrams M. M., Shennan C., Zasoski J., Bureau R. G.: *Agron. J.* 82, 1127 (1990).
8. Koutník V.: *Rostlinná výroba*, 42, 63 (1996).
9. Johnson M. A., Fischer J. G.: *Food Technol.* 48, 112 (1994).
10. Tan J., Zhu W., Wang W., Li R., Hou S., Wang D., Yang L.: *Sci. Total Environ.* 284, 227 (2002).
11. Velíšek J., v knize: *Chemie potravin 2*. OSSIS, Tábor (2002).
12. Rayman M. P.: *Lancet* 356, 233 (2000).
13. Arthur J. R., Beckett G. J.: *Proc. Nutr. Soc.* 53, 615 (1994).
14. Třebichavský J., Havrdová D., Blohberger M., v knize: *Toxické kovy*. NSO, Kutná Hora (1998).
15. Ducsay L., Ložek O.: *Plant, Soil Environ.*, v tisku.
16. Lahermo P., Alfthan G., Wang D.: *J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol.* 17, 205 (1998).
17. Thorn J., Robertson J.: *J. Nutr.* 39, 391 (1978).
18. Cao Z. H., Wang X. C., Yao D. H., Zhang X. L., Wong M. H.: *Environ. Inst.* 26, 335 (2001).
19. MacLeod J. A., Gupta U. C., Milburn P., Sanderson J. B.: *Can. J. Soil Sci.* 78, 685 (1998).
20. Sima P., Gissel-Nielsen G.: *Acta Agric. Scand.* 35, 161 (1985).
21. Beneš S., v knize: *Obsahy a bilance prvků ve sféře životního prostředí*, I. část. MZe ČR, Praha (1993).
22. Sippola J.: *Ann. Agric. Fenn.* 18, 182 (1979).
23. Bahners N.: *Disertace*. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn 31, (1987).

J. Hlušek^a, M. Jůzl^a, J. Čepl^b, and T. Lošák^a (^a Department of Agrochemistry, Soil Science, Microbiology and Plant Nutrition, Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic, ^b Research Institute for Potato Growing, Havlíčkův Brod, Czech Republic): **The Effect of Selenium Supplementation on Its Concentration in Potato Tubers**

In small-plot field trials in two localities, we explored the effect of various doses of selenium in the form of sodium selenite in the soil (0, 12, 24, 48 and 72 kg Se per hectare) on its concentration in potato tubers of two varieties. The results showed that the Se content in the tubers increased with the applied dose from 0.20 to 4.88 mg Se per kg of dry matter and from 0.034 to 0.829 mg Se per kg of green matter. No statistical differences in the Se concentration in the tubers between the varieties were detected. The effect of the locality was relevant; the average Se content in the tubers was different (2.59 and in 1.77 mg Se per kg of dry matter). Application of an optimal dose of Se into the soil before potato planting increased the Se content in the plants thus ensuring the input of necessary amounts of this essential element into the food chain.