

**ZMENY OBSAHU SELÉNU POČAS KONZERVÁRENSKÉHO SPRACOVANIA  
ZELENINY  
CHANGES IN SELENIUM CONTENT DURING CANNING OF VEGETABLES**

*Ondrej Hegedús, Alžbeta Hegedúsová, Silvia Jakobová, Magdaléna Valšíková, Andrea Vargová, Tomáš Tóth*

**ABSTRACT**

The aim of this study was to follow the changes in selenium content in selected vegetable species (garden pea, white cabbage and tomato) that were grown on selenium treated and untreated soils, and from mass production canning technology without selenium enrichment during the vegetable processing and storing of products. The changes of selenium content in garden pea were evaluated after canning in salt pickle in comparison to selenium content before processing. Cans with samples were opened in two-month intervals and subjected to analysis. The results showed that selenium was partially extracted from grains to salt pickle, but the majority of its content (77%) still remained in grains. Evaluation of changes in selenium content during fermentation of white cabbage, as well as after its heat sterilisation in sour-sweet pickle showed that the majority of this element remains in solid fraction of cabbage and approximately 11 – 14 % got extracted to pickle. The changes of selenium content in tomato processing were evaluated in tomato pureé. The results indicated that the main selenium fraction was present in tomato seeds. Increase of concentration of tomato juice proportionally enhanced selenium content (4.9 fold), therefore, tomato pureé and its products are relatively rich source of selenium.

**Key words:** selenium enrichment, vegetable processing, canning technology, heat sterilisation, selenium content

---

**ÚVOD**

Biologická hodnota vypestovaných poľnohospodárskych produktov závisí od kvalitatívneho stavu pestovateľských substrátov – pôd. V pôdach prítomné biogénne prvky sa transferujú do rastliny a tým do potravinového reťazca. V rade biogénnych prvkov má veľmi významné postavenie selén, ktorý vplýva na zdravie ľudskej populácie. V mnohých krajinách Európy, vrátane Slovenska, je denný príjem selénu veľmi nízky, 30-40 µg za deň (**Mosnáčková et al., 2003**). Zo štatistických údajov, vychádzajúcich z konzumácie potravín, vyplýva, že priemerný príjem selénu na Slovensku je približne 38 µg za deň, čo v porovnaní s odporúčanými hodnotami WHO (50 - 200 µg za deň) predstavuje nedostatočné množstvo.

Hladina selénu v ľudskom organizme je závislá od jeho obsahu v systéme pôda – rastlina (**Bajčan et al., 2001; Vollmannová et al., 2005**). Pre štúdium správania sa selénu v systéme pôda – rastlina je potrebné poznať vlastnosti tohto stopového prvku z hľadiska rôznych pôdných charakteristík (**Ducsay et al., 2006**).

Selén sa nachádza v širokej škále bežne dostupných potravín. Potraviny prirodzene obsahujú len organické zlúčeniny selénu, jeho anorganické zlúčeniny sa dostávajú do potravín ako výživové doplnky alebo kontaminanty. Sledovaním obsahu selénu v rôznych požívatinách sa zaoberalo mnoho autorov. Porovnávať výsledky pochádzajúce sa z rôznych oblastí sveta je obtiažne, lebo obsah selénu v nich je funkciou nie len potravinového druhu, ale najmä možností vstupu selénu do jednotlivých potravín. Pokiaľ ide o potraviny rastlinného pôvodu, je to v prvom rade otázka koncentrácie selénu v pestovateľskom substráte, a pokiaľ ide o potraviny živočíšneho pôvodu, je to otázka obsahu selénu v potrave zvierat. Analýzou stavu obsahu selénu v požívatinách na Slovensku sa zaoberalo niekoľko autorských kolektívov (**Maďarič a Kadrabová, 1998; Leng et al., 2003; Koreňovská, 2003; Hegedús et al., 2005a a i.**).

Nakoľko selén ako prvok prítomný v požívatinách, sa nepremení počas spracovania ako mnohé bioaktívne zlúčeniny, ktorých účinok je viazaný na ich chemickú štruktúru, ostáva v požívatinách naďalej a bude mať naďalej biologickú aktivitu.

Cieľom práce bolo sledovať zmeny obsahu selénu vo vybraných zeleninových druhoch (hrach záhradný, kapusta hlávková a plody rajčiakov) pestovaných na pôde fortifikovanej a nefortifikovanej selénanom sodným, resp. z veľkovýrobnej technológie bez selenizácie pôdy v procese ich technologického spracovania a konzervárenskej úpravy.

## **MATERIÁL A METODIKA**

Realizácia výskumu sa uskutočnila v poľných podmienkach pestovania vybraných druhov zelenín na pozemkoch VÚZ v Nových Zámkoch a na pozemkoch zmluvného realizátora Vitazel and Company, s.r.o. v Marcelovej. Realizácia prebehla sledovaním transferu selénu z fortifikovanej pôdy do konzumných častí pestovaných rastlín, jednak foliárnou aplikáciou selénu na pestované rastliny.

### **Fortifikácia pôd selénom v poľných podmienkach**

Na zabezpečenie zvýšeného transferu selénu z fortifikovanej pôdy, jeho obsah sa aplikoval do upraveného pôdneho substrátu vo forme kryštalického selénanu sodného zamiešaného do priemyselného hnojiva používaného na základné hnojenie. Potrebné množstvo priemyselného hnojiva sa určila podľa všeobecne prijatých zásad pre jednotlivé zeleninové druhy (**Horinka, 2002**). Podľa klasifikácie pôd z hľadiska obsahu selénu (**Wells, 1967**), jeho aplikovanými prídavkami sa dosiahla úroveň stredne zásobených pôd selénom.

**Tabuľka 1** Charakteristika pôdneho substrátu poľných pokusov

Základné pôdne charakteristiky	
Lokalita	Nové Zámky
Typ pôdy	Černozem ČM
Subtyp	Černozem černicová ČMč
Druh pôdy	Piesočnato-hlinitá
pH/ <sub>KCl</sub>	7,30
Se [mg.kg <sup>-1</sup> ]	0,049
P [mg.kg <sup>-1</sup> ]	91,0
K [mg.kg <sup>-1</sup> ]	107,0
Mg [mg.kg <sup>-1</sup> ]	114,0
Lokalita	Marcelová
Typ pôdy	Černozem ČM
Subtyp	Černozem černicová ČMč
Druh pôdy	Piesočnato-hlinitá
pH/ <sub>KCl</sub>	7,21
Se [mg.kg <sup>-1</sup> ]	0,020
P [mg.kg <sup>-1</sup> ]	112,0
K [mg.kg <sup>-1</sup> ]	85,0
Mg [mg.kg <sup>-1</sup> ]	95,0

Do poľných pokusov sa zaradili zeleninové druhy:

- Hrach záhradný (*Pisum sativum* L.) – odroda Oskar, pre veľkovýrobu. Krajina pôvodu: Česká republika. V SR registrovaná od roku 1994, veľmi skorá odroda, vhodná na priamy konzum a priemyselné spracovanie.
- Kapusta (*Brassica oleracea* var. *capitata* L. alba) – odroda Ramada F1, pre veľkovýrobu. Krajina pôvodu: Holandsko. V SR registrovaná od roku 1999. Neskorá, vhodná na dlhodobé skladovanie a priemyselné spracovanie.
- Rajčiak (*Solanum lycopersicum* L.) – odroda Pavlína pre veľkovýrobu. Krajina pôvodu: Česká republika. V SR registrovaná od roku 2002. Kríčková odroda, vhodná na priemyselné spracovanie a priamy konzum.

Poľné pokusy vyžadovali celkovú plochu 1,4 ha.

Poľné pestovanie sa zabezpečilo z predpestovaných priesad rajčiakov a kapusty hlávkovej. Hrach záhradný sa pestoval z priameho výsevu. Na selenizáciu pôd so základným hnojivom NPK sa rovnomerne zmiešal selénan sodný v množstvách uvedených v tabuľkách 2 až 4.

Počas pestovania sa vykonávalo ošetrovanie rastlín v súlade s bežnými pestovateľskými postupmi.

Vzorky sa pripravili rovnako z kontrolnej plochy ako z plochy po aplikácii selénanu sodného.

#### **Hrach záhradný**

Hrach záhradný bol vysievajú v polovici apríla. Hnojenie a selenizácia pôdy sa uskutočnila podľa tabuľky 2.

**Tabuľka 2** Hnojenie a selenizácia poľných pokusov s hrachom záhradným

Pestovateľská plocha	Požiadavka	Potreba hnojiva			Jednotkové množstvo Se	Se na 1 kg hnojiva	
		[kg.ha <sup>-1</sup> ]	[g.m <sup>-2</sup> ]	[kg/150 m <sup>2</sup> ]		[g Se]	[g Na <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub> ]
[m <sup>2</sup> ]	[mg Se.kg <sup>-1</sup> pôdy]				[mg.m <sup>-2</sup> ]		
150,0	0,5	600	60	9,0	90	1,5	3,59
Celková potreba selénu na použité hnojivo:						<b>13,5</b>	<b>32,30</b>
<b>Kontrola</b>							
150,0	-	600	60	9,0	-	-	-

Čerstvá a konzervovaná porovnávajúca vzorka hrachu sa odobrala z veľkovýroby, priamo z výrobnéj linky konzervárenského závodu Novofruct s.r.o. Nové Zámky.

### Rajčiak

Predpestované priesady sa vysadili na plánovanú plochu v polovici mája. Hnojenie a selenizácia pôdy sa uskutočnila podľa tabuľky 3.

**Tabuľka 3** Hnojenie a selenizácia poľných pokusov s rajčiakom

Pestovateľská plocha	Požiadavka	Potreba hnojiva			Jednotkové množstvo Se	Se na 1 kg hnojiva	
		[kg.ha <sup>-1</sup> ]	[g.m <sup>-2</sup> ]	[kg/150 m <sup>2</sup> ]		[g Se]	[g Na <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub> ]
[m <sup>2</sup> ]	[mg Se.kg <sup>-1</sup> pôdy]				[mg.m <sup>-2</sup> ]		
150,0	1,0	1200	120	18,0	180	1,5	3,59
Celková potreba selénu na použité hnojivo:						<b>27,0</b>	<b>64,61</b>
<b>Kontrola</b>							
150,0	-	1200	120	18,0	-	-	-

### Kapusta

Predpestované priesady sa vysadili na plánovanú plochu v polovici mája. Selenizácia pôdy prebehla podľa tabuľky 4.

**Tabuľka 4** Hnojenie a selenizácia poľných pokusov s kapustou

Pestovateľská plocha	Požiadavka	Potreba hnojiva			Jednotkové množstvo Se	Se na 1 kg hnojiva	
		[kg.ha <sup>-1</sup> ]	[g.m <sup>-2</sup> ]	[kg/150 m <sup>2</sup> ]		[g Se]	[g Na <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub> ]
[m <sup>2</sup> ]	[mg Se.kg <sup>-1</sup> pôdy]				[mg.m <sup>-2</sup> ]		
150,0	1,0	1200	120	18,0	180	1,5	3,59
Celková potreba selénu na použité hnojivo:						<b>27,0</b>	<b>64,61</b>
<b>Kontrola</b>							
150,0	-	1200	120	18,0	-	-	-

### Spracovanie použitých zeleninových druhov

Proces konzervovania a skladovania hotových výrobkov bol sledovaný na zeleninových druhoch hrachu záhradného, kapusty hlávkovej a plodov rajčiakov.

**Hrach záhradný** – Po dozretí úrody do technologickej zrelosti sa na laboratórne pokusy pozbieralo asi 5 kg vylúskaných hrachových zŕn z kontrolnej plochy, z plochy fortifikovanej selénom, resp. z veľkovýrobnej technológie bez selenizácie pôdy. Po dozretí úrody hrachu záhradného do technologickej zrelosti sa vylúskané hrachové zrná tak z kontrolnej plochy ako z plochy fortifikovanej selénom sodným, použili na ďalšie spracovanie. Časť pozbieranej úrody sa použila na stanovenie obsahu prijatého selénu, časť sa zakonzervovala na sledovanie zmien obsahu počas konzervačného procesu. Zmeny obsahu selénu v konzervovanom hrachu boli sledované po jeho tepelnej konzervácii v slanom náleve vzhľadom na jeho pôvodný obsah v surovom hrachu. Sterilizácia sa uskutočnila v autokláve pri teplote 121 °C po dobu 30 min. Vzorky hrachu boli konzervované v sklenených fľašiach obsahu 720 ml. Po konzervácii sa vzorky otvárali k analýzám po dvojmesačnom skladovaní.

**Kapusta** – Hlávky sa zbierali na konci vegetačného obdobia. Na analýzy sa pripravila homogenizovaná zmes z piatich hlávok vždy pre jednu analyzovanú vzorku. Hlávky kapusty sa po vykrojení hlúbu krájali na jemné rezy a po namiešaní so soľou v množstve 2 % na hmotnosť kapusty sa uložila do drevených sudov na kvasenie. Po prebehnutí kvasenia (15 dní) sa odobrala priemerná vzorka v množstve 2 kg na analýzy. Vzorky sa pripravili rovnako z kontrolnej plochy ako z plochy fortifikovanej selénom sodným.

Sterilizovaná kapusta sa pripravila z nakrájanej kapusty v sladkokyslom náleve v sklenených fľašiach obsahu 720 ml. Sterilizácia prebehla pri teplote 80 °C po dobu 35 min. Pomer tuhého podielu a šťavy bol 9 :1.

**Rajčiak** – Dozreté plody rajčín sa zbierali na analýzy v polovici zberovej sezóny tak z kontrolnej ako aj z plochy fortifikovanej selénom sodným. Z pozbieranej úrody homogenizáciou celých plodov bez oddelenia šupky a semien sa pripravila priemerná vzorka, ktorá sa použila na stanovenie obsahu prijatého selénu. Zmeny obsahu selénu počas konzervačného spracovania rajčín sa sledovali na príklade výroby rajčinového pretlaku. Vzorky na analýzy sa odoberali z výrobných liniek výroby rajčinového pretlaku. Na analýzy sa odobrala pôvodná surovina rajčín použitých na spracovanie, odstránené semená a šupky, vylisovaná šťava a hotový rajčinový pretlak. Refraktometrická sušina pôvodnej šťavy bola 5,4 %, zahusteného pretlaku 35,1 %.

### **Mineralizácia rastlinných vzoriek**

Mineralizácia rastlinných vzoriek sa uskutočnila v mineralizačných autoklávoch ZA-1. Mineralizácia trvala 2 h pri 140 °C za prídavku 1 ml deionizovanej vody, 2 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 5 ml HNO<sub>3</sub>. Získané roztoky sa doplnili deionizovanou vodou do 25 ml.

### **Stanovenie celkového obsahu selénu metódou ET-AAS**

Stanovenie celkového obsahu selénu v rastlinnom materiáli sa uskutočnilo modifikovanou metódou elektrotermickej atomizácie (ET-AAS) so Zeemanovou korekciou pozadia na spektrometri SpectrAA240. Podmienky merania boli nastavené podľa autorov **Hegedús et al. (2008)**.

### **VÝSLEDKY A DISKUSIA**

Z výsledkov analýz sledovaných zelenín (tab. 5) vyplýva, že po fortifikácii pôd selénom sa dosahuje výrazné zvýšenie jeho obsahu v konzumnej časti jednotlivých zelenín. Výsledky transferu selénu z fortifikovanej pôdy v poľných podmienkach korešpondujú s výsledkami vegetačných nádobových pokusov v chránených priestoroch (**Hegedús et al. 2005a,b**). Obsah selénu v plodoch je pravdepodobne ovplyvnený aj prítomnosťou semien v analyzovaných vzorkách, ktoré kumulujú selén vo svojich bielkovinách.

Výsledky poľných pokusov ukazujú intenzívnu kumuláciu selénu v hrachu záhradnom a hlávkovej kapuste.

**Tabuľka 5** Potenciálna možnosť dosiahnutia úrody zeleniny s vysokým obsahom selénu

Druh zeleniny	Obsah Se [mg.kg <sup>-1</sup> ]		Zvýšenie (násobok)
	A	B	
Rajčiny	0,026	0,66	25
Hrach záhradný	0,009	5,76	636
Kapusta hlávková	0,051	2,58	50

*A* – súčasný stav bez fortifikácie pôd selénom, *B* – potenciálne dosiahnuteľné výsledky po selenizácii pôd.

Z tabuľky 5 vyplýva, že skúmané zeleninové druhy do pôdy aplikovaný selén nekumulujú rovnakou intenzitou. Kým hrach záhradný vykazuje veľmi intenzívnu kumuláciu selénu, plodová zelenina vykazuje nižšiu kumuláciu (rajčiny). V prípade hrachu záhradného na príčine je pravdepodobne vysoký obsah bielkovín, kde selén ako konkurenčný prvok nahrádza síru v sírnych aminokyselinách. V prípade kapusty obohatenej o selén, metabolizovanie selénu vedie k tvorbe selénometylselénocysteínu, selénometylselénocysteín selenooxidu a selénometionínu, zatiaľ podiel selénocystínu a selénopeptidov je zanedbateľný (Sager, 2006). Vysoká kumulácia selénu, podobne ako v našich výsledkoch, bola pozorovaná aj v repke (*Brassica juncea* L.) po pridaní selénanu sodného do pôdy v množstve 2 mg Se.kg<sup>-1</sup> (Banuelos et al., 1997). Analýzou sušiny sa zistilo, že obsah selénu v zelených častiach sa pohyboval od 407 do 769 mg Se.kg<sup>-1</sup> a koncentrácia voľného selénometionínu bola v rozmedzí od 97 do 958 mg.kg<sup>-1</sup>. Okrem uvedeného je nutné poznamenať, že v rastlinných častiach, cez ktoré vedú hlavné cesty prísunu živín (ale aj iných iónov prítomných v pôdnom roztoku), je kumulácia iónov výrazne vyššia.

Na základe výsledkov z poľných pokusov s rôznymi zeleninovými druhmi sa dá konštatovať, že selenizácia pôd sa javí ako účinný prostriedok na zabezpečenie selénom obohatených potravín na báze zeleniny.

#### Zmeny obsahu selénu počas konzervárenského spracovania surovín

Oblasť dynamiky zmien obsahu selénu v rôznych konzervárenských surovinách počas ich spracovania, úpravy, vrátane skladovania nie je preskúmaná. Počas týchto technologických krokov je možné očakávať nie len zmeny celkového obsahu, ale aj zmeny foriem zlúčenín selénu. V obsahu zmien v podstate môže prevážiť úbytok celkového obsahu selénu a to najmä technologickou úpravou surovín, ako je odstraňovanie nežiaducich častí, ktoré môžu obsahovať významné množstvo selénu, ale aj vylúhovaním počas spracovania a v samotnom hotovom výrobku.

Nakoľko jedlá časť jednotlivých zelenín z anatomického hľadiska nie je homogénna, ani látkové zloženie v jednotlivých častiach (vrátane obsahu selénu) nebude rovnomerné. Z uvedeného dôvodu sa v kapuste hlávkovej stanovilo rozloženie selénu v celej hlávke, v hlúbe a v hlávke bez hlúbu, kým v rajčinách v celom plode, v semenách a v šupkách podľa nižšie uvedenej tabuľky 6.

**Tabuľka 6** Rozloženie obsahu selénu v rôznych častiach vybraných zeleninových druhov

P.č.	Rastlinná časť	obsah Se [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Sušina [%]
Kapusta	celá kapusta	0,045	7,64
	vykrojený hlúb	0,055	7,85
	hlávka bez hlúbu	0,043	7,65
Rajčiny	rajčinová šťava	0,026	7,13
	šupky	0,087	33,8
	semená	0,384	28,7

Výsledky ukazujú, že v hlúbe je približne o 20 % viac selénu ako v hlávke kapusty, čo je pochopiteľné vzhľadom na skutočnosť, že je to vlastne hlavná cesta prísunu živín. Vyšší obsah selénu v hlúbe môže čiastočne ovplyvniť jeho celkový obsah v hotovom výrobku, nakoľko táto časť hlávky sa počas niektorých konzervárenských technologických úprav vykrojuje (sterilizovaná kapusta a pod.), v iných nie, napr. v surovine pre kvasenie.

V plodoch rajčiakov je rozloženie selénu výraznejšie. Šupky obsahujú približne 3,4 –krát viac selénu ako vylisovaná šťava, semená až 15-krát viac. Rozdiel v obsahu selénu v týchto rastlinných častiach je vysvetliteľný jednak vyššou sušinou šupky a semien, jednak vyšším obsahom bielkovín v semenách (29,0 % oproti 0,98 % v šťave), kde sa selén viaže na aminokyseliny bielkovín. Tieto časti rajčín (semená a šupky) počas konzervárenského spracovania hlavných rajčinových výrobkov (rajčinová šťava, pretlak, kečup) sa odstraňujú, a tým celkový obsah selénu v hotových výrobkoch je nižší, ako predpokladá analýza suroviny.

Samotný proces konzervovania a skladovania hotových výrobkov bol sledovaný na príklade hrachu záhradného, kapusty hlávkovej a rajčín. V práci sa sledovali možné zmeny obsahu selénu v pokusných zeleninách.

Zmeny obsahu selénu v konzervovanom hrachu boli sledované po jeho tepelnej konzervácii v slanom náleve, vzhľadom na jeho pôvodný obsah pred spracovaním. Ako pokusný materiál slúžil hrach záhradný z pokusov realizačného výstupu pestovaný na pôde ošetrenej i neošetrenej selénanom sodným, resp. z veľkovýrobnej technológie bez selenizácie pôdy. Po konzervácii sa vzorky otvárali k analýzám po dvojmesačnom skladovaní (tab. 7).

**Tabuľka 7** Zmeny obsahu selénu počas konzervárenského spracovania hrachu záhradného

Pôvod vzoriek	variant	analyzovaná vzorka	Obsah Se [mg.kg <sup>-1</sup> ]
Realizačný výstup	Kontrola	hrach čerstvý	0,0074
		tuhý podiel v konzerve	0,0047
		nálev po konzervácii	0,0023
	Selenizovaný	hrach čerstvý	5,89
		tuhý podiel v konzerve	5,68
		nálev po konzervácii	1,35
Výrobná prax	Bez selenizácie pôd	hrach čerstvý	0,0044
		tuhý podiel v konzerve	0,0032
		nálev po konzervácii	0,0019

Výsledky analýz poukazujú na čiastočné vyextrahovanie selénu zo zŕn hrachu do nálevu, ale podstatná časť (77 %) ostáva naďalej v zrnách. Znamená to, že keď sa konzumuje len samotné zrno hrachu, podstatná časť vyprodukovaného selénu sa aj v takomto prípade dostáva do organizmu.

V ďalšom experimente sa sledovali zmeny obsahu selénu počas mliečneho kvasenia hlávkovej kapusty. Výsledky analýz sú uvedené v tabuľke 8.

**Tabuľka 8** Zmeny obsahu selénu počas konzervárenského spracovania kapusty

Analyzovaná vzorka	Obsah Se [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Smerodajná odchýlka
<b>Kvasená kapusta</b>		
čerstvá kapusta	0,059	0,0048
kvasená kapusta	0,047	0,0035
šťava z kvasenej kapusty	0,008	0,0010
<b>Sterilizovaná kapusta</b>		
čerstvá kapusta selenizovaná	2,59	0,749
tuhý podiel konzervy	2,14	0,364
šťava z konzervy	1,62	0,416

Z výsledkov analýz vyplýva, že veľký podiel obsahu selénu ostáva aj po kvasení v tuhom podiele kapusty a približne 11 až 14 % pôvodného obsahu sa dostáva do vzniknutej šťavy. Podobné výsledky sa zistili po tepelnej sterilizácii kapusty v sladkokyslom náleve, kde koncentrácia selénu v šťave oproti tuhému podielu je významná, ale vzhľadom na malý podiel šťavy k tuhému podielu (1:9) znamená, že jeho podstatná časť ostáva v tuhom podiele.

Zmeny obsahu selénu počas konzervárenského spracovania rajčín sa sledovali na príklade výroby rajčinového pretlaku (tab. 9).

**Tabuľka 9** Zmeny obsahu selénu počas konzervárenského spracovania rajčín

Rastlinná časť	obsah Se [mg.kg <sup>-1</sup> ]	smerodajná odchýlka	RS
rajčiny pred spracovaním	0,031	0,004	4,56
rajčinová šťava	0,026	0,009	4,55
šupky	0,087	0,017	-
semená	0,384	0,116	-
rajčinový pretlak	0,151	0,098	29,6

Vysvetlivky: **RS** – refraktometrická sušina

Z výsledkov analýz jednotlivých častí rajčín vyplýva, že najviac selénu obsahujú semená. Ich odstraňovaním sa odstráni aj významná časť v plodoch prítomného selénu. Po zahustení šťavy sa podľa očakávania úmerne zvyšoval aj obsah selénu v pretlaku, ale nie úplne v tom pomere ako bola šťava zahustená. Refraktometrická sušina pretlaku sa zahustením zvýšila 6,5-krát, pričom obsah selénu 4,9-krát. Táto skutočnosť môže byť zapríčinená práve odstraňovaním semien a šupky, ktoré sú na selén bohatšie ako samotná šťava plodov. Ak berieme všetky zistené skutočnosti okolo výroby rajčinovej šťavy do úvahy, môžeme konštatovať, že rajčinový pretlak a z neho vyrobené produkty, napriek relatívne nízkym koncentráciám selénu v samotných rajčinách sú bohatým zdrojom selénu.



## ZÁVER

Analýzou zelenín, pestovaných na pôdach fortifikovaných selénom v poľných podmienkach sa zistilo, že dochádza k výraznému zvyšovaniu obsahu selénu v konzumných častiach oproti kontrole. Ukázalo sa, že rôzne zeleninové druhy majú rozdielnu schopnosť kumulovať selén v konzumných častiach.

Po konzervácii zrn hrachu záhradného výsledky analýz poukazujú na čiastočné vyextrahovanie selénu zo zrn hrachu do nálevu, pričom podstatná časť selénu (77 %) ostáva naďalej v zrnách.

Podobné výsledky sa získali aj v pokusoch s kvasenou kapustou. Vysoký podiel obsahu selénu ostáva aj po kvasení v tuhom podiele kapusty a približne 11 až 14 % pôvodného obsahu sa dostáva do vzniknutej šťavy.

Rajčiny po selenizácii pôd nedosahujú tak významnú kumuláciu selénu ako hrach záhradný a kapusta. Vzhľadom na to, že významný podiel tzv. priemyselných rajčín sa používa na výrobu rajčinového pretlaku, ktorý sa vyrába zahustením, tým sa v ňom koncentruje aj obsah selénu. Na základe toho môžeme konštatovať, že rajčinový pretlak a z neho vyrobené produkty, napriek relatívne nízkym koncentráciám selénu v samotných rajčinách, sú bohatým zdrojom selénu.

Z výsledkov riešenia vyplýva, že fortifikácia pôdneho substrátu je účinná a nenáročná forma obohatenia požívateľní rastlinného pôvodu selénom. V práci prezentované výsledky demonštrujú praktické možnosti biofortifikácie rastlinných požívateľní selénom, dopĺňujúc doterajšie teoretické a praktické poznatky z oblasti agronomickej biofortifikácie.

## LITERATÚRA

- BAJČAN, D., ŽEMBERYOVÁ, M., KLIMENT, J., RÚRIKOVÁ, D. 2001. Stanovenie obsahu bioprístupného selénu v pôdach metódou AAS. In *Chem. Listy*, 95 (10), 2001, p. 638-641.
- BAÑUELOS, G. S., AJWA, H. A., MACKKEY, B., WU, L., COOK, C. 1997. Evaluation of different plant species used for phytoremediation of high soil selenium. In *J. Environ. Qual.*, 26, 1997, p. 639-646.
- DUCSAY, L., LOŽEK, O., VARGA, L., LOŠÁK, T. 2006. Suplementácia ozimnej pšenice selénom. In *Chem. Listy*, 100 (7), 2006, p. 519-521.
- HEGEDŮS, O., HEGEDŮSOVÁ, A., IVIČIČOVÁ, A., JOMOVÁ, K., VALŠÍKOVÁ, M., KOPEC, K., VARGOVÁ, A. 2005a. Riešenie problematiky obsahu a zachovania selénu v zelenine: výskumná správa. Nové Zámky: VÚZ, 2005a, 72 s.
- HEGEDŮS, O., HEGEDŮSOVÁ, A., IVIČIČOVÁ, A., VARGOVÁ, A. 2005b. Zvýšenie obsahu selénu v proteínovej frakcii semien hrachu záhradného (*Pisum sativum* L.) prídavkom selénanových solí do pestovateľského substrátu. In *Bulletin of Food Research*, 44 (3-4), 2005b, p. 249-259.
- HEGEDŮS, O., HEGEDŮSOVÁ, A., ŠIMKOVÁ, S., PAVLÍK, V., JOMOVÁ, K. 2008. Evaluation of the ET-AAS and HG-AAS methods of selenium determination in vegetables. In: *J. Biochem. Biophys. Methods*, 70 (6), 2008, p.1287-1291.
- HORINKA, T. 2002. *Kemira tápanyagutánpótlási technológiák*. Odborný preklad knihy z maďarského originálu: Hegedűs, O., Nagy, L., Hegedűsová, A. 2002. *Technológia hnojenia „Kemira“*. 2. rozš. vyd. Nové Zámky: AZ Print s.r.o., 2002, 398 s.
- KOREŇOVSKÁ, M. 2003. Optimization of selenium determination in vegetable, fruit and dairy products by flow injection hydride generation atomic absorption spectrometry. In *Chem. Papers*, Volume 57 (3), 2003, p. 155 - 157.

- LENG, Ľ., LEVKUT, M., BOBČEK, R. 2003. Význam selenometionínu v potravinovom reťazci. In *Vplyv funkčných potravín s obsahom selénu na zdravie ľudí: zborník referátov zo seminára*. Púchov, 2003, s. 14 - 24.
- MAĎARIČ, A., KADRABOVÁ, J. 1998. Selén v potravinách a možnosť jeho suplementácie. In *Bulletin potravinárskeho výskumu*, 37 (1), 1998, p. 11-17.
- MOSNÁČKOVÁ, J., KOVÁČIKOVÁ, E., PASTOROVÁ, J., KOŠICKÁ, M., VOJTAŠŠÁKOVÁ, A., HOLČÍKOVÁ, K., SIMONOVÁ, E. 2003. *Selén v potravinách*. Bratislava: VÚP, 2003, 36 s.
- SAGER, M. 2006. Selenium in agriculture, food, and nutrition. In: *Pure Appl. Chem.*, 78 (1), 2006, p. 111 - 133.
- VOLLMANNOVÁ, A., TOMÁŠ, J., TÓTH, T., JOMOVÁ, K. 2005. Hygienický stav vybraných pôdnych predstaviteľov z hľadiska obsahu ťažkých kovov v regiónoch bez lokálneho znečistenia. In *ChemZi*, 1/1, 2005, s. 110.
- WELLS, N. 1967. Selenium in horizons of soil profiles. In *N. Z. J. Agric.* 10, 1967, p. 142-179.

### Pod'akovanie

Práca vznikla riešením projektov VEGA 1/4370/07, VEGA 1/3540/06 a KEGA 3/7428/09.

### Kontaktná adresa:

Ing. Ondrej Hegedús, PhD. Regionálny úrad verejného zdravotníctva so sídlom v Nitre, Štefánikova 58, Tel.: 037 6560494, E-mail: [nr.ocha@uvzs.sk](mailto:nr.ocha@uvzs.sk)

Doc. RNDr. Alžbeta Hegedúsová, PhD. Katedra chémie FPV UKF v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 1., 94974 Nitra. Tel.: 037 6408 657, E-mail: [ahegedusova@ukf.sk](mailto:ahegedusova@ukf.sk)

PaedDr. Silvia Jakabová, PhD. <sup>3</sup>Department of Analytical and Environmental chemistry, University of Pécs, Ifjúság útja 6, 7624 Pécs, Hungary

Prof. Ing. Magdaléna Valšíková, CSc. Katedra zeleninárstva FZKI SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

Mgr. Andrea Vargová, PhD. <sup>3</sup>Department of Analytical and Environmental chemistry, University of Pécs, Ifjúság útja 6, 7624 Pécs, Hungary

Doc. RNDr. Ing. Tomáš Tóth, PhD. Katedra chémie FBP SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra