

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
FAKULTA BIOTECHNOLÓGIE A POTRAVINÁRSTVA  
Katedra chémie

**Využitie netradičných rastlinných druhov na výrobu  
funkčných potravín**

**Ing. Silvia Melicháčová**

**Nitra 2007**

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
FAKULTA BIOTECHNOLÓGIE A POTRAVINÁRSTVA  
Katedra chémie

**Využitie netradičných rastlinných druhov na výrobu  
funkčných potravín**  
**Unconventional plant species using for functional foods  
production**

Autoreferát dizertačnej práce  
na získanie vedecko-akademickej hodnosti philosophiae doctor  
v doktorandskom študijnom programe technológia potravín v študijnom odbore  
6.1.13 Spracovanie poľnohospodárskych produktov

**Ing. Silvia Melicháčová**

**Nitra 2007**

Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Katedre chémie Fakulty biotechnológie a potravinárstva Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Doktorand: Ing. Silvia Melicháčová  
Katedra chémie  
Fakulta biotechnológie a potravinárstva  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vedúci dizertačnej práce: doc. RNDr. Alena Vollmannová, PhD.  
Katedra chémie  
Fakulta biotechnológie a potravinárstva  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Oponenti : prof. Ing. Otto Ložek, CSc.  
Katedra agrochémie a výživy rastlín  
Fakulta biotechnológie a potravinárstva  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

doc. RNDr. Alžbeta Hegedúsová, PhD.  
Katedra chémie  
Fakulta prírodných vied  
Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

doc. RNDr. František Kačík, PhD.  
Katedra chémie a chemických technológií  
Drevárska fakulta  
Technická univerzita vo Zvolene

Autoreferát bol odoslaný dňa .....

Stanovisko k dizertácii vypracovala Katedra chémie, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Obhajoba doktorandskej dizertácie sa koná dňa ..... o ..... h pred komisiou pre obhajobu dizertačnej práce doktorandského študijného programu technológia potravín v študijnom odbore 6.1.13 Spracovanie poľnohospodárskych produktov, na Fakulte biotechnológie a potravinárstva, Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Miesto konania: Katedra .....  
Fakulta biotechnológie a potravinárstva  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

Miestnosť: .....

S dizertačnou prácou sa možno oboznámiť na dekanáte Fakulty biotechnológie a potravinárstva SPU v Nitre.

Predseda komisie pre obhajoby v doktorandskom študijnom programe technológia potravín v študijnom odbore 6.1.13 Spracovanie poľnohospodárskych produktov

.....  
prof. Ing. Zdenka Muchová, CSc.  
predsedkyňa odbornej komisie

## ABSTRAKT

Nové druhy potravín - funkčné potraviny ako napr. obilniny a pseudobilniny obsahujú rôzne fytochemické látky, ktoré sú predmetom celosvetových diskusií. Cieľom práce bolo overiť možnosti zabezpečenia hygienickej kvality konzumných častí testovaných plodín z pohľadu obsahu rizikových ťažkých kovov a vyhodnotiť obsah významného antioxidantu (vitamínu C) a obsah potenciálnych chemoprotektívnych flavonoidných zlúčenín (rutínu, kvercetínu, apigenínu a kemferolu) vo vzťahu k obsahu rizikových ťažkých kovov v zrne plodín.

V nádobových experimentoch boli použité pôdy z lokality Sereď z Dolnopovažskej zaťaženej oblasti a Dudince z Pohronskej zaťaženej oblasti s aplikáciou rôznych materiálov s cieľom zmeny pôdných vlastností, v ktorých boli pestované pseudocereálie a minoritná obilnina (ovos). Obsahy fytotoxických foriem ťažkých kovov v pôde z lokality Dudince (kontaminácia zinkom, meďou, kadmium, olovom) boli vyššie ako obsahy týchto foriem v pôde z lokality Sereď (relatívne „čistá“ pôda z pohľadu obsahu sledovaných kovov). Na základe hodnotenia obsahov rizikových kovov len v zrne láskavca ohnutého dopestovaného na pôde z lokality Sereď aj z lokality Dudince je možné konštatovať, že obsahy Zn, Cu a Cd prekročili najvyššie prípustné množstvá uvedené v príslušnej legislatíve SR. Z tohto dôvodu je možné láskavec označiť ako plodinu, ktorá „vyťahuje“ a kumuluje ťažké kovy a mohla by sa uplatniť pri fytoremediácii pôd.

Plodiny pestované v metalicky kontaminovanej pôde (lokalita Dudince) kumulovali rizikové prvky v nasledovnom poradí: láskavec > ovos > pohánka > proso. Plodiny pestované v metalicky nezaťaženej pôde (lokalita Sereď) sa vyznačovali mierne vyššími obsahmi bielkovín a vitamínu C v porovnaní s plodinami pestovanými v metalicky kontaminovanej pôde (lokalita Dudince).

Najvyšším obsahom vitamínu C sa vyznačovali nažky pohánky jedlej. V zrne prosa siateho boli obsahy vitamínu C pod hranicou detekcie.

Obsahy celkových polyfenolov a sledovaných flavonoidov v zrne plodín pestovaných na metalicky kontaminovanej pôde boli výrazne vyššie v porovnaní s plodinami pestovanými na nezaťaženej pôde.

Funkčné zložky sú využívané v potravinárskom priemysle, avšak práve tieto plodiny majú zvýšenú schopnosť akumulácie rizikových kovov. Monitoring a zachovanie bezpečnosti funkčných potravín sa preto z hľadiska obsahu ťažkých kovov v pseudocereáliách a minoritných obilninách stávajú prioritou výrobcov potravín.

## **ABSTRACT**

New foodstuffs types - functional foodstuffs such as pseudocereals and minor cereals with the content of various phytochemicals have been developed. The objective of work was to verify the providing of grain hygienic quality of tested crops from the standpoint of risk elements contents and to evaluate the content of important antioxidant (vitamin C) and the contents of potential chemoprotective flavonoid compounds (rutin, quercetin, apigenin and kempferol) in the relation to the content of risk elements in crops grain.

In pot experiments the soils from Sered' locality from Dolnopovažská loaded area and Dudince from Pohronská loaded area were used with the application of various materials with the objective of changes of soil properties, in which pseudocereals and minor cereal (oat) were cultivated. The contents of phytotoxic forms of heavy metals in soil from locality Dudince (contamination by zinc, copper, cadmium, lead) were higher than those in the soil from locality Sered' (relatively „clean“ soil from the standpoint of heavy metals content). On the basis of evaluation of risk elements contents in amaranth grain grown in soil from locality of Sered' but also from locality of Dudince it is possible to make a statement that Zn, Cu and Cd contents exceeded the maximal acceptable amounts defined in legislation of SR. From this point of view amaranth is marked as the crop that extracts and cumulates heavy metals and thus could be used in phytoremediation processes.

The crops grown on soils with metallic burden (locality Dudince) accumulated risk elements in their grain in followed line: amaranth > oat > buckwheat > millet. The crops cultivated on soil with non-metallic burden (locality Sered') were the ones with mildly higher proteins content and vitamin C content in comparison with the crops grown on metallic contaminated soil (Dudince).

Buckwheat seeds have the highest content of vitamin C. In millet grain vitamin C content was under detection.

The contents of total polyphenols and flavonoids in crops grown on metallic contaminated soil were significantly higher than those in crops grown on relatively clean soil.

Functional components are utilized in food industry, but these crops have increased ability to accumulate risk elements. Monitoring and safety aspect of functional foodstuffs are thus from the standpoint of heavy metals content in pseudocereals and minor cereals are becoming the priority to foodstuffs producers.

## POUŽITÉ OZNAČENIE

**HPLC** - High performance liquid chromatography,

**MP SR** - Ministerstvo pôdohospodárstva SR,

**MZ SR** - Ministerstvo zdravotníctva SR,

**CP** - Celkové polyfenoly,

**NPM** - Najvyššie prípustné množstvá,

**FOSHU** - Foods for Specified Health Use,

**MMH** - mletá magnezitová hornina

## OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	7
<b>2. CIEĽ PRÁČE</b> .....	8
<b>3. MATERIÁL A METÓDY</b> .....	9
<b>3.1 Výber lokalít odberu pôdy</b> .....	9
<b>3.2 Druhy hodnotených plodín</b> .....	9
<b>3.3 Realizácia experimentov - Vegetačný nádobový pokus I</b> .....	10
<b>3.3.1 Vegetačný nádobový pokus II</b> .....	10
<b>3.4 Matematicko-štatistické spracovanie výsledkov</b> .....	11
<b>4 VÝSLEDKY PRÁČE A DISKUSIA</b> .....	12
<b>4.1 Vegetačný nádobový pokus I. - Stanovenie pôdnej reakcie, obsahu prístupných živín a rizikových kovov vo vzorkách pôd</b> .....	12
<b>4.1.1 Stanovenie obsahu rizikových ťažkých kovov v konzumných častiach pseudocereálií a minoritnej cereálie</b> .....	13
<b>4.1.2 Stanovenie obsahu bielkovín v konzumných častiach pseudoobilnín a minoritnej obilniny</b> .....	13
<b>4.1.3 Stanovenie obsahu vitamínu C v konzumných častiach pseudoobilnín a minoritnej obilniny</b> .....	14
<b>4.1.4 Stanovenie obsahov celkových polyfenolov v konzumných častiach pseudocereálií a minoritnej cereálie</b> .....	14
<b>4.1.5 Stanovenie obsahov vybraných flavonoidov v konzumných častiach pseudocereálií</b> .....	15
<b>4.2 Vegetačný nádobový pokus II</b> .....	15
<b>4.2.1 Stanovenie pôdnej reakcie, obsahu prístupných živín a rizikových kovov</b>	15

vo vzorkách pôd.....	
4.2.2 Stanovenie obsahu rizikových ťažkých kovov v konzumných častiach pseudocereálií a minoritnej cereálie.....	16
4.2.3 Stanovenie obsahu bielkovín v konzumných častiach pseudoobilnín a minoritnej obilniny.....	16
4.2.4 Stanovenie obsahu vitamínu C v konzumných častiach pseudocereálií a minoritnej obilniny.....	16
4.2.5 Stanovenie obsahu celkových polyfenolov v konzumných častiach pseudocereálií a minoritnej obilniny.....	17
4.2.6 Stanovenie flavonoidov rutínu a kvercetínu v konzumných častiach sledovaných plodín.....	17
5 NÁVRH NA VYUŽITIE VÝSLEDKOV NA ĎALŠÍ ROZVOJ VEDY.....	17
6 ZÁVER.....	19
7 POUŽITÁ LITERATÚRA.....	22
8 ZOZNAM PUBLIKOVANÝCH PRÁC AUTORA SÚVISIACICH S RIEŠENOU PROBLEMATIKOU.....	23

## ÚVOD

Odporúčania pre správnu ľudskú výživu majú dlhú tradíciu. Už v rokoch 460-770 p.n.l. Hippokrates radil ľudom, aby svoje zdravie upevňovali napr. vyváženou stravou, dostatočnou fyzickou aktivitou a správnym životným štýlom.

Výživa je jedným z hlavných faktorov vonkajšieho prostredia a zohráva dôležitú úlohu nielen v prevencii, ale aj pri vzniku mnohých ochorení.

Výsledkom prudkého civilizačného rozmachu sprevádzaného zmenami v životnom prostredí a životnom štýle, je dramatický vzostup tzv. civilizačných ochorení. Stúpa chorobnosť a úmrtnosť na kardiovaskulárne a onkologické choroby, stúpa počet pacientov s diabetom a metabolickým syndrómom. V uvedených prípadoch ide o ochorenia, ktoré majú úzky vzťah k výžive.

Hippokrates známym výrokom: „*Tvoje jedlo nech je tvojím liekom!*“ pochopil súvislosť výživy so zdravím človeka. Nasledovali výskumné štúdie s dôrazom na vzťah medzi spôsobom výživy a zdravotným stavom obyvateľstva (rozpoznávanie rizikových faktorov vplývajúcich na vznik chorôb).

Začiatok 21. storočia prináša väčší záujem o rôzne tradičné druhy rastlín, ktoré sú využívané v potravinárskom, chemickom, kozmetickom a farmaceutickom priemysle. Medzi tieto druhy patria aj pohánka, laskavec, ovos a proso so svojimi jedinečnými charakteristickými vlastnosťami a chemickým zložením.

Zloženie rastlinných surovín a potravín je v priamom vzťahu s civilizačnými chorobami, preto sa hľadajú nové zdroje a spôsoby výroby poľnohospodárskych komodít, ktoré by pozitívne ovplyvnili súčasný výživový trend. Tieto suroviny s obsahom protektívnych látok majú špeciálne vlastnosti a využívajú sa na výrobu nových druhov potravín, napr. výroba "novel" potravín, funkčných potravín a pod.

Problematika funkčných potravín zahŕňa ich vývoj, výskum a výrobu s dôrazom na funkčné zložky, ktorých zdravotný prínos bol opakovane preukázaný klinickými štúdiami.

*Práca bola vypracovaná v rámci projektu VEGA 1/3455/06.*

## **2 CIEĽ PRÁCE**

Pre úspešné riešenie dizertačnej práce boli stanovené nasledovné ciele:

- A. posúdiť možnosť pestovania vybraných druhov pseudocereálií a minoritnej cereálie na metalicky kontaminovanej pôde zo zaťaženej oblasti SR,
- B. overiť možnosti zabezpečenia hygienickej kvality konzumných častí plodín z pohľadu obsahu rizikových ťažkých kovov,
- C. vyhodnotiť obsah hlavnej nutričnej zložky (bielkovín) v nažkách pohánky a v zrne laskavca, ovsu, prosa vo vzťahu ku chemickým vlastnostiam pôdy,
- D. zistiť vzájomný vzťah medzi obsahom celkových polyfenolov v zrne pseudocereálií a minoritnej obilniny, obsahom ťažkých kovov v pôde a ich obsahom v zrne sledovaných plodín,
- E. vyhodnotiť obsah významného antioxidantu (vitamínu C) a obsah potenciálnych chemoprotektívnych flavonoidných zlúčenín (rutínu, kvercetínu, apigenínu a kemferolu) vo vzťahu k obsahu rizikových ťažkých kovov v zrne sledovaných plodín,
- F. skúmať možnosti eliminácie toxických účinkov ťažkých kovov vo vzťahu k zmene obsahu funkčných zložiek laskavca, ovsu, prosa a pohánky,



- G. potvrdiť opodstatnenosť využitia pseudocereálií na výrobu funkčných potravín z hľadiska obsahu chemoprotektívnych látok.

## **3 MATERIÁL A METÓDY**

### **3.1 Výber lokalít odberu pôdy**

Práca zahŕňa experimenty s pôdami z dvoch regiónov Sereď a Dudince. Pôdne vzorky boli odobraté v katastri mesta Sereď (lokalita Šintava) a v katastri obce Dudince (lokalita Dolné kukuričisko). Prvá sledovaná lokalita sa nachádza v Dolnopovažskej zaťaženej oblasti, v jednej z ôsmich vyčlenených oblastí v rámci environmentálnej regionalizácie Slovenska. Druhá lokalita sa nachádza v alúviu Štiavnického potoka, v Pohronskej zaťaženej oblasti

Pre realizáciu experimentov boli odobraté vzorky pôdy z kľúčových lokalít podľa metodiky pre „Monitoring pôd SR“ (FIALA et al., 1999).

V každej upravenej pôdnej vzorke boli stanovené agrochemické charakteristiky: aktívna a výmenná pôdna reakcia, obsah prístupných živín, obsah humusu a organického uhlíka. Následne bol stanovený aj celkový (totálny) obsah rizikových ťažkých kovov Zn, Cu, Cd, Ni a Pb, ich obsah v pôdnom extrakte lúčavkou kráľovskou, obsah v pôdnom výluhu  $\text{HNO}_3$  s  $c=2 \text{ mol.dm}^{-3}$  (obsah potenciálne mobilizovateľných foriem rizikových kovov) a obsah v pôdnom výluhu  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  s  $c=1 \text{ mol.dm}^{-3}$  (obsah fytotoxických foriem ťažkých kovov).

### **3.2 Druhy hodnotených plodín**

Testovanými plodinami boli pseudocereálie láskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus* L.), proso siate (*Panicum miliaceum*) odroda Unikum, pohánka jedlá (*Fagopyrum esculentum* Moench) odroda Špačinská 1 a minoritná obilnina ovos siaty (*Avena sativa* L.) odroda Zvolen. V zrne dopestovaných plodín boli stanovené obsahy bielkovín, ťažkých kovov, celkových polyfenolov, jednotlivých flavonoidov a vitamínu C.

### **3.3 Realizácia experimentov - Vegetačný nádobový pokus I.**

Experiment bol realizovaný vo vegetačnej kletke v areáli SPU Nitra. Na jednu nádobu bolo navážených 6 kg pôdy premiešanej s 1 kg kremičitého piesku, pričom na dno nádoby sa dávala malá drenážna vrstva štrku.

Bolo realizovaných 6 variantov v štyroch opakovaníach s cieľom znížiť obsah rizikových kovov v dopestovanej produkcii aplikáciou sorbentov a látok na úpravu chemických vlastností pôdy (tab. 1).

**Tabuľka 1 Aplikované dávky hnojenia v pôde zo sledovanej lokality (gram/nádoba)**

lokality Sereď		lokality Dudince	
<b>variant A<sub>1</sub></b>	NPK	<b>variant A<sub>2</sub></b>	NPK
<b>variant B<sub>1</sub></b>	NPK + 30 g zeolit	<b>variant B<sub>2</sub></b>	NPK + 10 g CaCO <sub>3</sub>
<b>variant C<sub>1</sub></b>	NPK + 60 g zeolit	<b>variant C<sub>2</sub></b>	NPK + 30 g CaCO <sub>3</sub>
<b>variant D<sub>1</sub></b>	NPK + 20 g zeolit + 20 g MMH	<b>variant D<sub>2</sub></b>	NPK + 20 g zeolit + 20 g MMH
<b>variant E<sub>1</sub></b>	NPK + 30 g zeolit + 30 g MMH	<b>variant E<sub>2</sub></b>	NPK + 30 g zeolit
<b>variant F<sub>1</sub></b>	NPK + 10 g MMH + 5 g kaustik	<b>variant F<sub>2</sub></b>	NPK + 10 g MMH + 5 g kaustik

Testovanými plodinami boli pseudocereálie láskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus* L.) a proso siate (*Panicum miliaceum* L.). V zrne dopestovaných plodín boli stanovené obsahy bielkovín, ťažkých kovov, celkových polyfenolov, jednotlivých flavonoidov a vitamínu C.

### 3.3.1 Vegetačný nádobový pokus II.

V ďalšom roku výskumu bola na základe predchádzajúcich výsledkov použitá pôda z Dudiniec a v nádobovom experimente boli využité rôzne dávky sorbentov (tab.2).

**Tabuľka 2 Aplikované dávky hnojenia v pôde zo sledovanej lokality (gram/nádoba)**

<b>nádobový experiment II.</b>	<b>lokalita Dudince</b>
<b>variant A<sub>3</sub></b>	NPK
<b>variant B<sub>3</sub></b>	NPK + 60 g CaCO <sub>3</sub>
<b>variant C<sub>3</sub></b>	NPK + 60 g zeolit
<b>variant D<sub>3</sub></b>	NPK + 5 cm <sup>3</sup> Humix
<b>variant E<sub>3</sub></b>	NPK + 15 g MMH + 6,5 g kaustik
<b>variant F<sub>3</sub></b>	NPK + 15 g MMH + 6,5g kaustik + 5 cm <sup>3</sup> Humix

Testovanými plodinami boli pseudocereálie láskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus* L.), proso siate (*Panicum miliaceum* L.), pohánka jedlá (*Fagopyrum esculentum* Moench) a minoritná obilnina ovos siaty (*Avena sativa* L.). V zrne dopestovaných plodín boli stanovené obsahy bielkovín, ťažkých kovov, celkových polyfenolov, jednotlivých flavonoidov a vitamínu C.

### 3.4 Matematicko-štatistické spracovanie výsledkov

Pri vyhodnocovaní biologického materiálu bola použitá štatistická metóda analýzy variácií ANOVA (štatistická jednofaktorová a dvojfaktorová analýza rozptylu). Na štatistické spracovanie údajov bol použitý program EXCEL 2003 a STATGRAPHICS Vs. 5.0.

## 4 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSIA

#### **4.1 Vegetačný nádobový pokus I. - Stanovenie pôdnej reakcie, obsahu prístupných živín a rizikových kovov vo vzorkách pôd**

Záujmová pôda z lokality Sereď (Dolnopovažská zaťažená oblasť) sa vyznačovala alkalickou výmennou pôdnou reakciou, nachádzal sa v nej stredný obsah draslíka, horčíka a nízky obsah fosforu. Pôda z lokality Dudince (Pohronská zaťažená oblasť) sa vyznačovala slabo kyslou výmennou pôdnou reakciou a nachádzal sa v nej dobrý obsah prístupného draslíka, dobrý obsah horčíka aj fosforu. Pôdy z oboch oblastí sa vyznačujú malou zásobou humusu.

Stanovené celkové obsahy a obsahy potenciálne prístupných foriem rizikových kovov v pôde z lokality Dudince (analyticky preukázaná kontaminácia pôdy Zn, Cu, Cd a Pb) boli vyššie ako limitné hodnoty (celkový obsah Pb bol dokonca 2,25-násobne vyšší ako indikačná hodnota C, čo znamená potrebu asanácie pôdy a návrh opatrení na odstránenie tohto rizikového kovu v lokalite odberu vzorky pôdy).

V použitej pôde z lokality Sereď boli všetky stanovené celkové obsahy všetkých sledovaných rizikových kovov nižšie v porovnaní s indikačnou hodnotou B. Avšak obsahy Cu, Cd a Ni boli vyššie ako referenčná hodnota A (2,3-násobne v prípade Cu, 2,9-násobne u Cd a 1,28-násobne u Ni), ostatné obsahy rizikových kovov boli nižšie ako hodnota A predstavujúca hodnotu fónových obsahov týchto kovov v pôde.

Z vyhodnotenia obsahov potenciálne prístupných foriem vyplýva, že obsah ani jedného z kovov Zn, Cd, Ni a Pb neprekročil limitnú referenčnú hodnotu  $A_1$ .

Vo vzťahu k hygiene v pokuse použitých pôd boli stanovené obsahy rizikových kovov v pôdnom výluhu lúčavkou kráľovskou a vyhodnotené v zmysle zákona 220/2004 „Zákon o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy“. Obsahy Cu, Zn, Cd a Pb v pôdnom výluhu lúčavkou kráľovskou (pôda z lokality Dudince) prevyšovali hygienické limity z vyššie citovaného zákona, avšak obsahy všetkých sledovaných rizikových kovov stanovených v pôdnom výluhu lúčavkou kráľovskou (pôda z lokality Sereď), boli nižšie ako hygienické limity. Obsahy fytotoxických foriem sledovaných ťažkých kovov v pôdnom výluhu  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  v pôde zo záujmových lokalít boli nižšie ako kritické hodnoty uvedené v zákone 220/2004 (pôda z lokality Sereď) a obsahy rizikových prvkov (lokalita Dudince) boli vyššie v porovnaní s kritickou hodnotou v prípade troch rizikových kovov Zn (1,9-násobne), Cd (5,5-násobne) a Pb (11,5-násobne).

#### **4.1.1 Stanovenie obsahu rizikových ťažkých kovov v konzumných častiach pseudocereálií a minoritnej cereálie**

Následne boli stanovené obsahy ťažkých kovov v zrnách pseudocereálií po predchádzajúcej mineralizácii suchou cestou metódou AAS.

Hygienická kvalita finálnych produktov bola hodnotená porovnávaním získaných hodnôt s hodnotami najvyššieho prípustného množstva (NPM) sledovaných rizikových kovov v platnej legislatíve. Obsahy rizikových kovov Cu, Cd a Zn v zrne láskavca i prosa boli vyššie v porovnaní s NPM (pôda z lokality Dudince), avšak aj hodnoty obsahov Cd (zrno prosa) a obsahov Zn, Cu a Cd (zrno láskavca) dopestovaných na „relatívne čistej“ pôde z lokality Sereď boli prevyšovali NPM.

Aplikáciou vyššej dávky  $\text{CaCO}_3$  (30 g) - variant C<sub>2</sub> a aplikáciou 30 g zeolitu - variant E<sub>2</sub> do testovanej pôdy z lokality Dudince sa osvedčili ako úspešné pri znižovaní rizikových kovov v poradí  $\text{Cd} < \text{Ni} < \text{Cu} < \text{Zn}$ , resp.  $\text{Cd} < \text{Ni} < \text{Zn} < \text{Cu}$ .

#### **4.1.2 Stanovenie obsahu bielkovín v konzumných častiach pseudoobilnín a minoritnej obilniny**

Obsahy bielkovín v zrne láskavca dopestovaného v pôde z lokality Sereď boli vyššie v porovnaní s obsahmi bielkovín v zrne láskavca dopestovaného v pôde z lokality Dudince. Najvyšší obsah tejto významnej nutričnej zložky bol zaznamenaný v zrnách láskavca (pôda z lokality Sereď) pochádzajúcich z kontrolného variantu A<sub>1</sub> (22 %), vo všetkých ostatných variantoch nastalo zníženie obsahu bielkovín (od 2 % - variant B<sub>1</sub> po 20 % - variant C<sub>1</sub>). Zníženie obsahu bielkovín v zrne láskavca vo variantoch C<sub>1</sub> a F<sub>1</sub> bolo štatisticky významné ( $P < 0,01$ ).

Obsahy ťažkých kovov v zrne láskavca však boli najvyššie vo variantoch E<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>, C<sub>1</sub> a A<sub>1</sub>, pričom nemožno vyvodit' jednoznačné závery vo vzťahu sledovaných ťažkých kovov k obsahu bielkovín v zrne láskavca.

Obsahy bielkovín v zrne prosa dopestovaného v pôde z lokality Dudince (16 %) boli naopak vyššie ako obsahy v zrne prosa dopestovaného v pôde z lokality Sereď (15 %).

#### **4.1.3 Stanovenie obsahu vitamínu C v konzumných častiach pseudoobilnín a minoritnej obilniny**

Na rozdiel od experimentu s „čistou“ pôdou, v zrnách laskavca ohnutého získaných v jednotlivých variantoch s použitím pôdy zo zaťaženej oblasti boli stanovené nižšie obsahy vitamínu C, pričom najvyšší obsah ( $2,13 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) bol zaznamenaný v zrnách pochádzajúcich z variantu D<sub>2</sub> s aplikáciou kombinácie zeolitu a MMH. Významne najnižší obsah vitamínu C bol stanovený v zrne laskavca dopestovaného v pôde z lokality Dudince vo variante B<sub>2</sub> (zníženie o 7 % v porovnaní s kontrolným variantom).

Štatisticky nepreukazné rozdiely boli zaznamenané pri hodnotení obsahov vitamínu C v zrne laskavca dopestovaného v pôde z lokality Sereď, pričom najvyšší obsah dosahoval  $2,57 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

Obsah vitamínu C v zrne prosa bol pod hranicou detekcie. Naše výsledky korešponujú s konštatovaním OPUKU et al. (1981), ktorý zistil, že zrno prosa neobsahuje žiadne množstvá vitamínu C, ale obsah vitamínu C sa klíčením a tepelnou úpravou v zrne mnohých druhoch prosa syntetizuje.

#### **4.1.4 Stanovenie obsahov celkových polyfenolov v konzumných častiach pseudocereálií a minoritnej cereálie**

Obsahy CP stanovené v zrne laskavca ohnutého získaných vo variantoch s použitím pôdy zo zaťaženej oblasti boli vyššie v porovnaní s obsahmi v zrne laskavca (lokality Sereď), pričom najvyšší obsah ( $2973 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) bol zaznamenaný v zrnách pochádzajúcich z variantu A<sub>2</sub>. GORINSTEIN et al. (2007) stanovovali obsahy polyfenolov v zrne laskavca (od 2500 do 3000  $\text{mg.kg}^{-1}$ ), ktoré sú v súlade s našimi dosiahnutými výsledkami.

Najvyšší obsah v zrne laskavca dopestovaného v pôde z lokality Sereď ( $1083 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) bol zaznamenaný vo variante E<sub>1</sub> s aplikáciou kombinácie zeolitu a MMH. V porovnaní s autormi GORINSTEIN et al. (2007) sú naše dosiahnuté hodnoty obsahov 5-6-násobne nižšie.

Najvyššie obsahy CP v zrne prosa boli zaznamenané pri hodnotení použitia oboch pôd vo variantoch s aplikáciou zeolitu a MMH, avšak vyššími obsahmi CP sa vyznačovalo zrno prosa dopestovaného v pôde z lokality Dudince ( $1316 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Avšak podľa BRAVO (1998) sa obsahy celkových polyfenolov v zrne prosa pohybujú,

podobne ako v zrne jačmeňa, v rozmedzí od 5900 do 15 000 mg.kg<sup>-1</sup>, pričom naše stanovené obsahy v zrne prosa sa sú podstatne nižšie..

#### **4.1.5 Stanovenie obsahov vybraných flavonoidov v konzumných častiach pseudocereálií**

Obsahy rutínu v zrne láskavca z experimentu s využitím pôdy Dudince boli vyššie ako obsahy rutínu v zrne láskavca s použitím pôdy zo Serede vo všetkých variantoch (s výnimkou variantu D<sub>2</sub>), čo by mohlo súvisieť s vplyvom ťažkých kovov v pôde na zvýšenú produkciu polyfenolických látok. Obsah rutínu bol najvyšší v zrne láskavca dopestovaného v pôde z lokality Dudince vo variante A<sub>2</sub> a C<sub>2</sub> (7,3 mg.kg<sup>-1</sup>). Najvyšší obsah kvercetínu bol stanovený v zrne láskavca vo variantoch s použitím pôdy zo Serede vo variante A<sub>1</sub>, ostatné obsahy vo variantoch boli nižšie (o 2,5 až 315 %) v porovnaní s kontrolným variantom A<sub>1</sub>, pričom rozdiely v obsahoch kvercetínu v zrne láskavca (s výnimkou variantu E<sub>1</sub>) boli štatisticky preukazné.

V zrne prosa boli stanovené nižšie obsahy rutínu ako v zrne láskavca. Najvyšší obsah bol v zrne vo variante B<sub>1</sub> a najnižší vo variante D<sub>1</sub>. Rozdiely v obsahu rutínu v zrne prosa vo variantoch boli A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub> a D<sub>1</sub> boli štatisticky preukazné.

## **4.2 Vegetačný nádobový pokus II.**

Po vyhodnotení výsledkov z predchádzajúceho experimentu s pôdou z lokality Dudince, ktorá sa vyznačovala slabo kyslou výmennou pôdnou reakciou, boli odobraté reprezentatívne vzorky zo spomínanej oblasti a použité do vegetačného nádobového pokusu.

### **4.2.1 Stanovenie pôdnej reakcie, obsahu prístupných živín a rizikových kovov vo vzorkách pôd**

Výmenná pôdna reakcia v záujmovej pôde použitej v nádobovom pokuse II. bola silno kyslá, vyznačovala sa malým obsahom draslíka, dobrým obsahom horčíka a nízkym obsahom fosforu. Podľa kritériálneho systému hodnotenia zásoby humusu pôdy z tejto oblasti sa vyznačujú malou zásobou humusu. Celkové obsahy štyroch vybraných rizikových kovov v pôde boli vyššie v porovnaní s referenčnou hodnotou B - kontaminácia pôdy Zn, Cu, Cd a Pb v uvedenej lokalite bola teda analyticky preukázaná.

Použitá pôda z regiónu Dudince sa vyznačovala taktiež vysokým obsahom potenciálne prístupných foriem Zn, Pb, Cd a Cu.

Obsahy rizikových kovov Cd, Pb a Zn stanovených vo výluhu lúčavkou kráľovskou a  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  boli vyššie ako limitné hodnoty dané zákonom.

#### **4.2.2 Stanovenie obsahu rizikových ťažkých kovov v konzumných častiach pseudocereálií a minoritnej cereálie**

Nakoľko sa toxicita ťažkých kovov vo variantoch  $A_3$ ,  $C_3$  a  $D_3$  prejavila inhibíciou rastu rastlín pseudocereálií prosa a láskavca (zvýšenie sorpčnej kapacity - aplikácia zeolitu, zvýšenie organickej hmoty - aplikácia Humixu nepriniesli očakávaný efekt zníženia vstupu rizikových kovov do rastlín) hodnotené boli len výsledky z variantov  $B_3$ ,  $E_3$  a  $F_3$ .

Najvyššími obsahmi ťažkých kovov sa vyznačovalo zrno láskavca, pričom obsahy Cu, Zn, Cd a Pb boli vyššie ako NPM (podobne ako v prípade ovsa), v prípade zrna prosa a nažiek pohánky obsahy Zn, Cu a Cd prevyšovali NPM.

Aplikácia 60 g  $\text{CaCO}_3$  do testovanej pôdy sa javí ako najefektívnejší spôsob zníženia obsahov sledovaných rizikových kovov v zrne ovsa, pričom možno zostaviť nasledovné poradie účinnosti uvedeného zásahu:  $\text{Cd} < \text{Cu} < \text{Zn} \approx \text{Pb} < \text{Ni}$ .

#### **4.2.3 Stanovenie obsahu bielkovín v konzumných častiach pseudoobilnín a minoritnej obilniny**

Najvyššie obsahy bielkovín malo zrno ovsa vo variante  $B_3$  (28 %) spomedzi všetkých testovaných plodín. Podľa McKECHNIEHO (1983) je obsah bielkovín v zrne ovsa siateho 17 %, pričom naše dosiahnuté výsledky zo stanovenia obsahu bielkovín sú vyššie.

Poradie obsahov bielkovín bolo nasledovné: ovos < pohánka < láskavec < proso.

#### **4.2.4 Stanovenie obsahu vitamínu C v konzumných častiach pseudocereálií a minoritnej obilniny**

Najvyšší obsah vitamínu C bol stanovený v nažkách pohánky ( $1,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) v porovnaní s obsahmi vitamínu C v zrne ostatných plodín, nasledovali obsahy vitamínu C v zrne láskavca a ovsa. GABROVSKÁ et al. (2002) uvádzajú obsah vitamínu C



v zrne ovsa, ktorý sa pohybuje pod hodnotou  $0,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ , pričom naše výsledky sú vyššie.

#### **4.2.5 Stanovenie obsahu celkových polyfenolov v konzumných častiach pseudocereálií a minoritnej obilniny**

Najvyššími obsahmi CP sa vyznačovali nažky pohánky ( $4600 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), nasledovali obsahy v zrne ovsa a láskavca. Zrno prosa sa vyznačovalo najnižšími obsahmi CP.

#### **4.2.6 Stanovenie flavonoidov rutínu a kvercetínu v konzumných častiach sledovaných plodín**

Výsledky týkajúce sa stanovenia obsahu rutínu v nažkách pohánky korešpondujú s hodnotami obsahov v nažkách pohánky stanovených KREFT et al. 2006, ktorí stanovili obsah rutínu  $230 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Obsah rutínu v zrne láskavca a v zrne prosa v experimente s pôdou zo zaťaženej oblasti bol najvyšší vo variante B<sub>3</sub>. Avšak autor MARTIROSYAN (2003) zistil poriadkovo vyšší obsah tohto flavonoidu v zrne láskavca, pričom láskavec označil ako plodinu s funkčnými vlastnosťami. Najvyššími obsahmi kvercetínu sa vyznačovalo zrno ovsa, nasledovali nažky pohánky, zrno prosa a zrno láskavca.

## **5. NÁVRH NA VYUŽITIE VÝSLEDKOV PRE ĎALŠÍ ROZVOJ VEDY**

Naše výsledky dopĺňajú súčasné poznatky o obsahu polyfenolických zlúčenín a vybraných antioxidantov v zrne pseudocereálií a minoritnej cereálie s dlhodobou tradíciou pestovania v určitých regiónoch Slovenska, aj v podmienkach metalickej záťaže pôdy. Ku komplexnému pohľadu na potravinové využitie testovaných plodín prispievajú aj naše zistenia týkajúce sa zabezpečenia hygienickej kvality dopestovaných potravinových surovín z hľadiska obsahu rizikových kovov, resp. možností ďalšieho využitia týchto plodín. Aj podľa VOLLMANNOVEJ (2006) je z týchto dôvodov potrebné minimalizovať riziká vstupu toxických kovov do rastlín a následne do

potravinového reťazca tak, aby výsledná potravinová komodita spĺňala hygienické limity pre potravinovú bezpečnosť.

Vzhľadom na to, že v našich podmienkach sa v poľnohospodárskych pôdach niektorých regiónov SR vyskytujú súčasne zvýšené množstvá viacerých rizikových ťažkých kovov, v ďalšom výskume by bolo na základe experimentálnych výsledkov vhodné:

- vyšpecifikovať vzájomné vzťahy medzi rôznymi hladinami záťaže jednotlivých rizikových kovov a obsahom potenciálnych chemoprotektívnych látok,
- definovať vzájomné interakcie medzi jednotlivými rizikovými kovmi navzájom a na základe zistení overiť možnosti vzájomnej eliminácie ich toxických účinkov v pseudocereáliách,
- overiť ďalšie možnosti minimalizácie vstupu rizikových ťažkých kovov do konzumných častí potravinársky využívaných pseudocereálií a cereálií využitím rôznych druhov odpadových surovín z priemyselných výrobní,
- skúmať možnosti zvýšenia obsahu zlúčenín s antioxidantnou aktivitou v tradičných pseudocereáliách s cieľom využívania týchto plodín pri výrobe funkčných potravín,
- hľadať ďalšie potenciálne potravinové suroviny s vysokým obsahom antioxidantov, ktoré boli v minulosti v niektorých regiónoch SR základom krajových tradičných pokrmov,
- modifikovať metódy extrakcie chemoprotektívnych látok z tradičných pseudocereálií a ďalších potenciálnych potravinových surovín s cieľom následnej fortifikácie potravinárskych výrobkov.

Získané výsledky predkladanej dizertačnej práce je možné využiť:

a) v poľnohospodárskej praxi

- na ekonomicky efektívnu elimináciu vstupu rizikových ťažkých kovov do konzumných častí poľnohospodárskych plodín využívaných na výrobu potravín využitím odpadových surovín (mletá magnezitová hornina, kaustik),
- na detoxikáciu metalicky zaťažených pôd využitím schopnosti niektorých plodín (láskavec) akumulovať vo zvýšenej miere rizikové ťažké kovy pri súčasnej produkcii veľkého objemu nadzemnej fytohmoty,
- znovuzaradenie plodín s obsahom potenciálnych chemoprotektívnych látok (pohánka), ktoré v minulosti tvorili základ tradičných krajových špecialít, do osevných postupov poľnohospodárskych podnikov.

b) v potravinárstve

- na výrobu funkčných potravín zo pseudocereálií a minoritných cereálií s dávnou tradíciou ich pestovania v určitých regiónoch SR,
  - na vývoj nových potravinárskych výrobkov fortifikovaných chemoprotektívnymi látkami izolovanými z rastlín pseudocereálií
- c) vo výžive ľudí
- na zvýšenie záujmu laickej verejnosti o využívanie pseudocereálií a minoritných plodín v jedálnom lístku populácie,
  - na zmenu stravovacích návykov a súčasného životného štýlu v prospech racionálnej výživy.
- d) v priemysle
- na priemyselné využitie niektorých pseudocereálií s výraznou hyperakumulačnou schopnosťou vo vzťahu k rizikovým kovom (výroba etanolu, škrobu; prípadne celulóзовých a papierenských výrobkov a iných bio-priemyselných produktov, palív). Podobnou myšlienkou sa zaoberali aj McLAREN et al., 2000, ktorí však navrhujú výrobu biopalív z fytomasy cirku.
  - na využitie metalicky kontaminovaných pseudocereálií ako druhotných energetických surovín (napr. vykurovanie fytomasou láskavca)

## 6 ZÁVER

V predkladanom autoreferáte na základe údajov získaných v priebehu výskumu je možné vysloviť nasledovné závery:

1. V záujmovej pôde zo Serede použitej v nádobovom vegetačnom pokuse I. s alkalickou výmennou pôdnou reakciou boli všetky stanovené celkové obsahy aj obsahy potenciálne prístupných foriem rizikových kovov (s výnimkou Cu) nižšie v porovnaní s limitnými hodnotami. Aj obsahy rizikových prvkov stanovené vo výluhu  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  boli nižšie ako kritické hodnoty. Celkové obsahy a obsahy potenciálne prístupných foriem kovov v pôde z lokality Dudince boli vyššie ako limitné hodnoty, aj obsahy prvkov stanovené vo výluhu  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  boli vyššie ako kritické hodnoty. Aj napriek približne rovnakej úrovni celkových pôdných obsahov rizikových kovov v dôsledku silno kyslej pôdnej reakcie pôdy použitej v nádobovom

pokuse II. boli zaznamenané vyššie obsahy ich fytotoxických foriem v zrne plodín sledovaných v experimente.

2. Na základe vyhodnotených obsahov rizikových kovov v zrne laskavca ohnutého dopestovaného na pôde z lokality Sereď aj z lokality Dudince je možné konštatovať, že len obsahy Ni a Pb neprekročili NPM uvedené v príslušnej legislatíve SR. Obsahy rizikových kovov (Cu, Cd a Ni) v zrne prosa získaného vo variantoch s použitím pôdy Sereď prekročili NPM v niektorých variantoch.

Účinky aplikovaných látok do pôdy sa prejavili veľmi individuálne a možno konštatovať, že aplikácia MMH a kaustiku do pôdy z lokality Sereď a aplikácia CaCO<sub>3</sub> do pôdy z lokality Dudince sa prejavili pri znižovaní obsahov rizikových kovov v zrne v porovnaní s obsahmi v kontrolnom variante.

Obsahy rizikových kovov v konzumných častiach testovaných plodín (laskavec, proso, pohánka a ovos) použitých v nádobovom pokuse II. boli vyššie v porovnaní s NPM (s výnimkou obsahu Ni a v zrne ovsu s výnimkou obsahov Cu). Najvyššími obsahmi rizikových kovov sa vyznačoval ovos, nasledovala pohánka, laskavec a proso.

Na základe výsledkov stanovenia obsahov rizikových kovov vo finálnom produkte sledovaných potravinových surovín pestovaných na metalicky zaťaženej pôde (Dudince) možno konštatovať, že existuje reálne riziko vysokej kumulácie ťažkých kovov v ich konzumných častiach. Keďže pseudocereálie a minoritné obilniny sú využívané vo výžive ľudí, je potrebné brať do úvahy zvýšený input rizikových kovov do rastlinných surovín. Súčasne však treba dôsledne sledovať hygienickú kvalitu poľnohospodárskej produkcie z pohľadu obsahu rizikových kovov aj v relatívne „čistej“ - metalicky nekontaminovanej pôde (zvýšené obsahy Zn, Cu, Ni, Cd v zrne laskavca v porovnaní s NPM pestovanom v pôde z lokality Sereď).

3. Obsahy bielkovín v zrne laskavca pestovaného na pôde z lokality Dudince boli v zodpovedajúcich variantoch nižšie v porovnaní s obsahmi vo variantoch s pôdou z lokality Sereď. Avšak opačná situácia bola pri obsahoch bielkovín v zrne prosa pestovaného na pôde z lokality Dudince, v ktorom boli tieto obsahy vyššie v porovnaní s obsahom bielkovín v zrne

prosa pestovaného na pôde z lokality Sereď (výnimku tvorili len varianty D<sub>2</sub> a F<sub>2</sub>).

V prípade nami sledovaných plodín teda nemožno vyjadriť jednoznačný súvis medzi metalickou kontamináciou pôdy a obsahom bielkovín. Domnievame sa, že ich obsah závisí od druhu plodiny.

Obsahy bielkovín v zrne ovsa (28 %) pestovaného na pôde z lokality Dudince použitej v nádobovom pokuse II. boli najvyššie v porovnaní s obsahmi bielkovín v zrne ostatných sledovaných plodín.

4. Obsahy vitamínu C v zrne láskavca boli vyššie vo variantoch s použitím pôdy z lokality Sereď ako obsahy tohto významného antioxidantu v zrne láskavca v zodpovedajúcich variantoch s použitím pôdy z lokality Dudince. V zrne prosa, podľa našich výsledkov, aj podľa autora OPUKU (1981) sa nenachádza vitamín C. Na základe našich výsledkov možno konštatovať, že zrno pseudocereálie dopestované v relatívne čistej pôde malo vyšší obsah vitamínu C ako zrno pseudocereálie dopestované na kontaminovanej pôde.

Najvyšší obsah vitamínu C spomedzi testovaných plodín (láskavec, ovos, pohánka) pestovaných na metalicky zaťaženej pôde z lokality Dudince mali nažky pohánky jedlej.

5. Obsahy CP v zrne oboch pseudocereálií boli vyššie v zodpovedajúcich variantoch s použitím pôdy z lokality Dudince (metalicky zaťažená pôda) ako obsahy CP v zrne pseudocereálií vo variantoch s použitím pôdy z lokality Sereď.

Nažky pohánky obsahovali najvyššie množstvo CP v porovnaní s obsahmi CP v zrnách ostatných sledovaných plodín.

V prípade obsahu CP bola teda pozorovaná opačná tendencia ako u vitamínu C. Naše výsledky naznačujú, že v podmienkach metalickej záťaže pôdy sa v rastlinách tvorí väčšie množstvo polyfenolických látok ako v plodinách pestovaných na relatívne čistej pôde.

6. Napriek tomu, že sa obsahy rutínu i kvercetínu v zrne testovaných pseudocereálií dopestovaných v pôdach zo záujmových lokalít navzájom výrazne nelíšili, v zrne láskavca dopestovaného na pôde z lokality Dudince v zodpovedajúcich variantoch boli vyššie ako v zrne láskavca dopestovaného na pôde z lokality Sereď. Výnimku tvoril iba variant D<sub>2</sub>, čo mohlo súvisieť s vyšším obsahom Cu v zrne v tomto variante a následne ovplyvniť aj

zníženú produkciu rutínu a kvercetínu. Podobne boli obsahy rutínu i kvercetínu v zrne prosa dopestovaného na pôde z lokality Dudince v zodpovedajúcich variantoch vyššie ako obsahy v zrne prosa dopestovaného na pôde z lokality Sereď. Výnimkou bol variant F<sub>2</sub>, čo by mohlo súvisieť s vyšším obsahom Ni v zrne v tomto variante a následne ovplyvniť aj zníženú produkciu rutínu a kvercetínu.

Obsah apigenínu v nažkách pohánky bol veľmi nízky.

Najvýznamnejším zdrojom flavonoidov z plodín, ktoré sme experimentálne sledovali, boli nažky pohánky jedlej. Aj v tomto prípade možno konštatovať vyšší obsah flavonoidov v zrne plodín v podmienkach metalickej záťaže pôdy, v ktorej boli rastliny pestované.

## 7 POUŽITÁ LITERATÚRA

V práci bolo využitých 280 literárnych zdrojov domácich a zahraničných prác.

BRAVO, L. 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. In: Nutrition Reviews 56 (1998), pp. 317-333

FIALA, K. et al. 1999. Záväzné metódy rozborov pôd. In: Čiastkový monitorovací systém - Pôda. Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy Bratislava, Edičné stredisko VÚPOP, 1999. s. 142 ISBN 80-85361-55-8

GORINSTEIN, S. – MEDINA, V. - JARAMILLO, OSCAR J. - SALAS, I. A. - AYALA, A. L. - ARANCIBIA-AVILA, P. - TOLEDO, F. - KATRICH, E. - TRAKHTENBERG, S. 2007. The total polyphenols and the antioxidant potentials of some selected cereals and pseudocereals. In: European Food Research and Technology. Volume 225, Numbers 3-4 July, 2007

KREFT, I. - FABJAN, N. - YASUMOTO, K. 2006. Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. In: Food Chemistry, Volume 98, Issue 3, 2006, p. 508-51

MARTIROSYAN, DM. - KADOSHNIKOV, SI. - BORSUKOV, PA. - KADOSHNIKOVA, IG. - AGABABYAN, EY. - KAMALYAN, NS. - MNATSAKANYAN, VA. 2003. Pharmacological Properties of Amaranth, In: Legacy. 2003. pp. 6-10.

McKECHNIE, R. 1983. Oat products in bakery foods. In: Cereal Foods World 28: p. 635.

McLAREN J.S. 2000. Future renewable resources: will genomics help? In: Journal of Chemistry, Technology and Biotechnology. 75, 927-932.

OPOKU, A.R. - OHENHEN, S.O. - EJIORFOR, N. 1981. Nutrient composition of millet (*Pennisetum typhoides*) grains and malt. . In: Journal of the Science of Food and Agriculture, 29: 1247- 1248.

VOLLMANNOVÁ, ALENA - TÓTH, TOMÁŠ - LAHUČKÝ, LADISLAV – MUSILOVÁ, JANETTE - JOMOVÁ, KLAUDIA. 2006. Kumulácia medi a kadmia alternatívnymi plodinami. In: Chemické Listy 100, s. 709-722 (2006).

Zákon 220/2004. Zákon o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy

<http://www.vupp.cz/czvupp/publik/04poster/04Germination.pdf> - GABROVSKÁ, D., 2002

## **8 ZOZNAM PUBLIKOVANÝCH PRÁC AUTORA SÚVISIACICH S RIEŠENOU PROBLEMATIKOU**

1. MELICHÁČOVÁ, S. - VOLLMANNOVÁ A. - TÓTH, T. 2004. Influence of Soil properties changes on content of some risk elements in Buckwheat. In: Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Symposium on Buckwheat (Advances in Buckwheat Research), Prague 2004. Editor: Research Institute of Crop Production, Prague. Section V. Food processing, Health and Functional Food. p. 653. ISBN 80-86555-46-1
2. MELICHÁČOVÁ, S. - VOLLMANNOVÁ, A. - TOMÁŠ, J. 2004. Dôležitosť pohánky jedlej vo výžive. In: Zborník referátových a posterových príspevkov z konferencie „Výživa - potraviny - legislatíva“. Vydavateľstvo STU, Bratislava, 2004. s. 398. ISBN 80-227-2155-7

3. BAJČAN, D. - TIMORACKÁ, M. - MELICHÁČOVÁ, S. 2004. Possibilities of decreasing of risky elements content in food-stuffs. (Možnosti znižovania obsahu rizikových prvkov v potravinách). In: Výživa a potraviny pre tretie tisícročie „Spoločné stravovanie“. Nitra: SPU Nitra, 2004, s. 105-108 ISBN 80-8069-421-4
4. MELICHÁČOVÁ, S. - TIMORACKÁ, M. - VOLLMANNOVÁ, A. 2005. Utilization of non-conventional plant species for production of functional foods under the metal burden conditions of the soil. In: RISK FACTORS OF FOOD CHAIN; Proceeding Book (Abstracts) of 5<sup>th</sup> International Scientific Conference, SPU Nitra. s. 30 ISBN 80-8069-593-8
5. MELICHÁČOVÁ, S. - VOLLMANNOVÁ, A. 2005. Vzťah metallickej záťaže pôdy k obsahu celkových polyfenolov vo vybranej pseudocereálii (*Panicum miliaceum* L.). In: MendelNet'05 Agro, Sborník abstraktov z konferencie poslucháčov postgraduálneho doktorského studia, MZLU Brno. s. 88. ISBN 80-7157-905-X
6. TÓTH, T. - BAJČAN, D. - LAZOR, P. - MELICHÁČOVÁ, S. - PARILÁKOVÁ, K. - KLIMENT, M. - BOBKOVÁ, A. 2005. Rizikové prvky v pôdach a plodinách Štiavnického regiónu. In: Science of Youth 2005, Proceedings of 3<sup>rd</sup> International Scientific Conference, Galanta - Kaskády. SPU Nitra, s. 44. ISBN 80-8069-584-9
7. MELICHÁČOVÁ, S. 2006. Rizikovosť netradičných plodín na metalicky zaťaženej pôde. In: Zborník zo VII. Vedeckej konferencie doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov s medzinárodnou účasťou. Nitra: UKF. s. 36. ISBN 80-8050-960-3
8. MELICHÁČOVÁ, S. - LAZOR, P. - STANOVIČ, R. - TÓTH, T. 2006. Riziká perspektívnych rastlinných druhov využívaných na výrobu funkčných potravín. In: Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie v Brne - Veda mladých 2006. s. 36. ISBN 80-8069-742-6
9. VOLLMANNOVÁ, A. - URMINSKÁ, D. - MELICHÁČOVÁ, S. 2007. Polyphenolic compounds with antioxidant activity in buckwheat grown in the metallic burden soil. In: Synthetic and Natural Compounds in Cancer Therapy and Prevention. International Conference ERDF of European Union. Bratislava: Mind and Health, Civil association, 2007, p. 84 ISBN 978-80-969663-2-5