

EFFECT OF NITROGEN APPLICATION ON SELECTED NUTRITIONAL COMPONENTS OF POTATO TUBERS

Diana Hrabovská, Janette Musilová, Judita Bystrická, Ján Tomáš, Daniel Bajčan

ABSTRACT

In this work the influence of graduated nitrogen fertilizers doses to the soil on starch and vitamin C formation in potato tubers grown in field conditions in locality Veľká Čalomija was studied. The investigated potato cultivar Solara is medium early potato cultivar. The determined average starch content in potato samples ranged in interval 12,426 % – 15,084 %, while the highest starch content was determined in variant 1 (without nitrogen addition to the soil). The starch content in potato tubers was decreased in order: variant 1 (15,084 %) > variant 2 (14,427 %) > variant 3 (14,378 %) > variant 4 (14,023 %) > variant 5 (12,603 %) > variant 6 (12,426 %). The content of C vitamin was increased with the graduated nitrogen doses to the soil only till variant 4 and after that the content of vitamin C was decreased. The average content of C vitamin ranged in interval 3,786 – 6,225 mg.kg⁻¹ of fresh matter.

Keywords: potato, starch, vitamin C, nitrogen fertilizer

ÚVOD

Hľuzy ľuľka zemiakového – *Solanum tuberosum* sú všeobecne považované za rastlinný produkt, ktoré majú význam hlavne v ľudskej výžive a v spracovateľskom priemysle. V oboch uvedených prípadoch je význam zemiakovej hľuzy spojený s obsahom škrobu ako hlavou zásobnou látkou v hľuze a v prípade priamej ľudskej výživy aj ako významný zdroj vitamínu C (Bárta, Čurn, 2004).

Najdôležitejšou zložkou sušiny zemiakovej hľuzy, a to nie len z hľadiska ekonomického, ale i z hľadiska kvality zemiakov všetkých úžitkových smerov, je škrob (Míča, 1992). Škrob tvorí podstatnú časť sušiny zemiakov a plní tzv. sýtiacu funkciu zemiakov, napr. pri 15 % obsahu škrobu je 87 % celkového energetického obsahu sušiny tvoreného škrobom. Pri optimálnej dennej dávke 300 g zemiakov kryje škrob energetickú potrebu ľudského organizmu z 11,4 % (Míča, 1992). Obsah škrobu v zemiakových hľuzách sa pohybuje v rozpätí 15 – 20 % (od 8 do 29,5 %), (Francák, 2002; Šmálik, 1987), pričom najnižší obsah majú skoré konzumné zemiaky. Táto vlastnosť závisí od kultivaru (Jansen, Flamme, Schüler, Vandrey, 2001; Ganga, Corku, 1999; Morrison et al., 2000), zatiaľ čo jeho množstvo v rámci od kultivaru ovplyvňujú pestovateľské podmienky (Šmálik, 1987). O vplyvnenie obsahu škrobu i jeho kvality je v úzkom vzťahu nielen k odrode a výžive (Míča, 1992), ale závisí i od ekologických podmienok (Šmálik, 1987), ktoré zahŕňajú nielen pestovanie zemiakov v rámci aplikácie organických resp. anorganických hnojív, ale i od kvality pôdy, v ktorej sú zemiaky pestované. Pri úvahách o vplyve dusíkatých hnojív na chemické zloženie zemiakovej hľuzy je najčastejšie diskutovanou témou vplyv uvedeného hnojenia na obsah dusičnanov v hľuzách konzumných zemiakov, nie je to však jediný parameter,

ktorý je ovplyvňovaný dusíkatým hnojením (Bárta et al., 2000).

Vitamíny patria medzi faktory, ktoré radia zemiaky medzi potraviny zvláštno významu. Najdôležitejším vitamínom obsiahnutým v zemiakoch je vitamín C (Kováč et al., 2001). Zemiaky sú spoľahlivým zdrojom vitamínu C – stredne veľký uvarený zemiak (180 g) ho obsahuje asi 10 mg, čo predstavuje asi jednu osminu denných nárokov dospelého človeka. V nových zemiakoch je asi dvojnásobné množstvo, takže ich bežná porcia dodá dospelému človeku asi štvrtinu dennej potreby vitamínu C. Vitamín C sa nachádza v rôznych plodoch a šľavách, žiadne iné škrobnaté bežne konzumované potraviny nám však nedodávajú také významné množstvo tohto vitamínu ako zemiaky. Hoci je vitamín C citlivý na záhrev a pri tepelnej úprave sa do určitej miery rozkladá, stále sa ho zachová dosť na to, aby boli tepelne upravené zemiaky jeho užitočným zdrojom. Okrem iného vitamín C pôsobí v organizme ako antioxidant (FAO, 2008).

Dôležitým faktorom pre producentov aj konzumentov zemiakov je okrem výnosu hľúz aj vonkajšia a vnútorná kvalita zahrňujúca zdravotnú nezávadnosť, ktorá je daná aj obsahom cudzorodých látok v dužine. Nepredstavuje len zložky významné vo výžive človeka, ale ovplyvňujú ju aj látky nežiaduce – ťažké kovy, najmä olovo, kadmium, ortuť, arzén, chróm, zinok, meď a nikel (Júzl et al., 2008).

MATERIÁL A METÓDY

Cieľom práce bolo, na základe experimentov uskutočnených v poľných podmienkach na pôdach relatívne čistých z hľadiska obsahu prístupných foriem rizikových kovov, sledovať a vyhodnotiť zmeny základných nutričných zložiek sušiny zemiakov v závislosti od obsahu dusíka v pôde, ktorý bol aplikovaný do pôdy vo forme hnojiva. Stupňované dávky dusíka pre

jednotlivé varianty boli nasledovné: variant 1 (0 kg N.ha⁻¹ pôdy), variant 2 (40 kg N.ha⁻¹ pôdy), variant 3 (80 kg N.ha⁻¹ pôdy), variant 4 (120 kg N.ha⁻¹ pôdy), variant 5 (160 kg N.ha⁻¹ pôdy) a variant 6 (240 kg N.ha⁻¹ pôdy). Testovanou plodinou bola stredne skorá odroda zemiakov Solara. Vzorky rastlinného materiálu sme odoberali v štádiu plnej

zrelosti z lokality Veľká Čalomija, okres Veľký Krtíš. Pôda z danej lokality bola slabo alkalická, s nízkou zásobou humusu, stredným obsahom fosforu, veľmi vysokým obsahom horčička a vysokým obsahom draslíka (Bielek, 1996).

Tabuľka 1 Charakteristika pôdy a obsah živín (mg.kg⁻¹)

odberné miesto	agrochemická charakteristika				obsah živín			
	pH/H ₂ O	pH/KCl	C _{ox} (%)	humus (%)	P	K	Ca	Mg
Veľká Čalomija	7,46	6,32	0,96	1,66	84,62	259,40	2471,54	274,13

ANALYTICKÉ METÓDY

V odobraných pôdnych vzorkách sme stanovovali agrochemickú charakteristiku pôdy (aktívna pôdna reakcia pH/H₂O a výmenná pôdna reakcia pH/KCl, Cox (%) – oxidimetricky metódou podľa Ľurina a % humusu – prepočtom % Cox) a obsahy živín. Obsahy živín (P, K, Ca, Mg) sme stanovovali metódou podľa Mehlich (Mehlich II), výstupnou analytickou metódou stanovenia bola AAS (AAS Varian AA Spectr DUO 240FS/240Z/UltraA).

Z lyofilizovaných rastlinných vzoriek sme stanovili obsah ťažkých kovov v hľuzách zemiakov. Vzorku sme mineralizovali mokrým spôsobom, obsah rizikových prvkov sme stanovili metódou AAS.

Charakteristické nutričné vlastnosti zemiakovej hľuzy sme stanovili nasledovnými metodikami: obsah vitamínu C sme stanovili titračnou metódou, pričom sme vzorku titrovali roztokom 2,6-dichlórphenolindofenolu. Obsahy škrobu sme stanovili metódou podľa Ewersa.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

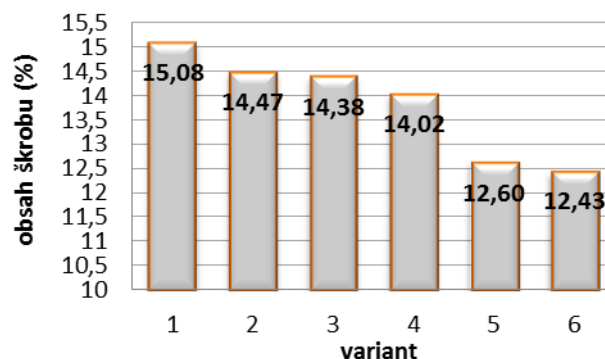
OBSAH ŠKROBU V ZEMIAKOVEJ HLUZE

Zemiakové hľuzy sú zásobnými orgánmi, kde sa v aminoplastoch zhromažďujú sacharidy vo forme škrobu. Vokál et al. (2003) uvádzajú, že škrob patrí medzi základné zložky, ktorý je uložený vo forme škrobových zrn. Tie sú tvorené amylozou a amylopektinom v pomere 1:4. Škrob je najdôležitejšou zložkou sušiny zemiakovej hľuzy a to nie len z hľadiska ekonomického, ale i z hľadiska kvality zemiakov všetkých úžitkových smerov. Obsah škrobu spolu s ostatnými látkami, ktoré tvoria sušinu je rozhodujúci pre zaradenie odrôd do varných typov (A, B, C). Čím je obsah škrobu vyšší, tým sú zemiaky múcnatejšie (Houba et al., 2007). Z celkovej sušiny v zemiakovej hľuze tvorí škrob približne 80 % (Vreugdenhil et al., 2007), pričom najnižší obsah majú skoré konzumné zemiaky.

V odobratých vzorkách zemiakov sa stanovený priemerný obsah škrobu pohyboval v rozmedzí od 12,43 % do 15,08 %, pričom najvyššie obsahy škrobu sme stanovili vo variante 1, bez prídavku dusíka do pôdy. Obsah škrobu klesal v nasledovnom poradí: variant 1 (15,08 %) > variant 2 (14,47 %) > variant 3 (14,38 %) > variant 4 (14,02 %) > variant 5 (12,60 %) > variant 6 (12,43 %).

Celkový obsah škrobu rôznych odrôd zemiakov sa môže značne líšiť od 9 do 23 % z čerstvej hmotnosti (Burlingame et al., 2009). Tieto hodnoty predstavujú 66 – 80 % sušiny zemiakového škrobu (Liu et al., 2007). Táto vlastnosť závisí od kultivaru, zatiaľ čo jeho množstvo v

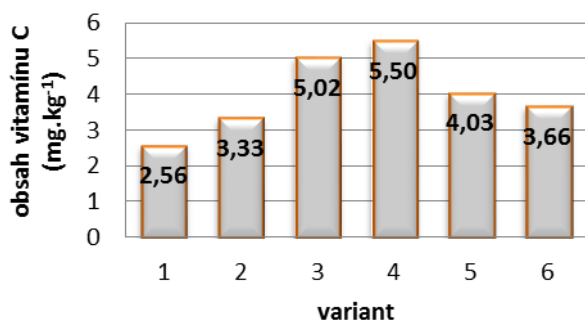
rámci od kultivaru ovplyvňujú pestovateľské podmienky (Šmálik, 1987). Ovplyvnenie obsahu škrobu i jeho kvality je v úzkom vzťahu nie len k odrode, ale i k výžive. Najmä nadmerné hnojenie dusíkom znižuje obsah škrobu, rovnako nepriaznivo pôsobia i vysoké dávky draslíka. Pozitívna je aplikácia fosforu, a to ako na obsah, tak na kvalitu škrobu (Míča, 1992). Z uvedenými výsledkami korešponujú aj naše výsledky získané z analýz zemiakov dopestovaných v lokalite Veľká Čalomija. Postupným zvyšovaním množstva dusíka aplikovaného do pôdy sa obsah škrobu znižoval, pričom najvyšší obsah škrobu bol vo variante 1 (0 kg N.ha⁻¹) a najnižší vo variante 6 (240 kg N.ha⁻¹) (obrázok 1). Rozdiely obsahu škrobu v zemiakoch medzi jednotlivými variantmi sú štatisticky preukazné (hodnota korelačného koeficienta R = 0,608), regresné koeficienty sú štatisticky významné (P-value = 3,681.10⁻⁴).



Obrázok 1 Obsah škrobu v zemiakových hľuzách (%) v závislosti od množstva aplikovaného dusíka do pôdy

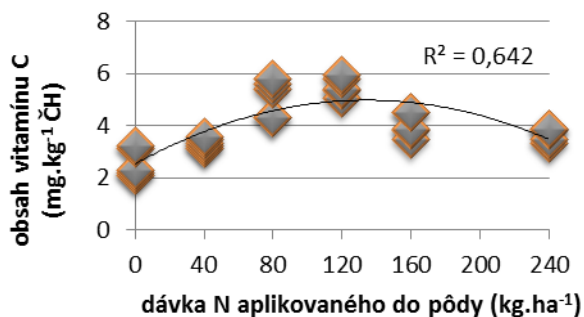
OBSAH VITAMÍNU C V ZEMIAKOVEJ HLUZE

Jedným z faktorov vplyvujúcich na obsah vitamínu C v zemiakoch je aplikácia vyšších dávok dusíka do pôdy. V zemiakoch z lokality Veľká Čalomija sme sledovali vplyv aplikácie zvyšujúcich sa dávok dusíka do pôdy na obsah vitamínu C. Postupným zvyšovaním množstva dusíka aplikovaného do pôdy sa obsah vitamínu C zvyšoval iba do určitej miery (variant 1 – 4; 0 – 120 kg N.ha⁻¹), a pri ďalej sa zvyšujúcich dávkach dusíka obsah vitamínu C klesal (obrázok 2).



Obrázok 2 Obsah vitamínu C v zemiakových hľuzách (mg.kg⁻¹) v závislosti od množstva aplikovaného dusíka do pôdy

Zistené výsledky sú štatisticky preukazné. Na zistenie závislosti bola použitá polynommická funkcia 2. stupňa ($y=2,52+0,03x-0,00014x^2$), ktorá vhodne vykresľuje priebeh závislosti (signif. $f=9,49.10^{-7}$). Zvolený regresný model vysvetľuje variabilitu obsahu vitamínu C na 64 %.



Obrázok 3 Obsah vitamínu C (mg.kg⁻¹) v zemiakoch v závislosti od množstva aplikovaného dusíka do pôdy

Naše výsledky korešpondujú s výsledkami **Shekhara (1978)**, ktorý zistil zvýšenie obsahu vitamínu C s vyššími dávkami hnojenia dusíkom. Zvýšenie obsahu vitamínu C o 28 % pri vyššej dávke dusíka potvrdil aj **Mondy (1979)**, ale organická hmota pridávaná vo forme hnoja alebo kompostu na obsah vitamínu C v hľuzách zemiakov nemá výrazný vplyv (**Zhang, 1997**). Naopak mnoho autorov popisuje negatívne účinky hnojenia dusíkom na obsah vitamínu C (**Takebe, Yoneyama, 1992; Rogozińska, Wojdyla, 1996; Nowacki et al., 2000**). Ako nepriaznivý vplyv hnojenia dusíkom na obsah vitamínu C v zemiakoch uvádza aj **Augustin (1975)**, keď aplikáciou zvýšených dávok dusíka do pôdy sa obsah vitamínu C znížil o 15 – 20 %. **Hamouz et al. (2009)** zaznamenali, že pri aplikácii 180 kg N/ha⁻¹ pôdy sa obsah vitamínu C znížil o 12,4 % v porovnaní so 100 kg N/ha⁻¹ pôdy. Avšak **Lin et al. (2004)** zistili len malý vplyv hnojenia dusíkom na obsah vitamínu C. Zemiaková odroda Solara je veľmi vďačná za hnojenie dusíkom, pokiaľ ale aplikovaná dávka neprekročila 160 kg N/ha⁻¹, čo korešponduje aj s výsledkami ďalších autorov (**http1**). Pri vyšších dávkach hnojenia (variant 5 a variant 6) sa nám potvrdil preukazný pokles obidvoch nutričných zložiek zemiakovej hľuzy, škrobu (obrázok 1) ako aj vitamínu C (obrázok 3).

ZÁVER

Zemiakový škrob predstavuje významnú zložku sušiny zemiakov. Jeho obsah je významne geneticky fixovaný, avšak môže byť ovplyvnený nesprávnou výživou, najmä dusíkom. Najvyšší obsah škrobu (15,08 %) bol v zemiakoch z kontrolného variantu (variant 1) a najnižší vo variante 6 (12,43 %). Medzi množstvom aplikovaného dusíka do pôdy a obsahom škrobu v zemiakových hľuzách sa potvrdila negatívna, štatisticky preukazná korelácia. Rovnako sa potvrdila závislosť medzi aplikovaným dusíkom a obsahom vitamínu C v zemiakoch, v tomto prípade sa ale obsah vitamínu C zvyšoval iba do určitej miery – jeho najvyšší obsah (5,50 mg.kg⁻¹ ČH) sme stanovili vo variante 4, ďalším zvyšovaním množstva dusíka jeho obsah klesal.

Uvedené výsledky potvrdzujú, že obsah škrobu aj vitamínu C v zemiakových hľuzách môžu byť ovplyvňované zvyšujúcimi sa dávkami dusíka v pôde. Nedá sa však povedať, že dusíkaté hnojenie pôsobí na obsahy základných nutričných zložiek zemiakovej hľuzy jednoznačne negatívne. Obsahy obidvoch hodnotených nutričných zložiek môžu byť významne ovplyvňované aj odrodou, pestovateľskou lokalitou a ročníkom.

LITERATÚRA

- AUGUSTIN, J. 1975. Variations in the nutritional composition of fresh potatoes. In *Journal of Food Science*, vol. 40, 1975, no. 6, p. 1259-1299.
- BÁRTA, J., ČURN, V. 2004. Bilkoviny hlíz bramboru (*Solanum tuberosum* L.) – klasifikace, charakteristika, význam. In *Chemické listy*, vol. 98, 2004, p. 373-378.
- BÁRTA, J., DIVIŠ, J., ČURN, V. 2000. Dusíkaté látky bramborových hlíz a jejich ovlivnění dusíkatým hnojivem. In *Bramborářství*, roč. VIII, 2000, no. 2, p. 11-12.
- BIELEK, P. 1996. *Ochrana pôdy. Kódex správnej poľnohospodárskej praxe*. VÚPÚ : Bratislava, 1996, ISBN 80-85361-21-3.
- BURLINGAME, B., MOUILLE, B., CHARRONDIERE, R. 2009. Nutrients, bioactive non-nutrients and anti-nutrients in potatoes. In *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 22, 2009, no. 6, p. 494-502.
- FRANČÁK, J. 2002. *Mechanizácia pestovania, zberu a pozberového spracovania zemiakov*. Nitra : ÚVTIP, 2002. 103 p. ISBN 80-89088-09-0.
- GANGA, Z. N., GANGA, H. 1999. Physical properties of starch of Asian-adapted potato varieties. In *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 79, 1999, p. 1642-1646.
- HAMOUIZ, K., LACHMAN, J., DVOŘÁK, P., ORSÁK, M., HEJTMÁNKOVÁ, K., ČÍŽEK, M. 2009. Effect of selected factors on the content of ascorbic acid in potatoes with different tuber flesh colour. In *Plant Soil Environ.*, vol. 55, no. 7, p. 281-287.
- HOUBA, M. 2007. *Poznejte pestujte používejte brambory*. Vydala firma Europlant šlechtitelská spol. s r. o. Praha. 150 p. ISBN 978-80-239-9419-3.
- JANSEN, G., FLAMME, W., SCHÜLER, K., VANDREY, M. 2001. Tuber and starch quality of wild and cultivated potato species and cultivars. In *Potato Research*, vol. 44, 2001, p. 137-146.

- JŮZL, M., HLUŠEK, J., ZRŮST, J. 2008. *Rizikové látky v bramborách a ve výrobkách z hlíz*. Brno : MZLU, 2008. 172 p. ISBN 978-80-7375-167-8.
- KOVÁČ, K. et al. 2001. *Ekologické pestovanie zemiakov*. Nitra : ÚV TIP, 2001, 102 p. ISBN 80-85330-86-5.
- LIN, S., SATTELMACKER, B., KUTZNUTZ, E., MÜHLING, K. H., DITTERT, K. 2004. Influence of nitrogen nutrition on tuber quality of potato with special reference to the pathway of nitrate transport into tubers. In *Journal of Plant Nutrition*, vol. 27, 2004, no. 2, p. 341-350.
- LIU, Q., TARN, R., LYNCH, D. 2007. Physicochemical properties of dry matter and starch from potatoes grown in Canada. In *Food Chemistry*, vol. 105, 2007, no. 3, p. 897-907.
- MÍČA, B. 1992. Bramborový škrob a jeho význam pro kvalitu brambor. In *Úroda*, vol. 1992, no. 4, p. 171-172.
- MONDY, N. I., KOCH, R. L., CHANDRA, S. 1979. Influence of nitrogen fertilization on potato discoloration in relation to chemical composition. 2. Phenols and ascorbic acid. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 27, 1979, no. 2, p. 418-420.
- MORRISON, I. M., COCHRANE, M. P., COPPER, A. M., DALE, M. F. B., DUFFUS, C. M., ELLIS, R. P., LYNN, A., MACKAY, G. R., PATERSON, L. J., PRENTICE, R. D. M., SWANSTON, J. S., TILLER, S. A. 2000. Potatostarches: Variation in composition and properties between three genotype grown at two different sites and in two different years. In *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 81, 2000, p. 319-328.
- NOWACKI, W., GLUSKA, A., LIS, B. et al. 2000. Growing of potatoes ware and technological quality of tubers. In *Proceedings of the Scientific Conference of Agricultural University in Wroclaw*, Polanica Zdrój, p. 23-32.
- ROGOZIŃSKA, I., WOJDYLA, T. 1996. The effect of mineral fertilization on the vitamin C content in potato tubers. In *Abstract of 13th Triennial Conference*, EAPR, Veldhoven, p. 216-217.
- SHEKHAR, V. C., IRITANI, W. M., ARTECA, R. 1978. Changes in ascorbic acid content during growth and short-term storage of potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). In *American Journal of Potato Research*, vol. 55, 1978, no. 12, p. 663-670.
- TAKEBE, M., YONEYAMA, T. 1992. *Plant growth and ascorbic acid 1: Changes of ascorbic acid concentrations in the leaves and tubers of sweet potato (Ipomea batatas Lane) and potato (Solanum tuberosum L.)* Nippon Dojo Hiriyogaku Zasshi, vol. 63, p. 447-454.
- SVETOVÁ ORGANIZÁCIA PRE POĽNOHOSPODÁRSTVO A VÝŽIVU 2008. Medzinárodný rok zemiakov 2008 Zemiaky, potrava a výživa. Retrieved from the web: <<http://www.potato2008.org/en/potato/IYP-6en.pdf>>.
- ŠMÁLIK, M. *Zemiaky*. Vyd. Príroda, Bratislava. 1987, 304 p.
- VOKÁL, B., ČEPL, J. 2003. *Pěstujeme brambory*. Praha : Grada, 2003, 102 p. ISBN 80-247-0567-2.
- VREUGDENHIL, D., BRADSHAW, J., GEBHARDT, CH., GOVERS, F., MACKERRON, D. K. L., TAZLOR, M. A., ROSS, H. A. 2007. *Potato biology and biotechnology. Advances and perspectives*. 857 p. ISBN-13: 978-0-444-51018-1.

Acknowledgments:

This work was supported by grants VEGA 1/0456/12 and VEGA 1/0724/12.

Contact address:

Ing. Diana Hrabovská, Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Department of Chemistry, Tr. A. Hlinku 2, 949 76, Nitra, Slovakia, E-mail: JonasovaDiana@azet.sk

doc. Ing. Janette Musilová, PhD., Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Department of Chemistry, Tr. A. Hlinku 2, 949 76, Nitra, Slovakia, E-mail: janette.musilova@uniag.sk

doc. Ing. Judita, Bystrická, PhD. Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Department of Chemistry, Tr. A. Hlinku 2, 949 76, Nitra, Slovakia, E-mail: judita.bystricka@uniag.sk

prof. Ing. Ján Tomáš, CSc, Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Department of Chemistry, Tr. A. Hlinku 2, 949 76, Nitra, Slovakia, E-mail: jan.tomas@uniag.sk

RNDr. Daniel Bajčan, PhD. Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Department of Chemistry, Tr. A. Hlinku 2, 949 76, Nitra, Slovakia, E-mail: daniel.bajcan@uniag.sk