

**POSTPRANDIÁLNA GLYKÉMIA PO KONZUMÁCII VYBRANÝCH
DRUHOV ZELENINY S RÔZNYM GLYKEMICKÝM INDEXOM**
POSTPRANDIAL GLYCAEMIA AFTER CONSUMPTION OF SELECTED
VEGETABLES WITH DIFFERENT GLYCEMIC INDEX

Schwarzová Marianna¹, Fatrcová-Šramková Katarína¹, Horvát František², Koršalová Jana¹

¹ Katedra výživy ľudí, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

² Katedra rastlinnej výroby, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

Summary

The aim of this work was to assess postprandial glycaemia after consumption traditional and nontraditional vegetables with different glycemic index in healthy subjects and patients with type 1 and type 2 diabetes (n = 10). Postprandial glucose levels were between the different vegetables (potatoes, Jerusalem artichokes, carrots and cabbage) compared. Food induced following glycemic response in healthy and diabetics: mean glycaemia for 2nd variant was $5,36 \pm 0,64$ and $7,13 \pm 2,41$ mmol.l⁻¹, for 1st variant $5,46 \pm 0,96$ and $8,35 \pm 3,38$ mmol.l⁻¹, for 3rd variant $5,40 \pm 1,09$ and $8,11 \pm 0,99$ mmol.l⁻¹ and for 4th variant $5,51 \pm 0,81$ and $8,65 \pm 3,05$ mmol.l⁻¹.

Key words: glycemic index, postprandial glycaemia, *diabetes mellitus*, BMI, WHR

ÚVOD

Zdravotný stav obyvateľstva je dnes považovaný za najdôležitejší ukazovateľ životnej úrovne, pretože práve do stavu zdravia sa premieta celý rad dôležitých faktorov. Zeleninové a ovocné druhy predstavujú jeden z najdôležitejších zdrojov našej výživy. Vyznačujú sa nízkou energetickou hodnotou, vysokým obsahom vitamínov, minerálnych látok, enzýmov a bioaktívnych látok.

Potraviny s nízkym glykemickým indexom (GI) zvyšujú hladinu glykémie po jedle v menšej miere, navodzujú dlhší pocit sýtosti a menší pocit hladu. Analogicky potraviny s vysokým GI vedú k vyššiemu vzostupu inzulínu s výraznejšou tendenciou ukladať živiny do tukových zásob, čo je spojené s rizikom nárastu hmotnosti (Chlebo, 2009). Skybová (2009) tvrdí, že zaradením potraviny s nízkym GI do každého jedla bude organizmu dlhšie trvať, než ich vstrebá, a tým udrží medzi jednotlivými jedlami ustálenú hladinu cukru v krvi.

Podľa Kožnárovej (2011) je glykémia nalačno základnou hodnotou, ktorá nám ukazuje, aký je stav po 8- až 12-hodinovom hladovaní. U diabetikov by mala byť nižšia ako 6,0 mmol.l⁻¹, hodnoty glykémie nalačno medzi 6,0 až 7,0 mmol.l⁻¹ sú hodnoty uspokojivé. Hodnoty nad 8,0 mmol.l⁻¹, sa považujú za hodnoty neuspokojivé. U zdravých ľudí sa hodnota nalačno pohybuje od 3,5 až 6,0 mmol.l⁻¹.

Glykémia po jedle (tzv. postprandiálna glykémia - PPG) ukazuje, ako sa organizmus vyrovnal so záťažou vo forme príjmu menšieho alebo väčšieho množstva jedla. U diabetikov by nemala byť nižšia ako 7,8 mmol.l⁻¹, hodnoty medzi 7,5 a 9,0 mmol.l⁻¹ sa považujú za uspokojivé. Hodnoty nad 9,0 mmol.l⁻¹ predstavujú hodnoty neuspokojivé. U zdravých ľudí by nemala byť hodnota vyššia ako 7,8 mmol.l⁻¹.

Niektoré druhy zeleniny, najmä koreňovej ako zemiaky, mrkva a paštrnák, poskytujú hotový zdroj sacharidov na okamžitú premenu energie v organizme (Briffa, 2000).

MATERIÁL A METÓDY

Do súboru sme náhodným výberom zaradili 10 probandov, z toho 5 mužov (50 %) a 5 žien (50 %). V súbore bolo 8 zdravých probandov (80 %) a 2 diabetici (20 %), z ktorých mal jeden proband non-inzulín dependentný *diabetes mellitus* (NIDDM) a druhý proband inzulín dependentný *diabetes mellitus* (IDDM). Priemerný vek celého súboru bol $29,8 \pm 11,2$ rokov, u mužov $30,4 \pm 12,7$ rokov, u žien $28,8 \pm 11,1$ rokov. U diabetikov bol priemerný vek $37,0 \pm 20,5$ rokov (tab. 1).

Tab. 1 Charakteristika súboru

Vek (roky)	Ženy (n = 5)	Muži (n = 5)	Spolu (n = 10)
priemer \pm SD	$28,8 \pm 11,1$	$30,4 \pm 12,7$	$29,8 \pm 11,2$
min - max	23 - 49	19 - 52	19 - 50
Vek (roky)	Zdraví (n = 8)	Diabetici (n = 2)	Spolu (n = 10)
priemer \pm SD	$27,8 \pm 9,06$	$37,5 \pm 20,5$	$29,8 \pm 11,2$
min - max	19 - 49	23 - 52	19 - 52

Postprandiálnu glykémiu sme sledovali u vybraných probandov po konzumácii jednotlivých vybraných potravín počas štyroch dní po nasledujúcej úprave:

- zemiakové hľuzy - uvarené v šupke, odroda šalátového typu ružovej farby, krájané,
- topinamburové hľuzy - surové, šúpané,
- korene mrkvy, skorá odroda typu Nantes - surové, šúpané,
- kapusta hlávková biela, odroda Ammon - strúhaná.

Každý deň probandi konzumovali len jednu z nasledujúcich kombinácií v náhodne zvolenom poradí:

1. variant: 100 g varených zemiakov,
2. variant: 50 g varených zemiakov a 50 g surového nakrájaného topinambura,
3. variant: 50 g varených zemiakov a 50 g surovej nakrájanej mrkvy,
4. variant: 50 g varených zemiakov a 50 g surovej nastrúhanej kapusty.

Probandi boli inštruovaní, aby sa 3 dni pred meraním stravovali normálne (príjem sacharidov 150 g denne), aby mali zvyčajnú fyzickú záťaž, minimálne 8 hodín pred testovaním neprijímali žiadnu stravu, neobmedzovali príjem tekutín, ďalej počas samotného merania nesmeli fajčiť a vykonávať namáhavú fyzickú aktivitu, prijímať kofeínové nápoje. Testovanú potravinu mali skonzumovať v čase 20 – 25 minút, dovolené bolo porciu zapíjať vodou alebo nesladeným bylinkovým čajom. Vzorky krvi boli odobraté pred konzumáciou (0 minút) a následne 45 a 120 minút od začatia konzumácie. Hladina glykémie bola zmeraná glukomerom určeným na selfmonitoring pracujúceho na elektrochemickom princípe (glukózodehydrogenáza) (Accu-Chek Active, Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co. KG, Nemecko) spĺňajúceho požiadavky EN ISO 15197.

U probandov sme po ukončení všetkých troch odberov krvi zisťovali somatometrické údaje: telesnú hmotnosť, telesnú výšku, obvod pása a bokov, z ktorých sme následne vypočítali index BMI (Body Mass Index) – index telesnej hmotnosti a WHR (waist-to-hip ratio) – index centrality. Pri matematicko-štatistickom spracovaní bol použitý: aritmetický priemer, smerodajná odchýlka, analýza rozptylu a t-test na hladine štatistickej významnosti 5 %.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Komparáciou výsledkov postprandiálnych glykémií po konzumácii vybraných druhov zeleniny u zdravých probandov a diabetikov sme zaznamenali rozdiely medzi priemermi (tab.

2). Z tabuľky vyplýva preukázaný štatisticky významný rozdiel ($P < 0,05$) v prípade 3. variantu, u ktorého bola priemerná hladina glykémie významne vyššia u diabetikov ako u zdravých respondentov. Najvýraznejší rozptyl v hodnotách glykémie sme zaznamenali u diabetikov pri 1. variante, naopak najnižší pri 3. variante, najvýraznejší u zdravých pri 3. variante, naopak najnižší pri 2. variante, vyššia variabilita postprandiálnej glykémie sa prejavila v skupine diabetikov, čo potvrdilo naše predpoklady.

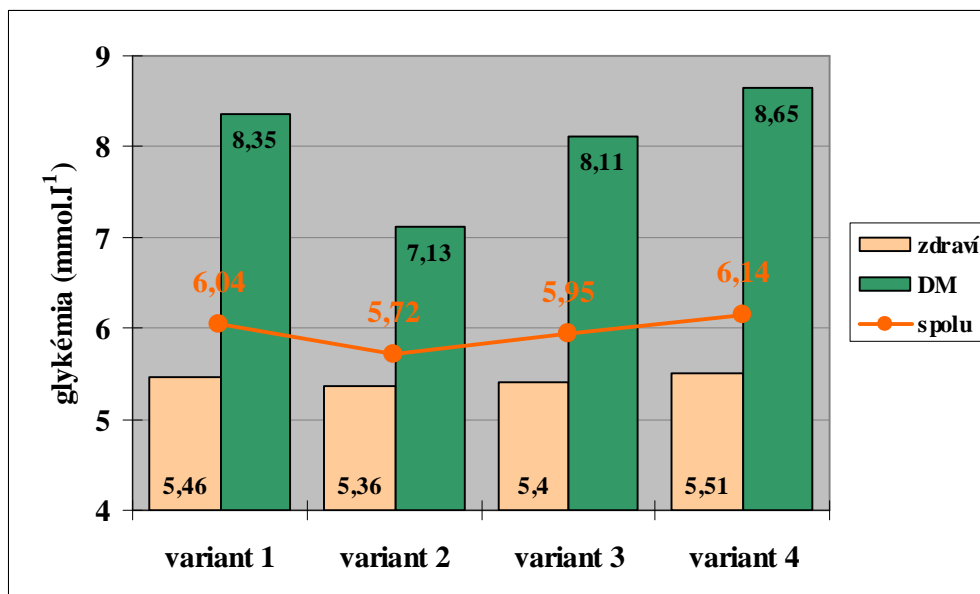
Tab. 2 Hodnoty postprandiálnej glykémie po konzumácii vybraných druhov zeleniny u zdravých osôb a diabetikov

	Glykémia (mmol.l ⁻¹)		T-test
	Zdraví probandi (n = 8)	Diabetici (n = 2)	
1. variant (zemiaky 100 g)			NS P = 0,116
priemer ± SD	5,46 ± 0,96	8,35 ± 3,38	
min - max	4,2 - 8,5	3,6 - 12,5	
rozptyl	0,96	13,67	
2. variant (zemiaky 50 g + topinambur 50 g)			NS P = 0,163
priemer ± SD	5,36 ± 0,64	7,13 ± 2,41	
min - max	4,1 - 6,8	2,9 - 9,5	
rozptyl	0,43	6,95	
3. variant (zemiaky 50 g + mrkva 50 g)			+++ P = 1,02*10 ⁻⁵
priemer ± SD	5,40 ± 1,09	8,11 ± 0,99	
min - max	4,2 - 9,0	6,8 - 9,8	
rozptyl	1,24	1,17	
4. variant (zemiaky 50 g + kapusta 50 g)			NS P = 0,071
priemer ± SD	5,51 ± 0,81	8,65 ± 3,05	
min - max	4,2 - 7,0	4,8 - 13,6	
rozptyl	0,69	11,18	

* ($P < 0,05$); +++ ($P < 0,001$); NS – štatisticky nevýznamný

Predpokladali sme, že topinambur bude vyvolávať rovnakú glykemickú odpoveď u oboch sledovaných skupín a nižšie hodnoty glykémie v porovnaní s ostatnými testovanými druhmi zeleniny na základe tvrdení, že zemiaky varené patria do skupiny so stredným GI, od 30 do 70 Skybová (2009), kapusta patrí do skupiny potravín s nízkym GI od 30 do 50 Skybová (2009), mrkva do skupiny s nízkym GI od 19 do 39 (GI Database – the official website), topinambur do skupiny s nízkym GI 50 (The Glycemix Indexes, 2011). Hľuzy topinambura obsahujú 15 - 25 % sušiny, 13 - 20 % inulínu, fruktózy a glukózy, 1,7 % N-látok, 1,0 % vlákniny a neobsahujú škrob (Kulík et al., 1997, Syptáková, 2000). Prednosťou topinamburov v porovnaní so zemiakmi je, že namiesto škrobu obsahujú polysacharid inulín, a preto sú vynikajúcou zeleninou predovšetkým pre diabetikov, lebo prudko nezvyšujú hladinu cukru v krvi a majú nízku energetickú hodnotu (25 % v porovnaní so sacharózou) (Giertlová a Horčín, 1999, Kopec 1999).

Naše predpoklady sa potvrdili čiastočne, ako vyplýva z obr. 1, najnižšiu glykemickú odpoveď vyvolala konzumácia 2. variantu u oboch skupín, ako sme predpokladali, najvyššiu glykemickú odpoveď však vyvolal 4. a 1. variant.



Obr. 1 Priemerné hodnoty postprandiálnej glykémie po konzume rôznych druhov zeleniny; Vysvetlivky: DM – diabetes mellitus

Na základe zistení somatometrických meraní sme sledovaný súbor zdravých probandov rozdelili podľa BMI na dve skupiny – zdraví probandi s BMI 20 – 25 kg.m⁻² a zdraví probandi s BMI > 30 kg.m⁻² a porovnali sme priemerné hodnoty postprandiálnych glykémii pre jednotlivé varianty (tab. 3). Štatisticky významný rozdiel bol pri 3. variante, kde zdraví probandi s nižším BMI mali paradoxne vyššiu priemernú postprandiálnu glykémiu ako zdraví probandi s vyšším BMI. V tejto skupine a pri tomto variante bola zistená aj vyššia variabilita v hodnotách glykémie.

Tab. 3 Hodnoty postprandiálnej glykémie u zdravých probandov s rôznym BMI

Zdraví	Glykémia (mmol.l ⁻¹)		T-test
	normálna hmotnosť [†]	obezita I. stupňa	
	BMI 20 – 25 kg.m ⁻² (n = 4)	BMI > 30 kg.m ⁻² (n = 3)	
variant 1 (zemiaky 100 g)			
priemer ± SD	5,68 ± 1,08	4,92 ± 0,45	NS P = 0,051
min - max	4,2 - 8,5	4,3 - 5,5	
rozptyl	1,27	0,23	
variant 2 (zemiaky 50 g + topinambur 50 g)			
priemer ± SD	5,42 ± 0,73	5,34 ± 0,60	NS P = 0,821
min - max	4,1 - 6,8	4,7 - 6,3	
rozptyl	0,58	0,41	
variant 3 (zemiaky 50 g + mrkva 50 g)			
priemer ± SD	5,83 ± 1,30	4,7 ± 0,32	+ P = 0,016
min - max	4,3 - 9	4,2 - 5,3	
rozptyl	1,85	0,11	
variant 4 (zemiaky 50 g + kapusta 50 g)			
priemer ± SD	5,68 ± 0,79	5,02 ± 0,52	NS P = 0,051
min - max	4,2 - 7,0	4,4 - 5,9	
rozptyl	0,68	0,30	

[†] (P < 0,05); NS – štatisticky nevýznamný

Jedným z dôvodov nepreukázateľnosti môže byť malá početnosť skúmaného súboru. Podľa Schronera (2011) je nutné vždy urobiť rozbor príčin rozkolísania glykémii. Môžu to byť napríklad rôzne diétne chyby, nepravidelnosť príjmu potravy, rôzne fyzické, ale aj psychické stresy, prítomnosť nejakého sprievodného ochorenia, ktoré môže viesť k zhoršeniu kompenzácie cukrovky, neadekvátna záťaž.

Hodnotili sme somatometrické parametre skúmaného súboru (tab. 4). V celom súbore hodnotených probandov sme zaznamenali priemernú telesnú hmotnosť $78,3 \pm 17,5$ kg. U žien bol priemer $68,2 \pm 10,2$ kg, u mužov $88,5 \pm 18,0$ kg. Priemerná telesná výška v celom súbore bola $170,7 \pm 8,0$ cm, z toho u žien $164,2 \pm 4,7$ cm, u mužov $177,2 \pm 4,3$ cm. Na základe nameraných údajov sme vypočítali BMI a pomer obvodu pásu a bokov. Za celý súbor bola priemerná hodnota BMI $26,7 \pm 4,6$ kg.m⁻², u žien $29,7 \pm 4,4$ kg.m⁻², čo bolo vyššie ako u mužov $23,7 \pm 2,5$ kg.m⁻². Priemerný WHR bol za celý súbor $0,8 \pm 0,1$, u žien opäť vyšší ako u mužov. Súbor sme rozdelili na zdravých probandov a diabetikov a opäť porovnali. Zo zistených údajov môžeme konštatovať, že vyššia priemerná telesná hmotnosť je u zdravých probandov $79,3 \pm 18,3$ kg ako u diabetikov $74,2 \pm 18,7$ kg. Keďže priemerný vek u zdravých probandov je $29,8 \pm 11,2$ rokov, priemerná telesná hmotnosť je vysoká.

Tab. 4 Antropometrická charakteristika sledovaného súboru

	Ženy	Muži	Spolu	Zdraví probandi	Diabetici
telesná hmotnosť (kg)					
priemer ± SD	$68,2 \pm 10,2$	$88,5 \pm 18,0$	$78,3 \pm 17,5$	$79,3 \pm 18,3$	$74,2 \pm 18,7$
min - max	61 - 86	70 - 111	61 - 111	63 - 111	61 - 87,5
telesná výška (cm)					
priemer ± SD	$164,2 \pm 4,7$	$177,2 \pm 4,3$	$170,7 \pm 8,0$	$170,5 \pm 8,4$	$171,5 \pm 9,1$
min - max	160 - 172	170 - 181	160 - 181	160 - 181	165 - 178
BMI (kg. m⁻²)					
priemer ± SD	$29,7 \pm 4,4$	$23,7 \pm 2,5$	$26,7 \pm 4,6$	$27,1 \pm 5,0$	$25,0 \pm 3,6$
min - max	23,7 - 33,9	21,3 - 27,6	24,3 - 33,9	21,3 - 33	22,4 - 27,6
obvod pásu (cm)					
priemer ± SD	$83,0 \pm 18,0$	$102 \pm 14,8$	$92,5 \pm 18,5$	$93,3 \pm 18,0$	$89 \pm 25,4$
min - max	71 - 114	83 - 118	71 - 118	71 - 118	71 - 107
obvod bokov (cm)					
priemer ± SD	$102,4 \pm 7,5$	$103,8 \pm 9,9$	$103,1 \pm 8,3$	$104 \pm 8,5$	$99,5 \pm 9,1$
min - max	93 - 114	92 - 115	92 - 115	92 - 115	93 - 106
WHR					
priemer ± SD	$0,9 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$
min - max	0,7 - 1,06	0,69 - 1,0	0,69 - 1,06	0,6 - 1	0,7 - 1

BMI – index telesnej hmotnosti, WHR – pomer obvodu pásu a bokov, SD – smerodajná odchýlka

Na základe somatometrických údajov sme vypočítali BMI a vyhodnotili sledovaný súbor (tab. 5). Nadhmotnosť bola zistená u oboch sledovaných skupín – diabetikov a zdravých s 10 % podielom, závažným zistením vzhľadom na vek je 30 % podiel obezity I. stupňa u zdravých probandov.

Tab. 5 BMI u zdravých probandov a diabetikov

Klasifikácia BMI	Hodnoty BMI (kg.m ⁻²)	Zdraví probandi		Diabetici	
		n	%	n	%
Normálna hmotnosť	20,0 – 24,9	4	40%	1	10%
Nadhmotnosť	25,0 – 29,9	1	10%	1	10%
Obezita I. stupňa	30,0 – 39,9	3	30%	0	0%

Hodnotili sme zároveň rozdelenie súboru probandov podľa klasifikácie pomeru pás/boky (index WHR) (tab. 6). Riziko centrálnej distribúcie tuku nemá 40 % zdravých probandov. Zdraví probandi ako aj diabetici majú 10 % výskyt rizika centrálnej distribúcie tuku. Výrazné riziko centrálnej distribúcie tuku sme zaznamenali len u zdravých probandov a malo ho 30 %. U diabetikov sme výrazné riziko nezaznamenali.

Tab. 6 WHR u zdravých probandov a diabetikov

riziko	Hodnoty pomeru pás / boky		Zdraví probandi		Diabetici	
	ženy	muži	n	%	n	%
Žiadne	< 0,80	< 0,90	4	40	1	10
Mierne	> 0,80	> 0,90	1	10	1	10
Výrazné	> 0,85	> 0,95	3	30	0	0

Antropometrické ukazovatele nadhmotnosti/obezity podľa BMI a riziko centrálnej distribúcie telesného tuku majú priaznivejšie diabetici v porovnaní so zdravými jedincami, čo môže súvisieť s edukáciou diabetikov v oblasti výživy a životného štýlu.

ZÁVER

Hodnotili sme postprandiálnu glykémiu po konzumácii 4 rôznych variantov pokrmov zostavených zo známych a menej známych druhov zeleniny s rôznym glykemickým indexom v skupine zdravých probandov a diabetikov. Môžeme konštatovať, že u zdravých probandov nepresiahli namerané hodnoty glykémie nalačno fyziologickú hodnotu. Podobne aj postprandiálne glykémie zodpovedali fyziologickým hodnotám v prípade zdravých probandov s vyšším indexom telesnej hmotnosti (BMI > 30 kg.m⁻²), ale neplatilo to pre probandov s nižším BMI (20-25 kg.m⁻²), kde boli hodnoty vyššie v porovnaní s fyziologickými, a to pri dvoch variantoch pokrmov. V skupine diabetikov sa hodnoty postprandiálnej glykémie vyznačovali vysokou variabilitou, čo nepredstavuje priaznivý trend vzhľadom na ich ochorenie.

Naše merania nepotvrdili štatisticky významné rozdiely medzi skupinou zdravých probandov a diabetikov v odpovedi organizmu na záťaž predstavujúcu konzumáciu ekvivalentného množstva sacharidov vo forme varených zemiakov, kombináciou varených zemiakov so surovým topinamburkom, so surovou mrkvou a ani so surovou kapustou. Výsledky naznačili, že metabolické reakcie sa líšia v závislosti od zdroja a druhu sacharidov.

Táto publikácia bola vytvorená realizáciou projektu „Podpora inovácie technológií špeciálnych výrobkov a biopotravín pre zdravú výživu ľudí“, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja - ITMS 26220220115 (50 %) a projektu KEGA 301-035SPU-4/2010 (50 %).

LITERATÚRA

1. BRIFFA, J. 2000. *Jedlom k zdraviu*. 1. vyd. Bratislava : Ikar, 2000. 112 s. ISBN 80-7118-837-9.
2. GI Database - The Official Website of the Glycemic Index, using data collected by Professor Jennie Brand-Miller & SUGIRS. Last Modified: March 25, 2010 [online]. 2011. [cit. 2011-07-25]. Dostupné na internete: <<http://www.glycemicindex.com/>>
3. CHLEBO, P. 2009. Výživa a metabolické ochorenie, obezita. In Keresteš, J. et al.: *Biotechnológia, výživa a zdravie*. Považská Bystrica : Uniprint, 2009. s. 366 – 383. ISBN 978-80-970250-9-0.
4. GIERTLOVÁ, A., HORČIN, V. 1999. Topinambur a jakon – dôležité inulínové plodiny. In *Zahradníctví*, roč. 24, 1999, č. 4, s. 9-13.
5. KOPEC, K. 1999. Topinambury jako potravina pro diabetiky. In *Výživa a potraviny*, roč. 53, 1999, č. 6, s. 17.
6. KOŽNÁROVÁ, R. et al. [online] 2011. Aké sú ciele liečby diabetu [cit. 2011-04-19]. Dostupné na internete: < <http://www.zivotsdiabetom.sk/co-je-diabetes/liecba/146-ake-su-ciele-lieby-diabetu>>
7. KULÍK, D. et al. 2007. *Špeciálna rastlinná výroba*. 2. vyd. Nitra : SPU, 1997. 163 s. ISBN 80-7137-436-9.
8. SCHRÖNER, Z. [online] 2011. Čo robiť s rozkolísanými glykémiami [cit. 2011-04-14]. Dostupné na internete: <http://www.dia.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=163:rozkolisane-glykemie&catid=16:dia-porada&Itemid=16>
9. SKYBOVÁ, K. 2009. *Redukčná diéta*. 1. vyd. Bratislava : Metro Media, 2009. 96 s. ISBN 978-80-89327-10-2.
10. SYPTÁKOVÁ, D. 2000. Topinambur a jeho význam vo výžive. In *Výživa a zdravie*, roč. 45, 2000, č. 4, s. 90.
11. The Glycemix Indexes Table using data collected by Michel Montignac [online]. 2011. [cit. 2011-08-18]. Dostupné na internete: <http://www.montignac.com/en/ig_tableau.php>

Kontaktná adresa:

Ing. Marianna Schwarzová, Katedra výživy ľudí FAPZ SPU Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: marianna.schwarzova@uniag.sk