

Petra Lenártová • Martina Gažarová a kolektív

Výživa • človek • zdravie

recenzovaný zborník vedeckých prác
Ústavu výživy a genomiky FAPZ SPU v Nitre

2022



**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V
NITRE
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV
ÚSTAV VÝŽIVY A GENOMIKY**



VÝŽIVA – ČLOVEK – ZDRAVIE 2022

**Recenzovaný zborník vedeckých prác Ústavu výživy a genomiky
FAPZ SPU v Nitre**

Nitra, 2022

ISBN 978-80-552-2559-3

[DOI: https://doi.org/10.15414/2022.9788055225593](https://doi.org/10.15414/2022.9788055225593)

Názov: VÝŽIVA – ČLOVEK – ZDRAVIE 2022. Recenzovaný zborník vedeckých prác
Ústavu výživy a genetiky FAPZ SPU v Nitre

Editori:

Ing. Lenártová Petra, PhD., Ing. Gažarová Martina, PhD.

Recenzenti:

prof. Ing. Habánová Marta, PhD.

Ing. Ernst Dávid, PhD.

prof. Ing. PaedDr. Žiarovská Jana, PhD.

Ing. Gažarová Martina, PhD.

doc. Ing. Miluchová Martina, PhD.

Ing. Lenártová Petra, PhD.

doc. Rolinec Michal, PhD.

Ing. Lorková Marta, PhD.

doc. Ing. Zelenáková Lucia, PhD.

Ing. Pšenková Martina, PhD.

MUDr. Chlebo Peter, PhD.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov

Ústav výživy a genetiky

Tr. A. Hlinku 2

949 76 Nitra

Ústav výživy a genetiky FAPZ SPU v Nitre

<https://fapz.uniag.sk/sk/ustav-vyzivy-a-genetiky/>

Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre

<http://www.fapz.uniag.sk/sk/>

SPU v Nitre

www.uniag.sk

Táto publikácia bola vytvorená realizáciou projektov:

- Prepojenie vysokoškolského vzdelávania s praxou prostredníctvom implementácie praktickej výučby v rámci nového predmetu Nutričné poradenstvo (**KEGA 003SPU-4/2022**) (**80 %**)
- Operačný program Integrovaná infraštruktúra pre projekt Dlhodobý strategický výskum prevencie, intervencie a mechanizmov obezity a jej komorbidít (**ITMS: 313011V344**) spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja (**20 %**)

Rukopis neprešiel redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU v Nitre.

Za odbornú, obsahovú a jazykovú úroveň príspevkov zodpovedajú autori.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 7. 12. 2022

ako recenzovaný zborník vedeckých prác publikovaný online.

This publication is published under the Creative Commons Attribution 4.0 Licence (CC-BY 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ISBN 978-80-552-2559-3

DOI: <https://doi.org/10.15414/2022.9788055225593>

OBSAH

	str.
Ernst, Juríček, Černý, Vician, Zapletalová, Ravza FORMOVANIE OBSAHU HRUBÉHO PROTEÍNU V ZRNE PŠENICE LETNEJ PROSTREDNÍCTVOM STIMULÁTOROV RASTU	6
Farkasová, Droppa, Kysel, Žiarovská HOMOLÓGY Bet v 1 ALERGÉNU V MARKÉROVANÍ OVSA OZIMNÉHO SIATEHO	11
Gášper, Miluchová, Gábor NUTRITIONAL AND HEALTH PROFILE OF GOAT MILK	17
Gažarová EFEKTIVITA VYUŽITIA FOPL OZNAČENIA NUTRI-SCORE PRI SUBJEKTÍVOM ZHODNOTENÍ NUTRIČNEJ KVALITY VYBRANÝCH INSTANTNÝCH KAŠÍ	27
Gažarová, Lenártová, Lorková, Bihari, Habánová, Kopčeková NUTRIČNÉ PREFERENCIE A SPOTREBA MLIEKA A MLIEČNYCH VÝROBKOV AKO DÔLEŽITÝCH ZDROJOV JÓDU VO VÝŽIVE ČLOVEKA	35
Habán, Bihari, Habánová, Halabrín, Ravza CHEMOTAXONOMICKÉ HODNOTENIE OBSAHU ÚČINNÝCH LÁTKO V RASTLINÁCH RODU <i>TANACETUM</i>	45
Hrnčár, Melenec, Hanusová, Hanus, Šimonová, Bujko VONKAJŠIA A VNÚTORNÁ KVALITA VAJEC ARAUKANY	52
Hrnčár, Moravčík, Bučko, Hanusová, Hanus, Šimonová, Bujko MÄSOVÁ ÚŽITKOVOSŤ PLEMENA KÚR HODVÁBNÍČKA V POST- PRODUKČNOM OBDOBÍ	58
Hromadová, Macák HODNOTENIE SLADOVNÍCKEJ KVALITY GENOTYPOV JAČMEŇA V KLIMATICKÝCH PODMIENKACH JUHOZÁPADNÉHO SLOVENSKA	66
Jančichová, Habánová, Kopčeková, Lenártová, Mrázová, Gažarová, Bihari VPLYV LOCKDOWNU – DIŠTANČNÉ VZDELÁVANIE AKO RIZIKO ROZVOJA DETSKEJ OBEZITY	77
Klongová, Hovaňáková, Štefúnová, Ražná, Žiarovská ANALÝZA GENETICKEJ VARIABILITY ČUČORIEDKY KANADSKEJ IPBS MARKÉRMÍ	85
Kňazovická, Šedík, Staroň POROVNANIE FYZIKÁLNO-CHEMICKÝCH VLASTNOSTÍ MEDOV Z RÔZNYCH ZDROJOV	91

Kolesárová, Solgajová, Mendelová, Zelenáková, Mihalovičová VPLYV MUCHOVNÍKA JELŠOLISTÉHO (<i>AMELANCHIER ALNIFOLIA</i> <i>NUTT.</i>) NA SENZORICKÉ VLASTNOSTI SUŠIENOK	103
Kopčeková, Mrázová, Chlebo, Habánová, Fatrcová-Šramková, Gažarová Martina, Lenártová, Schwarzová, Mendelová ÚČINOK KONZUMÁCIE RAKYTNÍKOVEJ ŠŤAVY NA RIZIKOVÉ FAKTORY KARDIOVASKULÁRNYCH OCHORENÍ U ŽIEN V PRODUKTÍVNO M VEKU S HYPERCHOLESTEROLÉMIU	110
Kováčik, Klongová, Zelenáková, Žiarovská DĹŽKOVÝ POLYMORFIZMUS HOMOLÓGOV VICILÍNU V GENÓME CÍCERA BARANIEHO	117
Krivosudská, Rigel'ská OSTRUŽINA ČERNICOVÁ (<i>RUBUS FRUTICOSA L.</i>) AKO BOHATÝ ZDROJ ANTIOXIDANTOV	123
Lenártová, Gažarová, Habánová, Kopčeková, Mrázová, Jančichová, Zelenáková, Bihari, Verešpejová ZELENÉ POTRAVINY V HUMÁNNEJ VÝŽIVE	129
Lenártová, Gažarová, Lorková, Jurášová ZHODNOTENIE NUTRIČNÉHO PRÍJMU U KONZUMENTOV PEKÁRENSKÝCH VÝROBKOV S OBSAHOM LEPKU	135
Lorková, Gažarová, Habánová, Lenártová, Jančichová, Bihari METABOLICKY ZDRAVÁ OBEZITA U ŽIEN V PRODUKTÍVNO M VEKU	143
Lorková, Gažarová, Lenártová ZMENY ŽIVOTNÉHO ŠTÝLU VPLYVOM PANDÉMIE COVID-19	150
Mareček, Mendelová, Solgajová VHODNOSŤ VYBRANÝCH ODRÔD OZIMNEJ PŠENICE NA PEKÁRSKE VYUŽITIE	161
Mendelová, Mendel, Kolesárová, Solgajová VYUŽITIE RAKYTNÍKOVEJ ŠŤAVY PRI VÝROBE NEALKOHOLICKÝCH NÁPOJOV SO ZVÝŠENÝM OBSAHOM KAROTENOIDOV A POLYFENOLOV	168
Mrázová, Džurnáková, Kopčeková, Lenártová, Habánová, Chlebo, Gažarová, Bihari ZHODNOTENIE RIZIKOVÝCH FAKTOROV METABOLICKÉHO SYNDRÓMU VO VYBRANEJ SKUPINE OSÔB	178
Rajčáková, Patráš, Gasper, Polačiková, Tutka, Kňazovická, Žitňan TRÚDÍ PLOD – ZDROJ BIOAKTÍVNYCH LÁTOK	184

Solgajová, Kolesárová, Mendelová

TECHNOLOGICKÁ KVALITA MEDOVNÍKOV Z BEZLEPKOVÝCH MÚK 189

Šmehýl

POROVNANIE KONCENTRÁCIE ORTUTI V SVALOVINE A PEČENI
BAŽANTOV Z VOĽNEJ PRÍRODY A Z FARMOVÉHO CHOVU 195

Šmehýl, Podhorská

VPLYV PROSTREDIA NA ÚROVEŇ KONTAMINÁCIE VYBRANÝCH
TKANÍV BAŽANTA POLOVNÉHO OLOVOM 204

Vician, Černý, Ernst, Zapletalová, Ravza

KVANTITA A KVALITA PRODUKCIE REPY CUKROVEJ (*BETA
VULGARIS* PROVAR. *ALTISSIMA*) V INTERAKCII S ROČNÍKOM,
ODRODOU A BIOSTIMULÁTORMI 212

Zeleňáková

VÝSKYT INÝCH ALIMENTÁRNYCH ČREVNÝCH INFEKCIÍ (A04.-) NA
SLOVENSKU ZA POSLEDNÝCH 20 ROKOV 219

FORMOVANIE OBSAHU HRUBÉHO PROTEÍNU V ZRNE PŠENICE LETNEJ PROSTREDNÍCTVOM STIMULÁTOROV RASTU FORMATION OF CRUDE PROTEIN CONTENT IN WHEAT GRAIN BY GROWTH STIMULATORS

Ernst Dávid¹, Juríček Marek¹, Černý Ivan¹, Vician Tomáš¹, Zapletalová Alexandra¹, Ravza Ivan²

¹Ústav agronomických vied, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

²Študent odboru výživa ľudí, Ústav výživy a genetiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

Summary

Currently, wheat cultivation is faced with the negative impact of climate change, such as lack of moisture or the emergence of new fungal and bacterial diseases, which can negatively affect the quality of wheat production in terms of the protein content of the grain. However, by applying growth stimulators we can positively influence some of the problems in wheat cultivation. The aim of the study was to evaluate the effect of commercially available growth stimulators BlackJak[®], Agrovital[®] and Protifert LMW 8%[®] on grain yield and crude protein content of wheat (*Triticum aestivum* L.) grain of the IS Conditor variety. The study was carried out under field conditions in the form of a micro-parcel experiment in the village of Horovce. Based on the results of the study, it can be concluded that growth stimulators had a statistically high significant effect ($\alpha = 0.05$; $P = 0.017$) on grain yield (t/ha). The effect of growth stimulators on crude protein content (%) was also evaluated as statistically high significant ($\alpha = 0.05$; $P = 0.000$). Based on the results obtained, foliar application of growth stimulators to wheat stands can be evaluated as a suitable supplementary element of cultivation technology positively influencing yield and crude protein content in grain.

Key words: wheat, growth stimulators, yield, crude protein

ÚVOD

Pšenica letná forma ozimná je najčastejšou a najvýznamnejšou pestovanou poľnou plodinou na svete. Okrem agronomického významu v oševnom postupe, v ktorom sa správa ako neutrálna plodina, je pšenica letná dôležitým zdrojom energie a bielkovín pre ľudí na celej planéte. Konzumuje sa najmä vo forme pečiva a chleba, pre ktoré sa vyžaduje vysoká kvalita pečenia. Jedným z hlavných parametrov vysokej kvality pečenia cesta z pšeničnej múky je koncentrácia hrubého proteínu v pšeničnej múke (Wrigley, 2019; Miller Jones a Poutanen, 2020).

V súčasnosti sa pri pestovaní pšenice letnej stretávame s negatívnym dopadom klimatických zmien, ako je nedostatok vlhky, či výskyt nových hubových a bakteriálnych chorôb, čo môže negatívne ovplyvniť jej kvalitu produkcie z pohľadu obsahu bielkovín v zrne. V posledných rokoch sa však súčasťou pestovateľských technológií pšenice letnej stávajú agrotechnické zásady, ktoré pomáhajú nepriaznivým faktorm pestovania prekonávať a pozitívne ovplyvňujú kvalitu zrna. Jednou z možností je listová aplikácia stimulátorov rastu na báze mikroelementov, organických kyselín a iných biologicky aktívnych látok. Stimulátory rastu pozitívne ovplyvňujú fotosyntézu, dýchanie, vodný stres a syntézu hrubého proteínu v zrne (Khan *et al.*, 2020; Osman *et al.*, 2021; Ramzan a Younis, 2022).

Cieľom štúdie bolo zhodnotiť vplyv listovej aplikácie komerčne dostupných stimulátorov rastu BlackJak[®], Agrovital[®] a Protifert LMW 8%[®] na úrodu zrna a obsah hrubého proteínu

v zrne pšenice letnej (*Triticum aestivum* L.) v agroekologických podmienkach západného Slovenska.

MATERIÁL A METÓDY

Polný pokus bol realizovaný v roku 2021 v katastri obce Horovce pri meste Púchov. Obec Horovce s nadmorskou výškou 249 m n. m. sa nachádza v miernom klimatickom pásme v Trenčianskom kraji v zemiakarskej výrobnnej oblasti so stredne ťažkými pôdami (Čeman *et al.*, 2007). Základné živiny v pôde pre potreby hnojenia boli stanovené na Ústave agronomických vied, Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

V štúdiu bola zaradená odroda pšenice letnej formy ozimnej IS Conditor. Je to stredne skorá odroda s pekárenskou akosťou C/P, stredného vzrastu, ostnatá, vhodná do všetkých oblastí Slovenska. Má veľmi vysoký úrodový potenciál a vyznačuje sa výbornou odnožovacou a regeneračnou schopnosťou (ÚKSÚP, 2021).

V pokuse bol skúmaný vplyv listovej aplikácie komerčne dostupných stimulátorov rastu BlackJak[®], Agrovital[®] a Protifert LMW 8%[®] na úrodu zrna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) a obsah hrubého proteínu (%) v zrne. BlackJak[®] je stimulátor rastu zostavený na báze humínových kyselín a fulvokyselín, ktoré podporujú tvorbu rastlinných enzýmov a hormónov a potláčajú stres z dôsledku sucha. Agrovital[®] je pomocná látka vo forme emulgovateľného koncentrátu, ktorá predlžuje účinnosť pesticídov. Účinná látka tvorí na listoch pružnú polopriepustnú membránu z prírodnej živice a priaznivo ovplyvňuje výdaj vody listami. Protifert LMW 8%[®] je stimulátor rastu na báze oligopeptidov živočíšneho pôvodu a aminokyselín. Reguluje výživu, pôsobí antistresovo a napomáha využívať živiny nachádzajúce sa v pôdnej zásobe (ASRA, 2022). Varianty pokusu sú uvedené v tabuľke 1.

Tab. 1 Varianty poľného pokusu

Variant	Stimulátor rastu	Termín aplikácie	Dávka
„A“	-	-	-
„B“	BlackJak [®]	BBCH 31	2 l.ha ⁻¹
		BBCH 38	2 l.ha ⁻¹
	Agrovital [®]	BBCH 31	0,30 l.ha ⁻¹
		BBCH 38	0,30 l.ha ⁻¹
„C“	BlackJak [®]	BBCH 49	2 l.ha ⁻¹
		BBCH 59	2 l.ha ⁻¹
	Protifert LMW 8 % [®]	BBCH 49	3 l.ha ⁻¹
		BBCH 59	3 l.ha ⁻¹
	Agrovital [®]	BBCH 49	0,30 l.ha ⁻¹
		BBCH 59	0,30 l.ha ⁻¹
„D“	Protifert LMW 8 % [®]	BBCH 49	3 l.ha ⁻¹
		BBCH 59	3 l.ha ⁻¹
	Agrovital [®]	BBCH 49	0,30 l.ha ⁻¹
		BBCH 59	0,30 l.ha ⁻¹

Štúdia bola realizovaná na parcele s celkovou rozlohou 0,5 ha formou kolmo delených blokov s rozmermi 3 m × 1,5 m, v troch opakovaniach, s náhodným usporiadaním pokusných členov pri rešpektovaní konvenčného spôsobu pestovania pšenice letnej.

Odber rastlinného materiálu sa uskutočnil pri vlhkosti zrna na úrovni 13,5 %. Úroda zrna bola zistená prepočtom podľa Savického zo zistených hodnôt úrodotvorných prvkov ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)

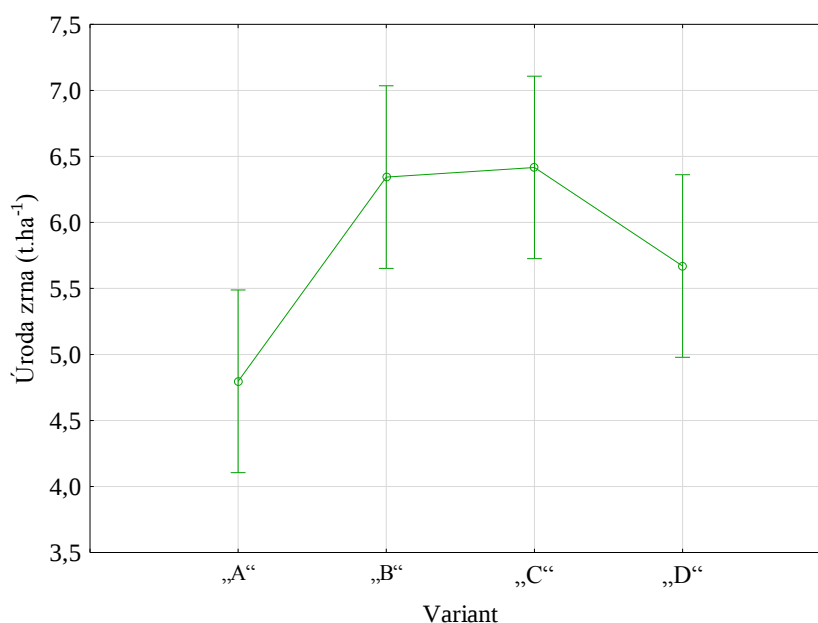
a hrubý proteín bol stanovený Kjeldahlovou metódou (%). Získané hodnoty boli spracované prostredníctvom štandardných štatistických metód štatistického programu Statistica 10 (StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V štúdií sme hodnotili vplyv listovej aplikácie komerčne dostupných stimulátorov rastu BlackJak[®], Agrovital[®] a Protifert LMW 8%[®] v štyroch variantoch poľného pokusu na úrodu zrna a obsah hrubého proteínu v zrne pšenice letnej (*Triticum aestivum* L.) v agroekologických podmienkach západného Slovenska.

Variant pokusu „C“ dosiahol najvyššiu úrodu zrna, a to 6,42 t.ha⁻¹. Najnižšia úroda bola dosiahnutá na kontrolnom variante na úrovni 4,80 t.ha⁻¹. Úrodu 5,67 t.ha⁻¹ dosiahol variant pokusu „D“ a úroda na úrovni 6,34 t.ha⁻¹ bola zaznamenaná na variante „B“. Vplyv rastových stimulátorov na ukazovateľ úroda zrna (t.ha⁻¹) bol vyhodnotený na základe analýzy rozptylu ako štatisticky vysoko preukazný ($\alpha = 0,05$; $P = 0,017$) a je znázornený na obrázku 1.

Dosiahnuté výsledky potvrdzujú zistenia zahraničných štúdií Brown a Saa (2015) a Tang *et al.* (2020), ktoré uvádzajú, že biostimulátory rastu na báze humátov, oligopeptidov, či aminokyselín, používané v poľnohospodárskej praxi, svojím zložitým spôsobom pôsobenia dokážu zvýšiť úrodu pestovaných plodín, pšenicu letnú nevynímajúc, na úrovni od 0,3 t.ha⁻¹ do 2,0 t.ha⁻¹, v závislosti od podmienok prostredia.

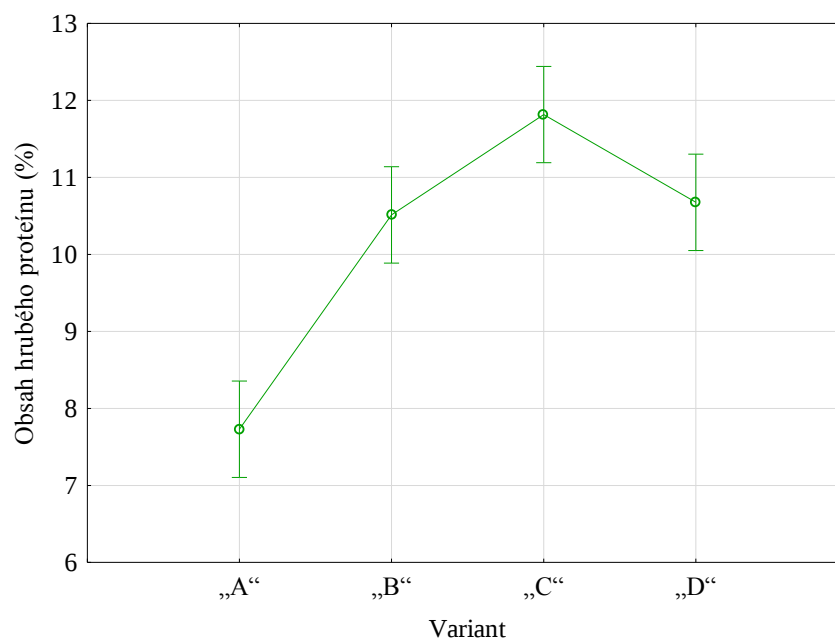


Obr. 1 Vplyv rastových stimulátorov na úrodu zrna (t.ha⁻¹), testovanie kontrastov Fisherov LSD test ($\alpha = 0,05$; $P = 0,017$)

Na kontrolnom variante „A“ bol obsah hrubého proteínu zaznamenaný na úrovni 7,73 %, čo predstavuje najnižší obsah spomedzi všetkých pokusných variantov. Na variante „B“ bol obsah hrubého proteínu zistený na úrovni 10,51 % a na variante „D“ to bolo 10,68 %. Najvyššiu hodnotu obsahu hrubého proteínu v zrne dosiahol variant „C“, a to 11,82 %. Vplyv rastových stimulátorov na ukazovateľ obsah hrubého proteínu (%) bol vyhodnotený prostredníctvom analýzy rozptylu ako štatisticky vysoko preukazný ($\alpha = 0,05$; $P = 0,000$) a je znázornený na obrázku 2.

Koncentrácia proteínu v pšeničnom zrne je determinantom kvality pšenice letnej pre ľudskú výživu (Wrigley, 2019; Osman *et al.*, 2021). Sucho a teplotný stres počas obdobia plnenia zrna pšenice letnej významne menia zloženie hrubého proteínu. Nepriaznivým

vpływom sucha však možno predchádzať aplikáciou stimulátorov rastu, ktoré ich zmierňujú (Phakela *et al.*, 2021). Hodnoty hrubého proteínu sa v pšeničnom zrne pohybujú v priemere na úrovni 11,5% až 13,0 % (Wrigley, 2019). Priemerný obsah hrubého proteínu vo variantoch pokusu predkladanej štúdie dosiahol hodnotu 11,05 %, čo je v súlade s údajmi, ktoré uvádza literatúra.



Obr. 2 Vplyv rastových stimulátorov na obsah hrubého proteínu (%), testovanie kontrastov Fisherov LSD test ($\alpha = 0,05$; $P = 0,000$)

ZÁVER

Populácia ľudí na našej planéte neustále rastie, a tým aj dopyt po potravinách, predovšetkým po bielkovinových zdrojoch. Pšenica letná sa používa pri výrobe asi 20 % potravín vo svete. Svetová produkcia pšenice letnej za posledné obdobie stúpla, a predpokladá sa, že bude stúpať aj naďalej. Zmeny klímy však veľmi negatívne ovplyvňujú nielen jej podmienky na pestovanie, ale aj chemické zloženie zrna. Cieľom štúdie bolo zhodnotiť vplyv komerčne dostupných stimulátorov rastu BlackJak[®], Agrovital[®] a Protifert LMW 8%[®] na úrodu zrna a obsah hrubého proteínu v zrne pšenice letnej. Výsledky poľného pokusu potvrdzujú, že vhodnou kombináciou stimulátorov rastu a ich aplikáciou v správnom čase môže dôjsť k významnému zvýšeniu úrody zrna pšenice letnej a rovnako aj obsahu hrubého proteínu v zrne. Výsledky štúdie indikujú, že aplikácia stimulátorov rastu môže byť vhodným racionalizačným prvkom v systéme pestovania pšenice letnej zvyšujúcim jej kvalitu, obzvlášť v období pôsobenia klimatických zmien.

Pod'akovanie: Tento článok vznikol vďaka podpore Vedeckého projektu Grantovej agentúry Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre č. 03-GAFAPZ-2021 s názvom „Aplikácia anorganických nanočastíc ako novej generácie agronomických nástrojov podporujúcich produkciu poľných plodín v podmienkach klimatickej zmeny“, vďaka podpore Vedeckého projektu Grantovej agentúry Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre č. 04-GASPU-2021 s názvom „Možnosti eliminácie nepriaznivých dopadov klimatickej zmeny a podpory produkcie poľných plodín aplikáciou hnojív na báze anorganických nanočastíc“ a vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Národná infraštruktúra pre podporu transferu

technológií na Slovensku II, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

1. ASRA. 2021. *Produktový katalóg 2021*. Ivanka pri Dunaji: Asra, s.r.o. 137 s.
2. BROWN, P. – SAA, S. 2015. Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science* 2015;6:1-3. doi: <http://doi.org/10.3389/fpls.2015.00671>
3. ČEMAN, R. – FIKNOVÁ, A. – LALIŠOVÁ, A. – ONDREJKA, K. 2007. *Zemepisný atlas Slovenská republika*. Bratislava: Mapa Slovakia Plus. 96 s. ISBN 80-8067-138-9.
4. KHAN, S. – BASRA, S.M.A – NAWAZ, M. – HUSSAIN, I. – FOIDL, N. 2020. Combined application of moringa leaf extract and chemical growth- promoters enhances the plant growth and productivity of wheat crop (*Triticum aestivum* L.). *South African Journal of Botany* 2020;129:74-81. doi: <http://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.01.007>
5. MILLER JONES, J. – POUTANEN, K. 2020. *Nutritional aspects of breakfast cereals*. In PERDON, A.A. *et al. Breakfast Cereals and How They Are Made*. Amsterdam: Elsevier, pp. 391-413. ISBN 978-17-82422-75-4. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812043-9.00019-9>
6. OSMAN, R. – ZHU, Y. – CAO, W. – DING, Z. – WANG, M. – LIU, L. – TANG, L. – LIU, B. 2021. Modeling the effects of extreme high-temperature stress at anthesis and grain filling on grain protein in winter wheat. *The Crop Journal* 2021;9:889-900. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cj.2020.10.001>
7. PHAKELA, K. – BILJON, A. – WENTZEL, B. – GUZMAN, C. – LABUSCHANGE, M.T. 2021. Gluten protein response to heat and drought stress in durum wheat as measured by reverse phase - High performance liquid chromatography. *Journal of Cereal Science* 2021;100. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103267>
8. RAMZAN, F. – YOUNIS, A. 2022. *Use of biostimulants in tolerance of drought stress in agricultural crops*. In AFTAB, T. and NAEEM, M. *Emerging Plant Growth Regulators in Agriculture*. Amsterdam: Elsevier, pp. 429-446. ISBN 978-0-323-91005-7. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91005-7.00001-1>
9. TANG, W. – WU, X. – HUANG, CH. HUANG, C. – LAI, CH. – YONG, Q. 2020. Humic acid-assisted autohydrolysis of waste wheat straw to sustainably improve enzymatic hydrolysis. *Bioresource Technology* 2020;306. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123103>
10. ÚKSÚP. 2021. *Opisy registrovaných odrôd pšenice pre rok 2021*. Bratislava: ÚKSÚP. 63 s.
11. WRIGLEY, W. 2019. *Cereals*. In SWAINSON, M. *Handbook of Technical and Quality Management for the Food Manufacturing Sector*. Amsterdam: Elsevier, pp. 457-479. ISBN 978-17-82422-75-4. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-275-4.00018-6>

Kontaktná adresa

Ing. Dávid Ernst, PhD., Ústav agronomických vied FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: david.ernst@uniag.sk

HOMOLÓGY Bet v 1 ALERGÉNU V MARKÉROVANÍ OVSA OZIMNÉHO SIATEHO

HOMOLOGS OF Bet v 1 ALLERGEN IN FINGERPRINTING OF AVENA SATIVA

Farkasová Silvia¹, Droppa Michal¹, Kyseľ Matúš², Žiarovská Jana¹

¹Ústav rastlinných a environmentálnych vied, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

²Oddelenie Agrobiológie, Výskumné centrum AgroBioTech, SPU v Nitre

Summary

PR genes of plants encode proteins involved in defense mechanisms against biotic stress. The high degree of homology of these proteins exists mainly due to short parts of amino acids, which are highly conserved within plant species and result in their very similar or identical structure. The conservative sites of these genes were used in the development of the DNA marker technique BBAP (Bet v 1 homologs based amplified profile), which analyzes length polymorphism, based on generated amplicons of individual PR-10 protein homologues in plant genomes. The aim of the study was the analysis of the BBAP marker profile for the oat species and the characterization of the length polymorphism generated using this technique. The analysis of the use of BBAP pointed to the probable weak applicability of this marker system for oats, as the degenerate primer pair generated amplicons for only one variety, in the case of their separate use for individual variants of degeneration, the polymorphic profile was obtained for the analyzed varieties with only one variant of the primer.

Key words: oat, BBAP, polymorphism

ÚVOD

PR gény rastlín kódujú bielkoviny zapojené v obranných mechanizmoch proti biotickému stresu (van Loon et al., 2006). Aktivujú sa priamo po napadnutí patogénom, ale vo viacerých štúdiách bola preukázaná určitá konštantná hladina ich výskytu v pletivách rastlín (Hanada et al., 2007; Kanno et al., 2007). Skupinu PR-10 bielkovín tvoria 15-18 kDa veľké vnútrobunkové kyslé bielkoviny (Somssich et al., 1988), pričom expresia ich yPr10 génov bola preukázaná ako indukovaná oboma typmi stresu – biotickým aj abiotickým (Pühringer a et al., 2000; McGee et al., 2001; Park et al., 2004; Chen et al., 2010; Wu et al., 2016). Odpoveď v obranných mechanizmoch je ich jedinou funkciou, ktorá je zatiaľ pre členov PR-10 skupiny známa.

Niektoré PR-10 bielkoviny sú charakterizované ako potravinové alergény alebo antigény schopné potenciálne vyvolať alergické reakcie u senzitizedovaných jedincov (Breiteneder a Radauer 2004; Kasprzyk et al., 2019; Vavrková et al., 2019; Suanno et al., 2021). PR bielkoviny sú lokalizované v takmer všetkých orgánoch rastlín vrátane listov, stoniek, koreňov a kvetov, pričom maximálne množstvá sú lokalizované v listoch (van Loon a van Strien, 1999). Vďaka vysokému stupňu sekvenčnej homológie, hlavný alergén brezy Bet v 1 patriaci do PR-10 rodiny bielkovín, je schopný vyvolať v organizme senzitizedovaného jedinca krížové reakcie s ostatnými členmi tejto rodiny (Breiteneder a Ebner, 2000; Vieths et al., 2002).

Vysoký stupeň homológie týchto bielkovín existuje najmä vďaka krátkym úsekom aminokyselín, ktoré sú v rámci rastlinných druhov vysoko konzervované a vyúsťujú do ich veľmi podobnej alebo identickej štruktúry (Seutter von Loetzen et al., 2012), a to aj napriek relatívne variabilným nukleotidovým sekvenciám ypr10 génov na úrovni sekvenčnej

podobnosti 50 až 90 %, v niektorých prípadoch aj nad 90 % (Fernandes et al., 2013). Homológia bielkovín PR-10 skupiny bola potvrdená vo viacerých klinicky významných druhoch rastlín (potravínových zdrojoch) ako napríklad mrkva, čerešne, zeler alebo jablká (Vanek-Krebitz et al., 1995; Hoffmann-Sommergruber et al., 1999; Neudecker et al., 2001; Schirmer et al., 2005).

Napriek stúpajúcemu trendu našich znalostí o Bet v 1 homológoch, ich výskum je zameraný najmä na bielkoviny. Informácie o ypr10 génoch, ich nukleotidových sekvenciách, prítomnosti ich homológov v rastlinách alebo ich aplikačného potenciálu v genomických technikách je stále limitovaný. Nukleotidové sekvencie týchto génov vykazujú rozličné percentá genomickej homológie (Žiarovská a Zeleňáková, 2016). Konzervatívne miesta týchto génov boli použité pri vývoji univerzálnej DNA markérovacej techniky BBAP (Bet v 1 homologs based amplified profile), ktorá analyzuje dĺžkový polymorfizmus, založený na generovaných amplikónoch jednotlivých homológov PR-10 bielkovín v genómoch rastlín (Žiarovská a Urbanová, 2022). Univerzalita BBAP techniky bola preukázaná ako pre ovocné druhy rastlín (Spevákova et al., 2021; Žiarovská a Urbanová, 2022), tak aj pre rôzne druhy zeleniny (Urbanová a Žiarovská, 2021).

Cieľom tejto štúdie bola analýza BBAP markérovacieho profilu pre druh *Ovos ozimný* siaty, L. a charakteristika dĺžkového polymorfizmu generovaného použitím tejto techniky.

MATERIÁL A METÓDY

V štúdiu boli použité listy troch odrôd ovsa ozimného siateho – Black Beauty, Une de Mais, Timoko. Listy boli odobrané v čase mliečnej zrelosti porastov (obr. 1). Listy boli povrchovo dezinfikované 1%-ným chlornanom sodným a v chlade transportované do laboratória. Celková genomická DNA bola izolovaná extrakčným kitom EliGene® Plant DNA Isolation Kit podľa pokynov výrobcu. Kvantita izolovanej DNA bola určená spektrofotometricky pomocou NanoPhotometer™. Kvalita extrahovanej DNA a jej funkčnosť v PCR analýze bola analyzovaná pomocou ITS primérov 1 a 4 (White et al., 1990).



Obr. 1 Mliečna zrelosť ovsa ozimného siateho (Droppa, archív autora)

Priméry použité v BBAP analýze boli rovnaké ako v štúdiu Žiarovská a Zeleňáková (2016). PCR reakcie boli uskutočnené s 20 ng DNA. V reakčnom PCR roztoku bolo 40 nmol $\times$ dm⁻³ priameho aj spätného priméra a použitá bola polymeráza Robust (Elizabeth Pharnacon). Časovo teplotný režim PCR bol nasledovný – 95 °C 5 min; 40 cyklov – 95 °C 45 sec, 54 °C 45 sec, 72 °C 35 sec a záverečných 72 °C 10 min.

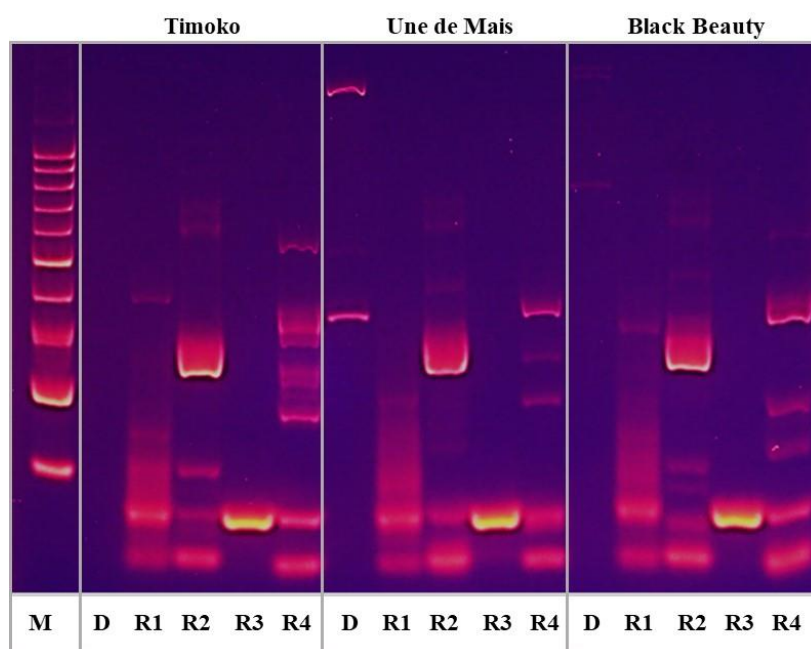
Vyhodnotenie získaných amplikónov bolo uskutočnené elektroforeticky v 1,5 %-nom agarózovom géle. Produkty boli farbené interkalačným farbivom GelRed (Biotium). Analýza separovaných amplikónov bola uskutočnená pomocou softvéru GelAnalyser 1.0.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

PR-10 je variabilná skupina proteínov prirodzene sa vyskytujúca vo všetkých rastlinných taxónoch, pričom členovia sú schopní spúšťať v tele senzitizedovaného človeka krížové reakcie vďaka ich homológii v konzervovaných epitopoch (Andersen et al., 2009). *In silico* porovnanie jednotlivých aminokyselinových sekvencií vykazuje v jednotlivých druhoch rastlín variabilitu (Breiteneder a Ebner, 2000), čo naznačuje možnosť použiť tieto oblasti ako molekulárne markéry pre prirodzenú variabilitu génov *ypr-10* v rastlinách.

V tejto štúdii boli analyzované väzbové miesta sekvencií Bet v 1 homológov v genóme ovsa ozimného sateho v 3 odrodách - Timoko, Une de Mais a Black Beauty. Použitý bol degenerovaný primérový pár a jeho jednotlivé samostatné varianty (obr. 2) (Žiarovská a Zelenáková, 2016). Priamy primér pre BBAP bol navrhnutý tak, aby nasadal na oblasť lokalizovanú medzi úseky $\beta 3$ a $\beta 4$ exprimovanej bielkoviny. Homológia aminokyselinových sekvencií v tejto oblasti je relatívne vysoká a zahŕňa epitop pre IgE (Uehara et al., 2001). Spätné priméry boli navrhnuté tak, aby nasadali na variabilnú oblasť pre *ypr-10* gén na pozíciu 119 pre Bet v 1 bielkovinu (P15494) (Breiteneder a Ebner, 2000).

V prípade degenerovaného primérového páru len v odrode Une de Mais bola z analyzovaných odrôd zaznamenaná amplifikácia. Tento primérový pár bol v minulosti úspešne aplikovaný v prípade viacerých druhov čeľadí dvojklíčnolistových rastlín (Urbanová a Žiarovská, 2021), pri jednoklíčnolistových rastlinách je však táto analýza prvá, a neúspešnosť amplifikácie bude potrebné ešte potvrdiť ako v širšom spektre reakčných podmienok, tak aj pri viacerých druhoch jednoklíčnolistových rastlín, nakoľko prítomnosť alergénov rodiny PR-10 v genóme kukurice bola potvrdená (Chen et al., 2010). Prítomnosť úspešne amplifikovaných miest DNA sekvencií génov pre Bet v 1 homológy zobrazuje ako aktívne gény, tak aj prítomnosť zvyškov pôvodne funkčných alergénov sekvenčne podobných Bet v 1.



Obr. 2 Amplifikačné profily BBAP markérov v analyzovaných odrodách ovsa ozimného sateho. M – markér známych dĺžok (100 bp), D – degenerovaný primérový pár, R1 – reverzný primér variant 1, R2 – reverzný primér variant 2, R3 – reverzný primér variant 3, R4 – reverzný primér variant 4

V prípade použitia jednotlivých variant degenerovaného priméra ako samostatných možností boli zaznamenané v genóme ovsa konzervatívne profily pre varianty spätných primérov R1, R2 a R3 a variabilný/polymorfický profil pre spätný primér R4. Počet amplifikovaných fragmentov sa pohyboval v rozpätí 1 – 9 amplikónov na variant degenerácie spätného priméru.

ZÁVER

Analýza použitia BBAP techniky pre druh ovos ozimný siaty, L. poukázala na pravdepodobnú slabú využiteľnosť tohto markérovacieho systému pre ovos, nakoľko degenerovaný primérový pár generoval amplikóny len pre jednu odrodu, v prípade ich samostatného použitia pre jednotlivé varianty degenerácie bol polymorfický profil získaný pri analyzovaných odrodách len pri variante R4. Porovnaním výsledkov BBAP aj pre iné jednoklíčnolistové druhy bude možné určiť, či je táto technika vhodná na analýzu medzidruhových odlišností, alebo bude ako polymorfná limitovaná len pre dvojklíčnolistové rastliny.

Pod'akovanie: Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

1. ANDERSEN, M.B.S. – HALL, S. – DRAGSTED, L.O. 2009. Identification of European Allergy Patterns to the Allergen Families PR-10, LTP, and Profilin from Rosaceae Fruits. *Clinic Rev Allerg Immunol*, 2009;41(1), 4–19. DOI: 10.1007/s12016-009-8177-3
2. BREITENEDER, H. – EBNER, CH.M.B. 2000. Molecular and biochemical classification of plant-derived food allergens. *Mol Mechan Allerg Clin Immunol* 2000;106: P27-36.
3. BREITENEDER, H. – RADAUER, CH. 2004. A classification of plant food allergens. *J Allergy Clin Immunol* 2004;113:821–829.
4. FERNANDES, H. – MICHALSKA, K. – SIKORSKI, M. – JASKOLSKI, M. 2013. Structural and functional aspects of PR-10 proteins. *FEBS J* 2013;280:1169–1199. DOI: 10.1111/febs.12114
5. HANADA, K. – KUMAGI, K. – TOMISHIGE, N. – KAWANO, M. 2007. CERT and intracellular trafficking of ceramide. *Biochim Biophys Acta* 2007;1771:644–653.
6. HOFFMANN-SOMMERGRUBER, K. – O'RIORDAIN, G. – AHORN, H. – EBNER, C. – LAIMER DA CAMARA MACHADO, M. – PÜHRINGER, H. – SCHEINER, O. – BREITENEDER, H. 1999. Molecular characterization of Dau c 1, the Bet v 1 homologous protein from carrot and its cross-reactivity with Bet v 1 and Api g 1. *Clin Exp Allergy* 1999;29:840–847.
7. CHEN, Z.Y. – BROWN, R.L. – DAMANN, K.E. – CLEVELAND, T.E. 2010. PR10 expression in maize and its effect on host resistance against *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin production. *Mol Plant Pathol* 2010;11:69–81.
8. KANNO, K. – WU, M.K. – SCAPA, E.F. – RODERICK, S.L. – COHEN, D.E. 2007. Structure and function of phosphatidylcholine transfer protein (PC-TP)/StarD2. *Biochim Biophys Acta* 2007;1771:654–662.
9. KASPRZYK, I. . – ĆWIK, A. – KLUSKA, K. . – WÓJCIK, T. – CARIÑANOS, P. 2019. Allergenic pollen concentrations in the air of urban parks in relation to their vegetation. *Urb For Urb Green* 2019;46:126486

10. McGEE, J.D. – HAMER, J.E. – HODGES, T.K. 2001. Characterization of a PR-10 pathogenesis-related gene family induced in rice during infection with *Magnaporthe grisea*. *Mol Plant-Microbe Interact* 2001;14:877–886.
11. NEUDECKER, P. – SCHWEIMER, K. – NERKAMP, J. – SCHEURER, S. – VIETHS, S. – STICHT, H. – RÖSCH, P. 2001. Allergic cross-reactivity made visible: solution structure of the major cherry allergen Pru av 1. *J Biol Chem* 2001;276:22756–22763. DOI: 10.1074/jbc.M101657200
12. PARK, C.J. – KIM, K.J. – SHIN, R. – PARK, J.M. – SHIN, Y.C. – PAEK, K.H. 2004. Pathogenesis-related protein 10 isolated from hot pepper functions as a ribonuclease in an antiviral pathway. *Plant J* 2004;37:186–198.
13. PPÜHRINGER, H. – MOLLA, D. – HOFFMANN-SOMMERGRUBER, K. – WATILLON, B. – KATINGER, H. – LAIMERD, R. – MACHADO, C. 2000. The promoter of an apple Ypr10 gene, encoding the major allergen Mal d 1, is stress- and pathogen-inducible. *Plant Sci* 2000;152:35–50.
14. SOMSSICH, I.E. – SCHMELZER, E. – KAWALLECK, P. – HAHLBROCK, K. 1988. Gene structure and in situ transcript localization of pathogenesis-related protein 1 in parsley. *Mol Genet* 1988;213:93–98
15. SPEVÁKOVÁ, I. – URBANOVÁ, L. – KYSEL, M. – BILČÍKOVÁ, J. – FARKASOVÁ, S. – ŽIAROVSKÁ, J. 2021. BBAP amplification profiles of apple varieties. *Science, Technology and Innovation* 2021;13, 2021.
16. SSEUTTER VON LOETZEN, C. – SCHWEIMER, K. – SCHWAB, W. – ROSCH, P. – HARTL-SPIEGELHAUER, O. 2012. Solution structure of the strawberry allergen Fra a 1. *Biosci Rep* 2012;32:567–575. DOI: 10.1042/BSR20120058
17. SSCHIRMER, T. – HOFFMANN-SOMMERGRUBER, K. – SUSANI, M. – BREITENEDER, H. – MARKOVIC-HOUSLEY, Z. 2005. Crystal structure of the major celery allergen Api g 1: molecular analysis of cross-reactivity. *J Mol Biol* 2005;351:1101–1109.
18. SUANNO, C. – ALOISI, I. – FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, D. – DEL DUCA, S. 2021. Pollen forecasting and its relevance in pollen allergen avoidance. *Environ Res* 2021;200:111150. DOI: 10.1016/j.envres.2021.111150
19. UEHARA, M. – SATO, K. – ABE, Y. – KATAGIRI, M. 2001. Sequential IgE epitope analysis of a birch pollen allergen (Bet v1) and an apple allergen (Mal d1). *Allergology International*, 2001;50(1), 57–62. DOI: 10.1046/j.1440-1592.2001.00201.x
20. URBANOVÁ, L. – ŽIAROVSKÁ, J. 2021. Variability of DNA based amplicon profiles generated by Bet v 1 homologous among different vegetable species. *Acta fytotechnica et zootechnica*. 2021;24,1-6.
21. van LOON, L.C. – REP, M. – PIETERSE, C.M. 2006. Significance of inducible defense-related proteins in infected plants. *Annu Rev Phytopathol* 2006;44:135–162.
22. van LOON, L.C. – van STRIEN, E.A. 1999. The families of pathogenesis related proteins, their activities, and comparative analysis of PR-1 type proteins. *Physiol Mol Plant Path* 1999;55:85–97.
23. VANEK-KREBITZ, M. – HOFFMANN-SOMMERGRUBER, K. – LAIMER DA CAMARA MACHADO, M. – SUSANI, M. – EBNER, C. – KRAFT, D. – SCHEINER, O. – BREITENEDER, H. 1995 Cloning and sequencing of Mal d 1, the major allergen from apple (*Malus domestica*), and its immunological relationship to Bet v 1, the major birch pollen allergen. *Biochem Biophys Res Commun* 1995;214:538–551
24. VAVERKOVÁ, M.D. – ADAMCOVÁ, D. – WINKLER, J. – KODA, E. – ČERVENKOVÁ, J. – PODLASEK, A. 2019. Influence of a municipal solid waste landfill on the surrounding environment: landfill vegetation as a potential risk of allergenic pollen. *Int J Env Res Pub Health* 2019;16:5064. DOI: 10.3390/ijerph16245064

25. VIETHS, S. – SCHEURER, S. – BALLMER-WEBER, B. 2002. Current understanding of cross-reactivity of food allergens and pollen. *Ann N Y Acad Sci* 2002;964:47–68.
26. WHITE, T.J. – BRUNS, T.D. – LEE, S.B. – TAYLOR, J.B. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In *PCR protocols a guide to methods and applications*. San Diego: Academic Press, pp. 315–322.
27. WU, J. – KIM, S.G. – KANG, K.Y. – KIM, J.G. – PARK, S.R. – GUPTA, R. – KIM, Y.H. – WANG, Y. – KIM, S.T. 2016. Overexpression of a pathogenesis-related protein 10 enhances biotic and abiotic stress tolerance in Rice. *Plant Pathol J* 2016;32:552–562.
28. ŽIAROVSKÁ, J. – URBANOVÁ, L. 2022. Utilization of Bet v 1 homologs based amplified profile (BBAP) variability in allergenic plants fingerprinting. *Biologia* 2022;77:517–523.
29. ŽIAROVSKÁ, J. – ZELENÁKOVÁ, L. 2016. Central and eastern European spring pollen allergens and their expression analysis-state of the art. *Diversity*. 2016;8:1–11.

Kontaktná adresa:

Jana Žiarovská, prof. Ing. PaedDr. PhD., Ústav rastlinných a environmentálnych vied FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jana.ziarovska@uniag.sk

NUTRITIONAL AND HEALTH PROFILE OF GOAT MILK **NUTRIČNÝ A ZDRAVOTNÝ PROFIL KOZIEHO MLIEKA**

Gášper Juraj, Miluchová Martina, Gábor Michal

Department of Genetics and Animal Breeding Biology, Institute of Nutrition and Genomics,
Faculty of Agrobiological and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra

Summary

The aim of this work is to summarize basics overview about goat milk in human nutrition. Chemical composition of goat milk is very much similar to the milk of cow. There are some small differences which make goat milk more or less suitable for the technological or nutritional purposes compare to cow milk. Protein variability is much higher in goat milk, especially in α s1-casein which has the major influence on technological qualities, allergenicity and affects other components of goat milk. There is less lactose than in cow milk, which make it more suitable for lactose intolerant customers. High mineral and vitamin content causes risk of serious health problems, that's why is not suitable to feed babies with raw goat milk. In all there is a big potential for the goat milk, but it needs to be research more.

Key words: goat milk, nutrition, milk composition

INTRODUCTION

Goat milk

Goats' milk was part of human culture since antient times. Goat is labelled as the oldest domesticated animal in human history and it was used as a source of meat, milk and dairy products (Nayik et al., 2021). It is not surprising that several studies have been reporting that goat's milk may be consumed by most of the population which is suffering from the cow milk allergy (Song et al., 2020). During time goats were substituted by cows in milk and meat production especially in Europe and North America. Goats have several advantages before cows which have been rediscovered in last decades. Goat's milk is advocated as having several health benefits (Turck, 2013). Growth in amount of people suffering from cow milk allergies push research into finding adequate substitution for cow milk, which shows to be goat milk. Production of goat milk is increasing worldwide, most of the goat milk is used fresh or it is processed into dairy products, mainly into cheese and yoghurt (Miller and Lu, 2019; Sepe and Argüello, 2019).

Chemical composition of goat milk

Goat milk has a similar composition with other types of milk. It contains protein, lipid, carbohydrate, vitamin, and mineral. However, the unique features of the composition of goat milk made it become the choice for manufacturing to cater gourmet foods market and medical needs (Mohsin et al., 2019). Quality of milk and its composition varies according to breed, diet and feeding practices, management system, lactation stage, parity, and animal health (Park et al., 2007; Goetsch et al., 2011; Jaafar et al., 2018). Indigenous breed will have a low average milk yield but have high total solid and other milk components. In comparison, selected or improved breed will have high milk yield but with a lower total solid (Mestawet, et al., 2014; Abbas et al., 2014). Chemical and mineral composition of goat milk can be used as the criteria to classify goat breeds (Mohsin et al., 2019).

Tab. 1 Average chemical composition of goat, cow and human milk (Prosser, 2021)

Component	Goat	Cow	Human
Total protein content (g.100 ml ⁻¹)	3.3	3.4	0.9
Casein (% of total protein)	83	83	27
Whey (% of total protein)	17	17	73
Lactose (g.100 ml ⁻¹)	4.1	4.5	6.5
Oligosaccharides (g.l ⁻¹)	0.3	0.06	12
Total fat (g.100 ml ⁻¹)	3.5	3	3.4
Saturated fatty acids (% of total fatty acids)	66.9	62.8	28.9
Medium chain fatty acids (% of total fatty acids)	18.6	12.8	4.7
Monounsaturated fatty acids (% of total fatty acids)	23.6	25.2	20.6
Polyunsaturated fatty acids (% of total fatty acids)	9.4	12	50.5

Protein

The contain of total protein in goat and cow milk is approximately 30 to 35 g.l⁻¹ which are divided into caseins (80 %) and whey proteins (20 %) (Cevallos et al., 2009). In contrast, mature human milk has an average of 9 g.l⁻¹ total protein, with approximately 40 % casein and 60 % whey (Liao et al., 2017). Human milk contains no β -lactoglobulin (Liao et al., 2017) which is approximately 16 % of total protein of cow and goat milk. There are very low levels of α s1-caseins and around 80 % of total caseins is β - and κ -casein (Proser, 2021).

In goat milk genetic polymorphism highly influence concentration of α s1-casein. Milk from goats with A, B or C alleles contains up to 25 % of total protein, but on the other hand goats with 0 or N alleles produce no α s1-casein (Clark and Garcia, 2017). In contrast, α s1-casein in cow milk tends to be more consistent at an average 25 % of total protein (Martin et al., 2002; Ceballos et al., 2009).

Lower levels of α s1-casein in goat milk give rise to larger casein micelles, with more hydrated pores than the casein micelles of cow milk (Park et al., 2007; Wang et al., 2019). The formation and secretion of casein micelles is also disrupted when α s1-casein is low or absent in goat milk (Chanat et al., 1999).

The amino acid sequence of cow and goat milk proteins shares an overall 88 % homology (Tsabouri et al., 2014), but only 60 % homology to human milk proteins (Roncada et al., 2012). Compared to human milk, goat and cow milk have more methionine and less cysteine and cow milk has less tryptophan (Prosser, 2021).

Carbohydrates

Carbohydrates are considered as fuel for the body which helps to carry out any sort of activity in the body hence, they are regarded as the cheap source of energy (Chauhan, 2021). The major carbohydrate of goat milk is lactose, which is about 0.2-0.5 % less than in cow milk (Chandan et al., 1992). Lactose is a disaccharide made up of glucose and a galactose molecule and is synthesized in the mammary gland (Park, 2010). Human milk has much higher levels of lactose (Gidrewicz and Fenton, 2014).

Cow milk has comparatively higher lactose content than goat milk. It is affirmed that cow milk has 0.2 – 0.5 % higher lactose content than goat milk. In proportion to goat milk total solids compared to cow milk total solids it is 22-27 % while 33-40 % lactose in cow milk (Park et al., 2007). Therefore, goat milk can be a convenient option for suffering from lactose intolerance (Chauhan et al., 2021).

Another factor effecting carbohydrate content in goat milk is genetics. Goats that produce no α s1-casein have similar total level of oligosaccharides, but slightly more fucosylated oligosaccharides in their milk than goats of the high α s1-casein producing genotype (Meyrand et al., 2013).

Fat

Fat content of goat milk across breeds ranges from 2.45 to 7.76 %. Average diameters of fat globules for goat, cow, buffalo, and sheep milks are reported as 3.49, 4.55, 5.92, and 3.30 μm , respectively. Goat milk fat contains 97-99 % free lipids (of which about 97 % is triglycerides) and 1-3 % bound lipids (about 47 % neutral and 53 % polar lipids). Consumption of full-fat dairy products does not seem to cause significant changes in cardiovascular disease risk variables (Turck, 2013). The fat in goat milk contains a higher proportion of short- and medium-chain-length fatty acids (MCT) (C4:0-C14:0) and conjugated linoleic acid than cow and human milks. These fatty acids are associated with the characteristics of cheese flavour and “goaty” odor of goat milk as well as the anti-carcinogenic and anti-atherogenic effect (Chilliard et al., 2003; Haenline, 2004; Park, 2010). Infants absorb medium-chain saturated fatty acids more readily than longer chain saturated fatty acids (Lindquist and Hernell, 2010), meaning goat milk fat may be advantageous in formula. The fatty acid profile of goat milk is heavily influenced by diet as outlined in the reviews of Chilliard et al. (2003, 2014) and by the $\alpha\text{s}1$ -casein genotype (Chilliard et al., 2006).

Vitamins and minerals

The average mineral content of goat milk is higher than that of cow milk. Concentrations of trace minerals are affected by diet, breed, animal, and stages of lactation. However, goat milk has a lower degree of hydration, and has an inverse relationship between the mineralization of the micelle and its hydration. There is also a close inverse relationship between lactose content and the molar sum of sodium and potassium contents of goat and other species' milks (Park, 2010).

Tab. 2 Average mineral composition (per 100 g) of goat, cow and human milk (Park, 2010)

Constituents	Goat	Cow	Human
Ca (mg)	134	122	33
P (mg)	141	119	43
Mg (mg)	16	12	4
K (mg)	181	152	55
Na (mg)	41	58	15
Cl (mg)	150	100	60
S (mg)	2.89	-	-
Fe (mg)	0.07	0.08	0.20
Cu (mg)	0.05	0.06	0.06
Mn (mg)	0.032	0.02	0.07

Goat's milk differs from cow's milk in its much lower content of B1 (thiamine). It typically contains 25 % more vitamin B6, 47 % more vitamin A than regular cow's milk, and is mainly contains vit A2. It is remarkable that caprine milk derives its vitamin A potency entirely from the vitamin itself and entirely lacks the precursor carotenoid pigments characteristic of bovine milk, which also causes goat's milk and milk fat to be much whiter in colour than the milk of the cow due to higher casein content (Getaneh et al., 2016). Goat milk supplies adequate amounts of vitamin A and niacin, and an excess of thiamine, riboflavin, and pantothenate, for a human infant (Park, 2010).

Tab. 3 Average vitamin composition (per 100 g) of goat, cow and human milk (Park, 2010)

Constituents	Goat	Cow	Human
Vitamin A (I.U.)	185	126	190
Vitamin D (I.U.)	2.3	2.0	1.4
Thiamine (mg)	0.068	0.045	0.017
Riboflavin (mg)	0.21	0.16	0.02
Niacin (mg)	0.27	0.08	0.17
Pantothenic acid (mg)	0.31	0.32	0.20
Vitamin B6 (mg)	0.046	0.042	0.011
Folic acid (µg)	1.0	5.0	5.5
Biotin (µg)	1.5	2.0	0.4
Vitamin B12 (µg)	0.065	0.357	0.03

There is a big risk of electrolyte imbalance or deficiencies in iron, folate, or vitamin B12, that why is strongly discouraged to feed infants up to 12 months with unmodified milk. High protein and mineral content can cause risk of metabolic acidosis, acute stroke, dehydration and can result in excess amino acid intake (Prosser, 2021).

Digestion of goat milk

The more open structure with thinner protein strands of the acid-induced coagulate from goat milk (Wang et al., 2019; Ye et al., 2019) is a potential advantage for goat milk over cow milk as this would allow greater diffusion of pepsin and hence digestion of the casein proteins (Thévenot et al., 2017).

Protein in goat milk has greater buffering capacity and distinct alkalinity, which would be beneficial for the treatment of stomach ulcer. This benefit is due to higher levels of major buffering components, such as proteins, non-protein nitrogen, and phosphate (Park and Haenlein, 2010).

In a study with rodents, consumption of goat milk also induced faster stomach emptying compared to cow milk, most likely linked to the different coagulation properties of the two milks (Dalziel et al., 2020). Goat milk also prevented the adhesion of *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium* isolate to Caco-2 cells (Leong et al., 2019). When mineral uptake was assessed in rodent models of compromised intestinal absorption capacity, goat milk was found to enhance utilization of calcium, phosphorus, iron, copper, zinc, magnesium, and selenium more than cow milk (Barrionuevo et al., 2002; Campos et al., 2003; López-Aliaga et al., 2003).

Goat milk and its nutritional benefits

Anaemia treating

In rodents with iron anaemia, goat milk enhanced efficiency of haemoglobin regeneration more than cow milk (Park et al., 1986), improved bioavailability of iron and magnesium (Nestares et al., 2008), and also improved bone health (Diaz-Castro et al., 2011).

In a study investigating satiating effects of goat milk in adults, Rubio-Martín et al. (2017) found the desire-to-eat rating was significantly lower and hunger rating tended to be lower after a breakfast with goat milk, suggesting a slightly higher satiating effect compared to cow milk.

Allergy

Both cow and goat milks contain potentially allergic proteins, but allergy to goat milk was less frequently reported than allergy to cow milk (Prosser, 2021).

Goat milk was also less allergenic than cow milk when introduced into the diet of rats at weaning (Lara-Villoslada, 2004). However, there are also reports of reactions to goat milk cheese in children where there was no other evidence of allergy to cow milk (Bidat et al., 2003; Ah-Leung et al., 2006; Raghani et al., 2016).

Some children already sensitized to cow milk may also react to goat milk proteins (Spuergin et al., 1997; Bellioni-Businco et al., 1999; Restani et al., 1999). For example, in two oral challenge studies, 75 and 90 % of children with allergy to cow milk proteins also reacted to goat milk (Bellioni-Businco et al., 1999; Pina, et al., 2003). Nevertheless, five times more goat milk was required to trigger an adverse reaction indicating the milks elicited a different allergic response (Bellioni-Businco et al., 1999). Bevilacqua et al. (2001) suggested that allergy to goat milk may differ to cow milk due to the lower concentrations of α s1-casein of goat milk. In keeping with this, the severity of the immune response in rodents pre-sensitized to α s1-casein was reduced when challenged with a low dose of α s1-casein (Hodgkinson et al., 2012). Children with allergy to cow milk proteins also had a lower antibody response when exposed to goat milk containing low amounts of α s1-casein (Ballabio et al., 2011).

Goat milk infant formula

In the past, infants were fed with milk without modification (Fildes, 1986). There is a long tradition to use animal milk for feeding infants; infant formulas are based usually on cow milk ingredients or cow milk substitution ingredients like soy or rice protein isolate and sugars as a source of carbohydrates. Undesirable taste of plant-based products, recognition of the presence of anti-nutritional factors as trypsin inhibitor and phytoestrogens and increased customers demand for alternatives to cow milk had led to start using goat milk in paediatric nutrition (Bhatla et al., 2008; Proser, 2021).

Traditional infant formulas are based on cow milk protein ingredients. Some formulas based on goat milk have been whey-adjusted. By using goat skim milk and whey protein ingredients is reached whey: casein ratio as is in breast milk (Maathuis et al., 2017).

When this new evidence was reviewed by European Food Safety Authority in 2012, it was concluded that goat milk was suitable as a source of protein for infant and follow-on formula (EFSA, 2012).

From the above studies, it is clear that goat milk is not hypoallergenic as some have proposed (Park, 1994; Haenlein, 2004). Therefore, infant formula based on goat milk proteins is not recommended for use in treatment of children with acute symptoms of cow milk protein allergy and it is important to investigate possible cross-reactivity to goat milk if already sensitized to cow milk. Further experiments are also needed to confirm the potential mechanisms underlying any differential immunogenic reactions to goat and cow milk (Prosser, 2021).

Goat milk and guts microbiota

Milk contains nutrients needed by the body, and the main components of different animal milk vary. In the experiment with mice models were evaluated cow and goat milk's nutrition and their effects on the gut microbiota. The intestinal microbiota of mice changed significantly after the intake of cow and goat milk, and the goat milk had a greater effect on the intestinal microbial community than the cow milk. *Bifidobacterium*, *Allobaculum*, *Olsenella* and *Akkermansia* grew significantly in both cow and goat milk groups compared with the control group, indicating that milk positively affected their growth. It was found that the citrate cycle (TCA cycle), pyruvate metabolism, and amino sugar and nucleotide sugar metabolism, as well as lipoic acid metabolism, were higher in the goat milk group than in the cow milk group. Association analysis of milk components and their representative intestinal

microbiota showed that casein, α s1-casein, and β and κ -casein were positively correlated with *Enterococcus* and *Allobaculum*, and negatively correlated with *Roseburia*. Protein and α s2-casein were positively associated with *Akkermansia*, *Bifidobacterium* and *Eubacterium* (Wang, et al., 2018).

CONCLUSION

Goat milk has several mayor advantages before cow milk but it is in its raw form non adequate substitution for infants, that's why it needs to be processed. Goat milk is very useful source of proteins and energy. It is influencing guts microbiota which can affect host immunity. It is less allergic than cow milk but it is not nonallergic substitution for cow milk. For several reasons goats' milk has favour in the public eyes. It is necessary to research goats' milk more, to promote knew knowledge to the public and to found technological methods of processing goat milk in the way which helps to produce dairy products which can fulfil the potential of goat milk.

REFERENCES

1. ABBAS, H.M. – HASSAN, F.A. – EL-GAWAD, M.A.M.A. – ENAB, A.K. 2014. Physicochemical Characteristics of Goat Milk. *Life Sci J.* 2014;11(1):307–317.
2. AH-LEUNG, S. – BERNARD, H. – BIDAT, E. – PATY, E. – RANCE, F. – SCHEINMANN, P. – WAL, J.M. 2006. Allergy to goat and sheep milk without allergy to cow's milk. *Allergy* 2006;61(11):1358-1365 doi: <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2006.01193.x>.
3. BALLABIO, C. – CHESSA, S. – RIGNANESE, D. – GIGLIOTTI, C. – PAGNACCO, G. – TERRACCIANO, L. – FIOCCHI, A. – RESTANI, P. – CAROLI, A.M. 2011. Goat milk allergenicity as a function of α S1-casein genetic polymorphism. *Journal of Dairy Science* 2011;94(2):998-1004. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3545>.
4. BARRIONUEVO, M. – ALFEREZ, M.J.M. – LOPEZ-ALIAGA, I. – SANZ-SAMPELAYO, M.R. – CAMPOS, M.S. 2002. Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and copper in malabsorption syndrome. *Journal of Dairy Science* 2002;85(3):657-664. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74120-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74120-9).
5. BELLIONI-BUSINCO, B. – PAGANELLI, R. – LUCENTI, P. – GIAMPIETRO, P.G. – PERBORN, H. – BUSINCO, L. 1999. Allergenicity of goat's milk in children with cow's milk allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 1999;103(6):1191-1194. doi: [https://doi.org/10.1016/S0091-6749\(99\)70198-3](https://doi.org/10.1016/S0091-6749(99)70198-3).
6. BEVILACQUA, C. – MARTIN, P. – CANDALPH, C. – FAUQUANT, J. – PIOT, M. – ROUCAYROL, AM. – ROUCAYROL, A.M. – HEYMAN, M. 2001. Goats' milk of defective α s1-casein genotype decreases intestinal and systemic sensitization to β -lactoglobulin in guinea pigs. *Journal of Dairy Research* 2001;68(2):217-227. doi: <https://doi.org/10.1017/S0022029901004861>.
7. BHATIA, J. - GREER, F. 2008. COMMITTEE ON NUTRITION. Use of soy protein-based formulas in infant feeding. *Pediatrics* 2008;121(5):1062-1068. doi: <https://doi.org/10.1542/peds.2008-0564>.
8. BIDAT, E. – RANCÉ, F. – BARANČS, T. – GOULAMHOUSSEN, S. 2003. Goat's milk and sheep's milk allergies in children in the absence of cow's milk allergy. *REVUE FRANCAISE D ALLERGOLOGIE ET D IMMUNOLOGIE CLINIQUE* 2003;43(4):273-277.
9. CAMPOS, M.S. – LOPEZ-ALIAGA, I. – ALFEREZ, M.J.M. – NESTARES, T. – BARRIONUEVO, M. 2003. Effects of goats' or cows' milks on nutritive utilization of

- calcium and phosphorus in rats with intestinal resection. *British Journal of Nutrition* 2003;90(1): 61-67. doi: <https://doi.org/10.1079/BJN2003862>.
10. CEBALLOS, L.S. – MORALES, E.R. – ADVARE, G.T. – CASTRO, J.D. – MARINEZ, L.P. – SAMPELAYO, M.R.S. 2009. Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. *Journal of Food Composition and Analysis* 2009;22:322–329. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.10.020>.
11. CHANAT, E. – MARTIN, P. – OLLIVIER-BOUSQUET, M. 1999. Alpha (S1)-casein is required for the efficient transport of beta-and kappa-casein from the endoplasmic reticulum to the Golgi apparatus of mammary epithelial cells. *Journal of Cell Science* 1999;112(19):3399-3412. doi: <https://doi.org/10.1242/jcs.112.19.3399>.
12. CHANDAN, R.C. – ATTAIE, R. – SHAHANI, K.M. 1992. Nutritional aspects of goat milk and its products. In *Proc. V. Intl. Conf. Goats*. 1992. p. 399.
13. CHAUHAN, S. – POWAR, P. – MEHRA, R. 2021. A review on nutritional advantages and nutraceutical properties of cow and goat milk. *Int. J. Appl. Res* 2021;7:101-105. doi: [10.22271/allresearch.2021.v7.i10b.9025](https://doi.org/10.22271/allresearch.2021.v7.i10b.9025).
14. CHILLIARD, Y. – FERLAY, A. – ROUEL, J. – LAMBERET, G. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of dairy science* 2003;86(5):1751-1770. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73761-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73761-8).
15. CHILLIARD, Y. – ROUEL, J. – LEROUX, C. 2006. Goat's alpha-s1 casein genotype influences its milk fatty acid composition and delta-9 desaturation ratios. *Animal feed science and technology* 2006;131(3-4):474-487. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.05.025>.
16. CHILLIARD, Y. – TORAL, P.G. – SHINGFIELD, K.J. – ROUEL, J. – LEROUX, C. – BERNARD, L. 2014. Effects of diet and physiological factors on milk fat synthesis, milk fat composition and lipolysis in the goat: A short review. *Small Ruminant Research* 2014;122(1-3):31-37. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.07.014>.
17. CLARK, S. – GARCÍA, M.B.M. 2017. A 100-year review: Advances in goat milk research. *Journal of Dairy Science* 2017;100(12):10026-10044. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13287>.
18. DALZIEL, J.E. – DUNSTAN, K.E. – DEWHURST, H. – VAN GENDT, M. – YOUNG, W. – CARPENTER, E. 2020. Goat milk increases gastric emptying and alters caecal short chain fatty acid profile compared with cow milk in healthy rats. *Food & function* 2020;11(10):8573-8582. doi: <https://doi.org/10.1039/D0FO01862G>.
19. DIAZ-CASTRO, J. – LÓPEZ-FRÍAS, M.R. – CAMPOS, M.S. – LÓPEZ-FRÍAS, M. – ALFÉREZ, M.J.M. – NESTARES, T. – ORTEGA, E. – LÓPEZ-ALIAGA, I. 2011. Goat milk during iron repletion improves bone turnover impaired by severe iron deficiency. *Journal of dairy science* 2011;94(6):2752-2761. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4043>.
20. EFSA PANEL ON DIETETIC PRODUCTS, Nutrition and Allergies (NDA); Scientific Opinion on the suitability of goat milk protein as a source of protein in infant formulae and in follow-on formulae. *EFSA Journal* 2012;10(3):2603. doi: [10.2903/j.efsa.2012.2603](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2603).
21. FILDES, V. et al. *Breasts, bottles and babies-a history of infant feeding*. Edinburgh University Press, 1986.
22. GALLIER, S. – TOLENAARS, L. – PROSSER, C. 2020 Whole goat milk as a source of fat and milk fat globule membrane in infant formula. *Nutrients* 2020;12(11):3486. doi: <https://doi.org/10.3390/nu12113486>.

23. GETANEH, G.D. – MEBRAT, A. – WUBIE, A. – KENDIE, H. 2016. Review on goat milk composition and its nutritive value. *J. Nutr. Health Sci* 2016;3(4):401-410. doi: 10.15744/2393-9060.3.401.
24. GIDREWICZ, D.A. – FENTON, T.R. 2014. A systematic review and meta-analysis of the nutrient content of preterm and term breast milk. *BMC pediatrics* 2014;14(1):1-14. doi: <https://doi.org/10.1186/1471-2431-14-216>.
25. GOETSCH, A.L. – ZENG, S.S. – GIPSON, T.A. 2011. Factors affecting goat milk production and quality. *Small Ruminant Research* 2011;101(1-3):55–63. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.025>.
26. HAENLEIN, G.F.W. 2004. Goat Milk in Human Nutrition. *Small Rumin. Res.* 2004;51(2):155–163. doi: 10.1016/j.smallrumres.2003.08.010.
27. HODGKINSON, A.J. – WALLACE, O.A.M. – BOGGS, I. – BROADHURST, M. – PROSSER, C.G. 2012. Allergic responses induced by goat milk α S1-casein in a murine model of gastrointestinal atopy. *Journal of dairy science* 2012;95(1): 83-90. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4829>
28. JAAFAR, S.H.S. – HASHIM, R. – HASSAN, Z. – ARIFIN, N. 2018. A Comparative Study on Physicochemical Characteristics of Raw Goat Milk Collected from Different Farms in Malaysia. *Trop Life Sci Res.* 2018;29(1):195-212. doi: 10.21315/tlsr2018.29.1.13.
29. LARA-VILLOSLADA, F. 2004. Goat milk is less immunogenic than cow milk in a murine model of atopy. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition* 2004;39(4):354-360.
30. LEONG, A. – LIU, Z. – ZISU, B. – PILLIDGE, C. – ROCHFORD, S. – ALMSHAWHIT, H. – GILL, H. 2019. Oligosaccharides in goats' milk-based infant formula and their prebiotic and anti-infection properties. *British Journal of Nutrition* 2019;122(4):441-449. doi: <https://doi.org/10.1017/S000711451900134X>.
31. LIAO, Y. – WEBER, D. – XU, W. – DURBIN-JOHNSON, B.P. – PHINNEY, B.S. – LÖNNERDAL, B. 2017. Absolute quantification of human milk caseins and the whey/casein ratio during the first year of lactation. *Journal of Proteome Research* 2017;16:4113–4121. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.7b00486>.
32. LINDQUIST, S. – HERNELL, O. 2010. Lipid digestion and absorption in early life: an update. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care* 2010;13(3):314-320. doi: 10.1097/MCO.0b013e328337bbf0.
33. LÓPEZ-ALIAGA, I. – ALFEREZ, M.J.M. – BARRIONUEVO, M. – NESTARES, T. – SANZ-SAMPELAYO, M.R. – CAMPOS, M.S. 2003. Study of nutritive utilization of protein and magnesium in rats with resection of the distal small intestine. Beneficial effect of goat milk. *Journal of Dairy Science* 2003;86(9):2958-2966. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73893-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73893-4).
34. MAATHUIS, A. – HAVENAAR, R. – HE, T. – BELLMANN, S. 2017. Protein digestion and quality of goat and cow milk infant formula and human milk under simulated infant conditions. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 2017;65(6):661. doi: 10.1097/MPG.0000000000001740.
35. MARTIN, P. – SZYMANOWSKA, M. – ZWIERZCHOWSKI, L. – LEROUX, C. 2002. The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks. *Reproduction nutrition development* 2002;42(5):433-459. doi: <https://doi.org/10.1051/rnd:2002036>.
36. MESTAWET, T.A. – GIRMA, A. – ÅDNØY, T. – DEVOLD, T.G. – NARVHUS, J.A. – VEGARUD, G.E. 2012. Milk Production, Composition and Variation at Different Lactation Stages of Four Goat Breeds in Ethiopia. *Small Rumin. Res.* 2012;105(1–3):176–181. doi: 10.1016/j.smallrumres.2011.11.014.

37. MEYRAND, M. – DALLAS, D.C. – CAILLAT, H. – BOUVIER, F. – MARTIN, P. – BARILE, D. 2013. Comparison of milk oligosaccharides between goats with and without the genetic ability to synthesize α s1-casein. *Small Ruminant Research* 2013;113(2-3):411-420. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.03.014>.
38. MOHSIN, A.Z. – SUKOR, R. – SELAMAT, J. – HUSSIN, A.S.M. – ISMAIL, I.H. 2019. Chemical and mineral composition of raw goat milk as affected by breed varieties available in Malaysia. *International Journal of Food Properties* 2019;22(1):815-824. doi: 10.1080/10942912.2019.1610431.
39. NAYIK, G.A. – JAGDALE, Y.D. – GAIKWAD, S.A. – DEVKATTE, A.N. – DAR, A.H. – DEZMIREAN, D.S. – BOBIS, O. – RANJHA, M.M.A.N. – ANSARI, M.J. – HEMEG, H.A. – ALOTAIBI, S.S. 2021. Recent insights into processing approaches and potential health benefits of goat milk and its products: a review. *Frontiers in Nutrition* 2021;6(8):789117. doi: 10.3389/fnut.2021.789117.
40. NESTARES, T. – BARRIONUEVO, M. – DIAZ-CASTRO, J. – LOPEZ-ALIAGA, I. – ALFEREZ, M.J.M. – CAMPOS, M.S. 2008. Calcium-enriched goats' milk aids recovery of iron status better than calcium-enriched cows' milk, in rats with nutritional ferropenic anaemia. *Journal of dairy research* 2008;75(2):153-159. doi: <https://doi.org/10.1017/S0022029908003178>.
41. PARK, Y.W. – MAHONEY, A.W. – HENDRICKS, D.G. 1986. Bioavailability of iron in goat milk compared with cow milk fed to anemic rats. *Journal of dairy science* 1986;69(10):2608-2615. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80708-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80708-1).
42. PARK, Y.W. 1994. Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. *Small Ruminant Research* 1994;14(2):151-159. doi: [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(94\)90105-8](https://doi.org/10.1016/0921-4488(94)90105-8).
43. PARK, Y.W. – JUÁREZ, M. – RAMOS, M. – HAENLEIN, G.F.W. 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research* 68(1-2):88–113. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.013>.
44. PARK, Y.W. 2010. Goat Milk: Composition, Characteristics. In *Encyclopedia of Animal Science I*. 2nd Chapter: Goat Milk: Composition, Characteristics. CRC Press Editors: W.G. Pond and N. Bell.
45. PARK, Y.W. – HAENLEIN, G.F.W. 2010. Milk Production. In *Solaiman SG Solaiman* (Ed) *Goat Science and Production*; Oxford, UK: Wiley-Blackwell Publishers, 2010; pp 275–292.
46. PINA, D.I. – CARNICE, R.T. – ZANDUETA, M.C. 2003. Use of goat's milk in patients with cow's milk allergy. In: *Anales de pediatria*. Barcelona, Spain: 2003. p. 138-142. doi: [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78737-2](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78737-2).
47. PROSSER, C.G. 2021. Compositional and functional characteristics of goat milk and relevance as a base for infant formula. *Journal of Food Science* 2021;86(2):257-265. doi: <https://doi.org/10.3390/nu12113486>.
48. RAGHANI, J. – COUDERC, L. – BOURRIER, T. – NEMNI, A. – DE BOUSSIEU, D. – DROUET, M. – HOPPE, A. – JUST, J. – DESCHILDRE, A. – BIDAT, E. 2016. Observatoire de 108 patients allergiques au lait de chèvre et/ou au lait de brebis. *Revue Française d'Allergologie* 2016;56(3):217-219. doi: <https://doi.org/10.1016/j.reval.2016.02.009>.
49. RESTANI, P. – GAIASCHI, A. – PLEBANI, A. – BERETTA, B. – CAVAGNI, G. – FIOCHHI, A. – GALLI, C.L. 1999. Cross-reactivity between milk proteins from different animal species. *Clinical and experimental allergy: journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology* 1999;29(7):997-1004. doi: 10.1046/j.1365-2222.1999.00563.x.

50. RONCADA, P. – PIRAS, C. – SOGGIU, A. – TURK, R. – URBANI, A. – BONIZZU, L. 2012. Farm animal milk proteomics. *Journal of proteomics* 2012;75(14):4259-4274. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2012.05.028>.
51. RUBIO-MARTÍN, E. – GARCIA-ESCOBAR, E. – RUIZ DE ADANA, M.S. – LIMA-RUBIO, F. – PELAEZ, L. – CARACUEL, A.M. – OLVEIRA, G. 2017 Comparison of the effects of goat dairy and cow dairy based breakfasts on satiety, appetite hormones, and metabolic profile. *Nutrients* 2017;9(8):877. doi: <https://doi.org/10.3390/nu9080877>.
52. SEPE, L. – ARGÜELLO, A. 2019. Recent advances in dairy goat products. *Asian-Australasian journal of animal sciences* 2019;32(8):1306. doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0487>.
53. SONG, N. – CHEN, Y. – LUO, J. – HUANG, L. – TIAN, H. – LI, C. – LOOR, J.L. 2020. Negative regulation of α S1-casein (CSN1S1) improves β -casein content and reduces allergy potential in goat milk. *Journal of Dairy Science* 2020; 103(10):9561-9572. doi:10.3168/jds.2020-18595.
54. SPURGIN, P. – WALTER, M. – SCHILTZ, E. – DEICHMANN, K. – FORSTER, J. – MUELLER, H. 1997. Allergenicity of α -caseins from cow, sheep, and goat. *Allergy* 1997;52(3):293-298. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.1997.tb00993.x>.
55. TSABOURI, S. – DOUROS, K. – N. PRIFTIS, K. 2014. Cow's milk allergenicity. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders-Drug Targets* 2014;14(1):16-26. doi: 10.2174/1871530314666140121144224 .
56. THÉVENOT, J. – CAUTY, C. – LEGLAND, D. – DUPONT, D. – FLOURY, J. 2017. Pepsin diffusion in dairy gels depends on casein concentration and microstructure. *Food Chemistry*, 2017;223:54-61. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.014>.
57. TURCK, D. 2013. Cow's milk and goat's milk. *Evidence-Based Research in Pediatric Nutrition* 2013;108:56-62.
58. WANG, Z. – SHUAIMING, J. – CHENCHEN, M. – DONGXUE, H. – QIANNAN, P. – YUYU, S. – JIACHAO, Z. 2018. Evaluation of the nutrition and function of cow and goat milk based on intestinal microbiota by metagenomic analysis. *Food & function* 2018;9(4):2320-2327. doi: 10.1039/c7fo01780d.
59. WANG, Y. – EASTWOOD, B. – YANG, Z. – DE CAMPO, L. – KNOTT, R. – PROSSER, C. – CARPENTER, E. – HEMAR, Y. 2019. Rheological and structural characterization of acidified skim milks and infant formulae made from cow and goat milk. *Food Hydrocolloids* 2019;96:161-170. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.05.020>.
60. YE, A. – CUI, J. – CARPENTER, E. – PROSSER, C. – SINGH, H. 2019. Dynamic in vitro gastric digestion of infant formulae made with goat milk and cow milk: Influence of protein composition. *International dairy journal* 2019;97:76-85. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.06.002>.

Corresponding address:

Ing. Juraj Gašper, Department of Genetics and Animal Breeding Biology, Institute of Nutrition and Genomics FAFR SUA in Nitra, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, e-mail: xgasperj1@uniag.sk

**EFEKTIVITA VYUŽITIA FOPL OZNAČENIA NUTRI-SCORE PRI
SUBJEKTÍVNOM ZHODNOTENÍ NUTRIČNEJ KVALITY
VYBRANÝCH INSTANTNÝCH KAŠÍ**

**THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF FOPL NUTRI-SCORE LABEL IN
THE SUBJECTIVE ASSESSMENT OF THE NUTRITIONAL QUALITY OF
SELECTED INSTANT PORRIDGES**

Gažarová Martina

Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

Summary

The aim of our survey was to find out how consumers' perception of the nutritional value of food will change if they have a product available without or with the FOPL label, in our case Nutri-score. Two hundred and three subjects took part in the survey (students of the Human Nutrition study program and their parents and relatives). The average age of the survey group was 32.5 ± 14.1 years (max 77 years, min 18 years). Seventy-five (36.9%) men and one hundred and twenty-eight (63.1%) women were represented in the ensemble. As part of the survey, we asked the respondents how they would evaluate the nutritional quality/health benefits of selected types of instant porridges, while they first had products without the FOPL label available, then with the Nutri-score label. The results show that the Nutri-score graphic format helps consumers to better evaluate the nutritional quality of foods from the perspective of nutritional data. It was relatively well understood, which is very important for FOPL systems. Foods with the Nutri-score logo were evaluated and ranked much better and more efficiently. With the highest quality product, there was an increase in correct answers by 30%, with the product with the lowest quality by 26.6%. These findings suggest potentially higher purchase intentions for the purchase of healthy products (A and B) and lower for the purchase of less healthy foods. Respondents rated products as healthier when the Nutri-score logo was present on their packaging.

Key words: FOPL, Nutri-score, logo, perception, usefulness, health

ÚVOD

Vzhľadom na vysokú prevalenciu morbidity a mortality si zdravý životný štýl dobrovoľne volí čoraz viac ľudí. V kontexte globálnych výživových trendov a zvyšujúceho sa dopytu spotrebiteľov po funkčných potravinách naberá na význame zdravie a zdravý životný štýl prostredníctvom uvedomelej konzumácie potravín (Finger et al., 2019; Ogundijo, 2021). Je to spôsobené tým, že zdravie je novým hnacím motorom pri výbere potravín a dobrý zdravotný stav v priebehu času pozitívne koreluje s vyváženou stravou (Chen, 2011; Kumar, 2017).

Zdravie v súvislosti s konzumáciou potravín je spotrebiteľom vnímané a definované práve kvalitou potravín (Grunert a Wills, 2007). Ako uvádza Petrescu et al. (2020), vnímaná kvalita potravín je odvodená od vypracovania kontextových zdravotných charakteristík spotrebiteľom, vrátane nutričných ukazovateľov, zložiek a pravdepodobnosti, že výrobok podporuje alebo bráni udržiavaniu si zdravia a zdravého životného štýlu. Vnímanie produktov z nutričného hľadiska však závisí od nutričného označovania (Petrescu et al., 2020). Spotrebiteľia sa pri formulovaní názorov na potravinové alternatívy spoliehajú na dostupné nutričné informácie, pretože živiny v produkte sú neviditeľné a nehmotné (Carels et al., 2006).

Zistilo sa, že spotrebitelia vo všeobecnosti vnímajú potraviny ako vysoko kvalitné, ak obsah kalórií, cukru a tuku zostáva nízky (Hagen, 2020). Spotrebitelia hodnotia kvalitu produktov jednak v mieste nákupu prostredníctvom nutričných označení, jednak v mieste konzumácie, kde sa počiatočné vnímanie buď potvrdzuje alebo vyvracia, čo ovplyvňuje budúci výber potravín (Van Ooijen et al., 2017).

Nutričné označovanie potravín na prednej strane obalu (FOPL) je jedným z opatrení, ktoré sa v poslednej dobe zavádza v kombinácii so vzdelávacími kampaňami na podporu zdravého stravovania a prevenciu chronických chorôb súvisiacich so stravou (WHO, 2014; Cecchini a Warin, 2016). Nutričné štítky FOPL využívajú modely nutričného profilovania na posúdenie nutričnej kvality potravinových produktov, ktorá sa následne transformuje do jednoduchej vizuálnej podoby. Účelom FOPL je jednoducho a výstižne objasniť zväčša nutričné informácie uvedené na zadnej strane obalu, aby pomohli spotrebiteľom pri výbere zdravších potravín a podnietili potravinársky priemysel, aby zlepšil nutričné zloženie svojich produktov (Kanter et al., 2018).

Cieľom nášho prieskumu bolo zistiť, ako sa u spotrebiteľov zmení vnímanie nutričnej hodnoty potravín, ak majú k dispozícii produkt bez alebo s FOPL označením, v našom prípade Nutri-score.

MATERIÁL A METÓDY

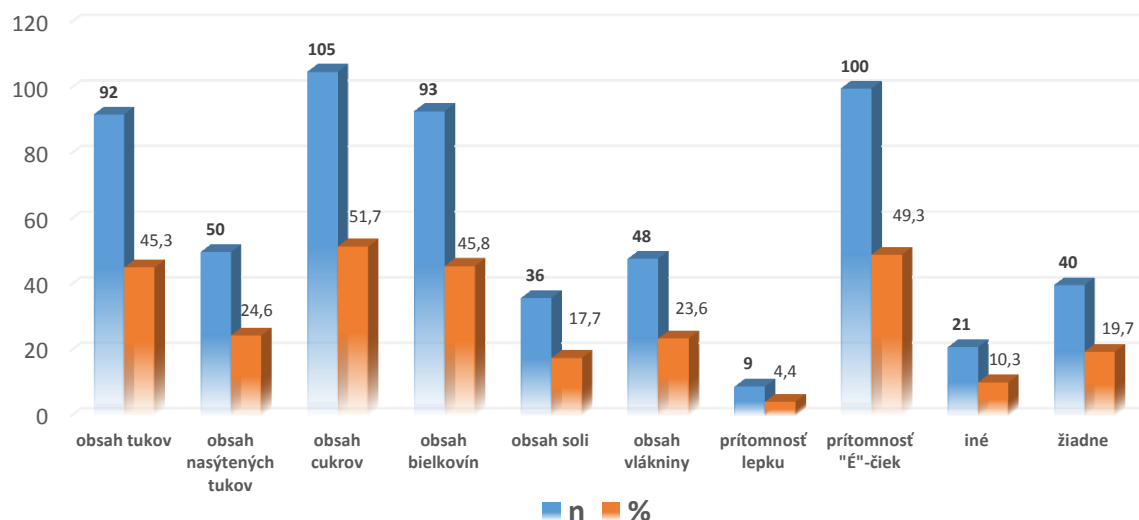
Nášho prieskumu sa zúčastnilo 203 subjektov, pričom šlo o študentov študijného programu Výživa ľudí a ich rodičov a príbuzných. Priemerný vek prieskumnej skupiny bol $32,5 \pm 14,1$ rokov (max 77 rokov, min 18 rokov). V súbore bolo zastúpených 75 (36,9 %) mužov a 128 (63,1 %) žien. Prieskum bol realizovaný anonymne prostredníctvom online dotazníka s použitím Microsoft Forms. Okrem otázok zameraných na základnú charakteristiku súboru sme sa zamerali aj na ich správanie a preferencie počas výberu a nákupu potravinárskych produktov. V rámci nášho prieskumu sme u respondentov zisťovali, ako ohodnotia nutričnú kvalitu/zdravotnú prospešnosť vybraných druhov instantných kašíc, pričom najskôr mali k dispozícii produkty bez FOPL označenia, následne s označením Nutri-score. Do prieskumu sme si zvolili instantné kaše: ryžovú (Nutri-score D), ovsenú (Nutri-score A) a chia kašu (Nutri-score C). Pre vyhodnotenie získaných údajov sme použili Microsoft Office Excel 2016 (Los Angeles, CA, USA) v kombinácii s XLSTAT (Data Analysis and Statistical Solution for Microsoft Excel, Addinsoft, Paris, France 2017, verzia 2019).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V našom prieskume boli účastní respondentmi, ktorí mali prevažne stredoškolské vzdelanie s maturitou (114; 56,2 %), vysokoškolské (59; 29,1 %), učňovské (22; 10,8 %), nadstavbové (3; 1,4 %) a základné vzdelanie (5; 2,5 %). Vzdelanostná úroveň je jedným z atribútov spotrebiteľov, ktorý do značnej miery ovplyvňuje ich nákupné správanie. Podľa poskytnutých údajov o telesnej hmotnosti a výške a následne vyrátanom indexe telesnej hmotnosti možno usúdiť, že šlo o skupinu neobéznou s priemernou hodnotou BMI $24,3 \pm 4,5 \text{ kg.m}^{-2}$ (max $42,7 \text{ kg.m}^{-2}$, min $17,4 \text{ kg.m}^{-2}$). Aj telesná kompozícia a prítomnosť obezity/malnutricie patria medzi faktory, ktoré ovplyvňujú naše potravinové správanie.

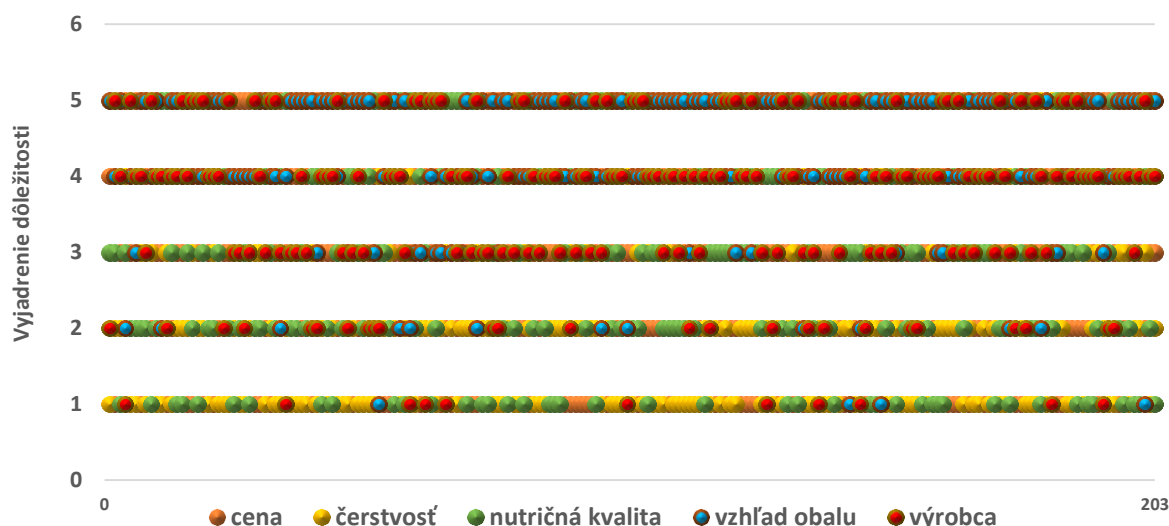
Nutričná kvalita potravinárskych výrobkov bola pri nákupe dôležitá u 73 opýtaných (36 %), 34 osôb (16,7 %) ju nepovažuje za dôležitú, 68 opýtaných (33,5 %) sleduje nutričnú kvalitu v závislosti od potraviny a 28 subjektov (13,8 %) nutričnú kvalitu potravín vôbec nerieši. Prevažná väčšina opýtaných sa vyjadrila, že si všimajú výživové údaje na obale potravín, pričom vždy si ich všíma 28 (13,8 %), niekedy 65 (32 %), len pri niektorých

potravinách 51 (25,1 %) osôb. Nikdy si výživové údaje nevšima 27 osôb (13,3 %) a túto problematiku nerieši 32 jedincov (15,8 %). Najdôležitejšie položky, ktoré si respondenti v rámci výživových údajov všimajú, sú obsah cukrov, prítomnosť „É“-čiek, obsah tukov a bielkovín. Prehľadne to znázorňuje obrázok 1.



Obr. 1 Zameranie pozornosti na výživové údaje pri nákupe potravín

Na obrázku 2 môžeme vidieť vyjadrenie respondentov v otázke dôležitosti určitých atribútov potravín pri ich nákupe. V škále od 1 do 5 (1=najdôležitejšie, 5=najmenej dôležité) vyjadrili svoje preferencie čo sa týka ceny, čerstvosti, nutričnej kvality, vzhľadu obalu a výrobcu, ktoré sú v grafe odlíšené farebne. Pre respondentov bola najdôležitejšia čerstvosť, vyjadrilo sa tak 93 z nich (45,8 %), nasledovala cena (52; 25,6 %), nutričná kvalita (43; 21,2 %), výrobca (11; 5,4 %) a vzhľad obalu (4; 2 %). Celkovo označili respondenti čerstvosť za najdôležitejšiu. Nutričná kvalita mala najviac bodov na 2. mieste, cena bola pre opýtaných na 3. mieste, výrobca na 4. mieste a vzhľad obalu na poslednom mieste.



Obr. 2 Vyjadrenie dôležitosti vybraných atribútov pri nákupe potravín

Na obrázku 3 môžeme vidieť vyjadrenie respondentov v otázke dôležitosti určitých komponentov potravín, ktoré si pri ich nákupe všimajú. Opäť, v škále od 1 do 5 (1=najdôležitejšie, 5=najmenej dôležité) opýtaní vyjadrili svoje preferencie čo sa týka obsahu

tukov, nasýtených tukov, cukrov, soli a „É“-čiek, ktoré sú v grafe odlišené farebne. Pre respondentov bol najdôležitejší obsah „É“-čiek, vyjadriť sa tak 55 zo 160 odpovedajúcich (34,4 %), nasledoval obsah cukrov (46; 28,8 %), obsah tukov (33; 20,6 %), obsah nasýtených tukov (17; 10,6 %) a obsah soli (9; 5,6 %). Celkovo označili respondenti obsah „É“-čiek za najdôležitejšiu zložku potravín, ktorú si všímajú, hneď na 2. mieste bol obsah nasýtených tukov, tretie miesto zdieľali spoločne obsah tukov a cukrov a najmenej ľudí zaujíma obsah soli. Zo všetkých opýtaných sa 43 osôb k tejto problematike vôbec nevyjadrilo.

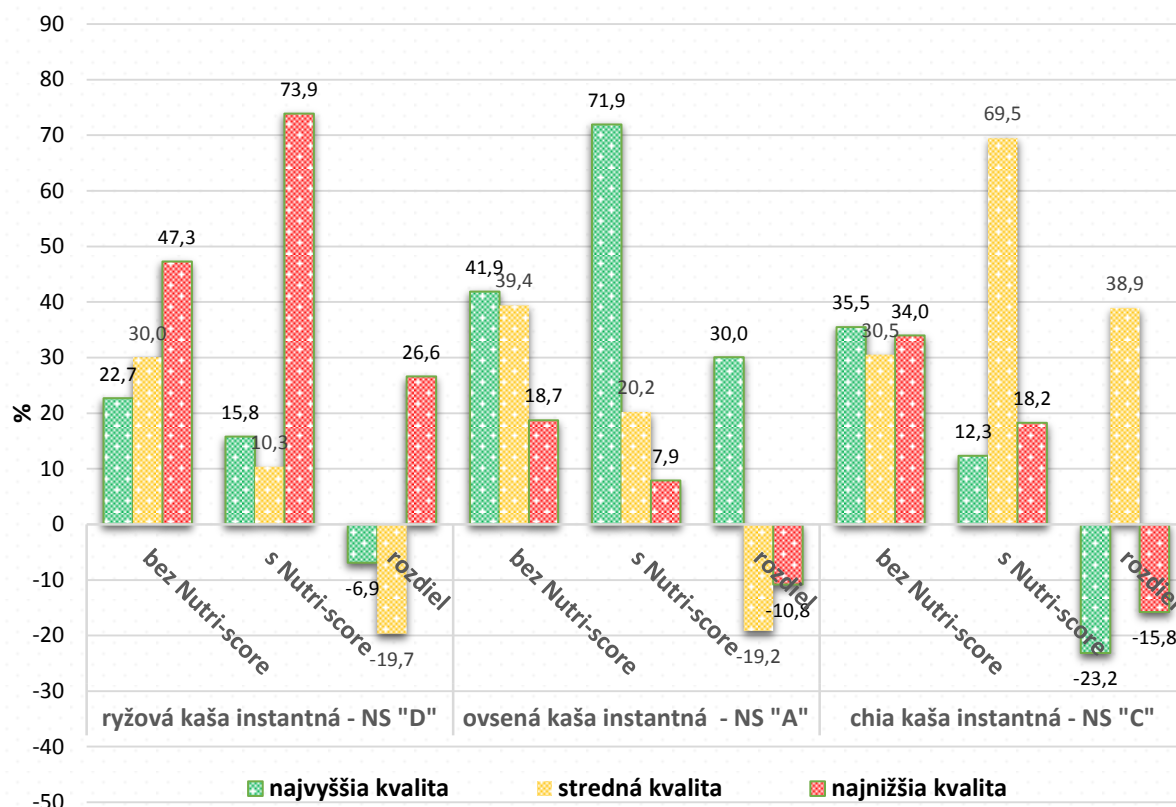


Obr. 3 Vyjadrenie dôležitosti vybraných komponentov potravín pri ich nákupe

V rámci nášho prieskumu sme u respondentov zisťovali hlavne to, ako ohodnotia nutričnú kvalitu/zdravotnú prospešnosť vybraných druhov instantných kaší, pričom najskôr mali k dispozícii vybrané druhy bez FOPL označenia, následne s označením Nutri-score. Bez loga FOPL označili respondenti ako kašu s najlepšou nutričnou hodnotou kašu ovsenú (41,9 %), s najnižšou kašu ryžovú (47,3 %). Po pridaní loga Nutri-score došlo k relatívne zásadnému posunu v označení instantných kaší v otázke nutričnej hodnoty. Vďaka logu Nutri-score označilo ako najzdravšiu kašu ovsenú už 71,9 %, čiže došlo k nárastu o 30 % správnych odpovedí. Ako najmenej zdravá bola označená kaša ryžová, tentokrát ju označilo 73,9 %, čiže došlo k nárastu o 26,6 %. Chia kaša s Nutri-score „C“ mala bez loga takmer rovnomerné rozloženie názorov na jej nutričnú kvalitu a hodnotu. Ako najkvalitnejšiu ju považovalo 35,5 % respondentov, najmenej kvalitnú spomedzi výberu 34 % a ako kašu so strednou nutričnou hodnotou 30,5 % opýtaných. Po pridaní loga sa názory zmenili predovšetkým v prospech strednej kvality, kde došlo k nárastu o 38,9 % na 69,5 % odpovedí. Podrobnejšie výsledky znázorňujeme na obrázku 4.

Etikety balených potravín sa ukazujú ako účinný nástroj na sprostredkovanie nutričných informácií. Najmä FOPL, vrátane Nutri-Score, slúžia ako návod na výber zdravších produktov, pretože sprostredkujú informácie prostredníctvom dizajnových prvkov, ktoré sú ľahko pochopiteľné. Balenie, resp. obal, sú rozhodujúce pre nákupné procesy, pretože spotrebitelia ho vnímajú v mieste nákupu, kde sa aj uskutočňuje viac ako 70 % nákupných rozhodnutí (Nielsen, 2016). Najmä obaly môžu výrazne ovplyvniť výber (ne)zdravých potravín (Gutjar et al., 2014; Hallez et al., 2020) s potenciálnymi zdravotnými dôsledkami. Účinnosť FOPL označení však závisí vo veľkej miere od súboru spotrebiteľských premenných. Aj keď sa nutričné označovanie považuje za úspešný nástroj na zníženie miery obezity (Drichoutis et al., 2006), existujú určité premenné, ktoré sa zdajú byť prediktívnymi kritériami cieľovej skupiny (Campos et al., 2011; Chen, 2011). Vo väčšine domácností je za

prípravu jedla, a tým aj za nákup potravín zodpovedná žena. Preto sú ženy považované za primárnu cieľovú skupinu, ktorá prichádza do kontaktu s nutričnými označeniami. Predchádzajúce výskumy uvádzajú, že o výživové údaje sa najviac zaujímajú vzdelané ženy v mladom až strednom veku (Guthrie et al., 1995; Christoph et al., 2018). Vysoká úroveň povedomia/zájmu o výživu a zdravie pozitívne koreluje s rozsiahlejším využívaním a lepším porozumením FOPL štítkov (de Magistris et al., 2010). Spotrebitelia, ktorí sa viac zaujímajú o svoje zdravie a potraviny, ktoré konzumujú, sa aj výraznejšie zaujímajú o ich nutričné zloženie so vzrastajúcim dopytom po jednoduchšom a zrozumiteľnejšom označení nutričnej hodnoty produktov (Grunert a Wills, 2007; Talati et al., 2019). S vhodnými informáciami o produkte sú spotrebitelia viac schopní robiť zodpovedné, dobre zvážené a dostatočne informované rozhodnutia pri výbere a nákupe potravín (Coulson, 2006).



Obr. 4 Vnímanie nutričnej kvality instantných kaší bez/s logom Nutri-score

Spotrebitelia si pri nákupe nie vždy prečítajú všetky informácie o produkte, ktoré sú uvádzané na zadnej strane obalu (výživové údaje, zloženie), či už preto, že čelia časovému tlaku alebo majú problém pochopiť význam výživových informácií (Graham et al., 2012; Sharf et al., 2012; Bartels et al., 2018). V tomto smere poskytujú grafické štítky FOPL na prednej strane obalu jednoduchšie a viditeľnejšie informácie o dôležitých nutričných prvkoch potravinárskych produktov, čím uľahčujú a urýchľujú rozhodovanie spotrebiteľa (WHO, 2018). Vo výskume, ktorý sa zaoberal vplyvom Nutri-score na nákupné zámery a výber potravín, sa javí ako účinnejší pri stimulovaní výberu zdravých potravín a zlepšovaní nutričnej kvality nákupných košíkov ako iné označenia FOPL (Poquet et al., 2019). Navyše, Nutri-score bolo jediné, ktoré viedlo spotrebiteľov k tomu, aby do nákupných košíkov pridávali produkty s výrazne nižším množstvom (nasýtených) tukov a soli (Ducrot et al., 2016). Tieto zistenia naznačujú potenciálne vyššie nákupné zámery pre kúpu zdravých produktov (A a B) a nižšie pre kúpu menej zdravých potravín (D a E). Prítomnosť Nutri-score pomohla respondentom v štúdiu autorov de Temmerman et al. (2021) ľahšie posúdiť nutričnú

hodnotu produktov. Jeden z cieľov Nutri-score, a teda zvýšiť povedomie respondentov o nutričnej hodnote produktov, bol teda dosiahnutý. Respondenti označili produkty za zdravšie, keď bolo na ich obale prítomné logo Nutri-score. Tieto zistenia rezonujú s predchádzajúcim výskumom, ktorý ukázal, že respondenti majú tendenciu vyberať si viac produktov so zeleným Nutri-score a menej produktov s tmavooranžovým Nutri-score (Ducrot et al., 2015).

ZÁVER

Výsledky nášho prieskumu ukazujú, že grafický formát Nutri-score pomáha spotrebiteľom lepšie vyhodnotiť nutričnú kvalitu potravín z pohľadu výživových údajov. Bol relatívne dobre zrozumiteľný a chápaný, čo je pri FOPL systémoch veľmi dôležité. Potraviny s logom Nutri-score boli vyhodnotené a zaradené oveľa lepšie a efektívnejšie. Pri najkvalitnejšom produkte došlo k nárastu správnych odpovedí o 30 %, pri produkte s najnižšou kvalitou o 26,6 %. Logo však musí byť účinné nielen pri správnej kategorizácii potravín, ale v konečnom dôsledku je jeho cieľom ovplyvniť potravinové správanie spotrebiteľov z hľadiska preferencie konzumácie nutrične bohatých a zdravých potravín prospešných pre zdravie človeka.

Pod'akovanie: Táto práca vznikla s podporou projektu „Zhodnotenie efektivity implementácie Nutri-score ako nástroja Front-of-Pack Labelling (FOPL) vo vzťahu k výživovému a spotrebiteľskému správaniu slovenskej populácie“ Grantovej agentúry FAPZ SPU v Nitre (**GA FAPZ 1/2022**) a vďaka projektu „Prepojenie vysokoškolského vzdelávania s praxou prostredníctvom implementácie praktickej výučby v rámci nového predmetu Nutričné poradenstvo“ (**KEGA 003SPU-4/2022**).

LITERATÚRA

1. BARTELS, M. – TILLACK, K. – JORDAN LIN, C.T. 2018. Communicating nutrition information at the point of purchase: An eye-tracking study of shoppers at two grocery stores in the United States. *International Journal of Consumer Studies*, 2018;42(5):557-565. <https://doi.org/10.1111/ijcs.12474>
2. CAMPOS, S. – DOXES, J. – HAMMOND, D. 2011. Nutrition labels on pre-packaged foods: a systematic review. *Public Health Nutrition* 2011;14(8):1496-1506.
3. CARELS, R. – HARPER, J. – KONRAD, K. 2006. Qualitative perceptions and caloric estimations of healthy and unhealthy foods by behavioral weight loss participants. *Appetite* 2006;46(2):199-206.
4. CECCHINI, M. – WARIN, L. 2016. Impact of food labelling systems on food choices and eating behaviours: a systematic review and meta-analysis of randomized studies. *Obes Rev* 2016;17:201-210.
5. COULSON, N.S. 2006. An application of the stages of change model to consumer use of food labels. *British Food Journal*, 2006;102(9):661-668.
6. DE MAGISTRIS, T. – GRACIA, A. – BARREIRO-HURLE, J. 2010. Effects of the nutritional labels use on healthy eating habits in Spain. *Agric. Econ. – CZECH* 2010;56(11):540-551.
7. DE TEMMERMAN, J. – HEEREMANS, E. – SLABBINCK, H. – VERMEIR, I. 2021. The impact of the Nutri-Score nutrition label on perceived healthiness and purchase intentions. *Appetite*, 2021;157:104995. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104995>
8. DRICHOUTIS, A. – LAZARIDIS, P. – NAYGA, R. 2006. Consumers' use of nutritional labels: a review of research studies and issues. *Academy of Marketing Science Review* 2006;10(9).

9. DUCROT, P. – JULIA, C. – MÉJEAN, C. – KESSE-GUYOT, E. – TOUVIER, M. – FEZEU, L.K. et al. 2016. Impact of different front-of-pack nutrition labels on consumer purchasing intentions. *Am J Prev Med* 2016;50(5):627-636. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.10.020>
10. DUCROT, P. – MÉJEAN, C. – JULIA, C. – KESSE-GUYOT, E. – TOUVIER, M. – FEZEU, L. et al. 2015. Effectiveness of front-of-pack nutrition labels in French adults: Results from the NutriNet-Santé cohort study. *PLoS One*, 2015;10(10):1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140898>
11. FINGER, J. – BUSCH, M. – HEIDEMANN, C. – LANGE, C. – MENSINK, G.A.S. 2019. Time trends in healthy lifestyle among adults in Germany: Results from three national health interview and examination surveys between 1990 and 2011. *PLOS ONE* 2019;14(9).
12. GRAHAM, D.J. – ORQUIN, J.L. – VISSCHERS, V.H.M. 2012. Eye tracking and nutrition label use: A review of the literature and recommendations for label enhancement. *Food Policy*, 2012;37(4):378-382. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.03.004>
13. GRUNERT, K.G. – WILLS, J.M. 2007. A review of European research on consumer response to nutrition information on food labels. *Journal of Public Health*, 2007;15(5):385-399. <https://doi.org/10.1007/s10389-007-0101-9>
14. GUTHRIE, J. – FOX, J. – CLEVELAND, L. – WELSH, S. 1995. Who uses nutrition labeling, and what effects does label use have on diet quality? *Journal of Nutrition Education* 1995;27(4):163-172.
15. GUTJAR, S. – GRAAF, C. – PALASCHA, A. – JAGER, G. 2014. Food choice: The battle between package, taste and consumption situation. *Appetite*, 2014;80:109-113. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.05.006>
16. HAGEN, L. 2020. Pretty healthy food: how and when aesthetics enhance perceived healthiness. *Journal of Marketing* 2020;85(2):129-145.
17. HALLEZ, L. – QUTTEINA, Y. – RAEDSCHELDERS, M. – BOEN, F. – SMITS, T. 2020. That's my cue to eat: A systematic review of the persuasiveness of front-of-pack cues on food packages for children vs. adults. *Nutrients*, 2020;12(4):1062.
18. CHEN, M. 2011. The joint moderating effect of health consciousness and healthy lifestyle on consumers' willingness to use functional foods in Taiwan. *Appetite* 2011;57(1):253-262.
19. CHRISTOPH, M. – LARSON, N. – LASKA, M. – NEUMARK-SZTAINER, D. 2018. Nutrition factspansels: who uses them, what do they use, and how does use relate to dietary intake? *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* 2018;118(2):217-228.
20. KANTER, R. – VANDERLEE, L. – VANDEVIJVERE, S. 2018. Front-of-package nutrition labelling policy: global progress and future directions. *Publ Health Nutr* 2018;21:1399-1408.
21. KUMAR, K. 2017. Importance of healthy life style in healthy living. *Juniper Online Journal of Public Health* 2017;2(5). doi: 10.19080/JOJPH.2017.02.555596
22. NIELSEN. 2016. It's not about the shelf: Creating the ideal in-store experience. <https://www.nielsen.com/us/en/insights/article/2016/its-not-just-about-the-shelf-creating-the-ideal-in-store-experience/>.
23. OGUNDIJO, D. – TAS, A. – ONARINDE, B. 2021. An assessment of nutrition information on front of pack labels and healthiness of foods in the United Kingdom retail market. *BMC Public Health* 2021;21(220).
24. PETRESCU, D. – VERMEIR, I. – PETRESCU-MAG, R. 2020. Consumer understanding of food quality, healthiness, and environmental impact: a cross-national perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020;17(1):169.

25. POQUET, D. – GINON, E. – GOUBEL, B. – CHABANET, C. – MARETTE, S. – ISSANCHOU, S. et al. 2019. Impact of a front-of-pack nutritional traffic-light label on the nutritional quality and the hedonic value of mid-afternoon snacks chosen by mother-child dyads. *Appetite*, 2019;143. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.104425>
26. SHARF, M. – SELA, R. – ZENTNER, G. – SHOOB, H. – SHAI, I. – STEIN-ZAMIR, C. 2012. Figuring out food labels. Young adults' understanding of nutritional information presented on food labels is inadequate. *Appetite*, 2012;58(2):531-534. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.12.010>
27. TALATI, Z. – EGNELL, M. – HERCBERG, S. – JULIA, C. – PETTIGREW, S. 2019. Consumers' perceptions of five front-of-package nutrition labels: An experimental study across 12 countries. *Nutrients*, 2019;11(8):1934.
28. VAN OOIJEN, I. – FRANSEN, M. – VERLEGH, P. – SMIT, E. 2017. Packaging design as an implicit communicator: Effects on product quality inferences in the presence of explicit quality cues. *Food Quality Preference* 2017;62:71-79. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.06.007>
29. WHO regional Office for Europe. European food and nutrition action plan 2015-2020. In Proceedings of the 64th session regional committee for Europe, Copenhagen, Denmark; September 2014. p. 15-18. Dostupné na: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/253727/64wd14e_
30. WHO. 2018. New report on front-of-pack nutrition labelling identifies what works better for consumers. Retrieved from <http://www.euro.who.int/en/data-and-evidence/news/news/2018/10/new-report-on-front-of-pack-nutrition-labelling-identifies-what-works-better-for-consumers>

Kontaktná adresa:

Ing. Martina Gažarová, PhD., Ing. Paed. IGIP, Ústav výživy a genomiky FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: martina.gazarova@uniag.sk

NUTRIČNÉ PREFERENCIE A SPOTREBA MLIEKA A MLIEČNYCH VÝROBKOV AKO DÔLEŽITÝCH ZDROJOV JÓDU VO VÝŽIVE ČLOVEKA

NUTRITIONAL PREFERENCES AND CONSUMPTION OF MILK AND DAIRY PRODUCTS AS IMPORTANT SOURCES OF IODINE IN HUMAN NUTRITION

Gažarová Martina¹, Lenártová Petra¹, Lorková Marta², Bihari Maroš¹, Habánová Marta¹, Kopčeková Jana¹

¹Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

²Výskumné centrum AgroBioTech, SPU v Nitre

Summary

The aim of our survey was to find out what the preferences and consumption of milk and dairy products are among the participants of a study focused on the influence of the consumption of milk and its products as sources of iodine on selected indicators of nutritional and health status. Fifty-three men aged 52.6 ± 7.6 years (max 68, min 37 years) participated in our survey, of which 18 (34%) were men and 35 (66%) were women. The vast majority of respondents consumed milk as a drink. 11.3% of respondents drink one to three portions of milk per day, 28.3% stated less than one portion or not at all. Soy drink consumption as a non-dairy alternative came out very weak from the survey, with 90.6% of respondents saying they consumed it less than once a month or not at all. Yogurt, as a very popular dairy product, is consumed almost every day by 1.9% of respondents. Respondents clearly preferred cow's milk (83%). The most preferred is semi-skimmed milk (35.8%), followed by whole milk (32.1%). As part of the assessment of daily milk consumption the majority of respondents stated that they consume less than 200 ml of milk per day (56.6%) followed by the consumers with amount of 200-250 ml per day (18.9%). Consumption more than 500 ml of milk per day was reported by 3.8% of respondents. From the point of view of the consumption of dairy products, the consumption of hard cheeses dominates, as almost 85% of respondents reported their intake. The evaluation of the preference of dairy products according to fat content showed that the respondents prefer dairy products with normal fat content (45.3%). From the point of view of preference and consumption of milk and dairy products, we can conclude that iodine intake through this food commodity could be ensured in an adequate amount.

Key words: iodine, thyroid gland, milk, dairy, yoghurt, nutrition, health

ÚVOD

Mlieko a mliečne výrobky sú hlavným potravinovým zdrojom jódu najmä v krajinách, kde jodizovaná soľ nie je povinná alebo široko dostupná. Jód je nevyhnutný pre produkciu hormónov štítnej žľazy trijódtyronín (T3) a tyroxín (T4), ktoré sú kľúčové pre vývoj mozgu a neurologický vývoj počas tehotenstva a raného veku. K poruchám z nedostatku jódu patrí struma (zväčšenie štítnej žľazy), narušený neurologický vývoj a negatívne vplyvy na rast a vývoj dieťaťa (Williams, 2008; Velasco et al., 2018). Nedostatok jódu počas tehotenstva má značné dôsledky pre vyvíjajúce sa dieťa a odporúčanie príjmu jódu je podľa WHO vyššie pre tehotné/dojčiace ženy ako pre ostatných dospelých (250 vs. 150 μg na deň; Kajaba et al., 2015).

Kravske mlieko má prirodzene nízku koncentráciu jódu, ale je bohatým zdrojom jódu prostredníctvom štandardných poľnohospodárskych postupov, ako je pridávanie jódových solí

do krmiva pre dobytok a používanie dezinfekčných prostriedkov na báze jódu (Bath a Rayman, 2016; van der Reijden et al., 2017). Jodofory zvyšujú koncentráciu jódu v mlieku hlavne prostredníctvom absorpcie jódu pokožkou z lokálnej aplikácie na struku (buď pred dojením alebo po dojení) a v menšej miere prostredníctvom zvyškov na struku, ktoré prechádzajú do mlieka, najmä ak struky nie sú vysušené dostatočne (Conrad a Hemken, 1978; Galton et al., 1984). Medzi krajinami existuje značná variabilita obsahu jódu v mlieku, čo je pravdepodobne výsledkom rozdielov v poľnohospodárskej praxi (van der Reijden et al., 2017). Kravské mlieko na Slovensku obsahuje podľa potravinovej banky dát 28 µg jódu na 100 g (PBD, 2022). Pohár mlieka (200 ml) teda obsahuje 56 µg jódu, čo predstavuje 37 % odporúčaného príjmu jódu WHO pre dospelých (150 µg na deň; Kajaba et al., 2015). Existuje sezónne kolísanie koncentrácie jódu v mlieku, pričom zimné mlieko má vyššiu koncentráciu jódu ako letné mlieko (Flachowsky et al., 2014). Je to dôsledok väčšej závislosti od krmiva obohateného minerálnymi látkami počas zimných mesiacov, keď je dobytok ustajnený vo vnútri, a nie na pastve (van der Reijden et al., 2017). Štúdie už skôr ukázali, že organické mlieko má nižší obsah jódu ako konvenčné mlieko (o 40 % menej; Bath et al., 2012; Srednicka-Tober et al., 2016), najmä v dôsledku obmedzení v minerálnom obohatení krmív a vyššieho podielu goitrogénnych zložiek krmiva. Variácie v zložení naznačujú, že mlieko je nekonzistentným zdrojom jódu a hodnota priradená v potravinových tabuľkách môže byť nepresná, čo sťažuje posúdenie príjmu jódu a poskytnutie diétnych odporúčaní pre optimálny príjem jódu.

Udržiavanie dostatočných hladín jódu počas stredného veku je klinicky dôležité, najmä pre ženy vo fertilnom veku, ktoré potrebujú maximalizovať zásoby jódu v štítnej žľaze pred tehotenstvom (Moleti et al., 2011). Dospelí potrebujú udržiavať produkciu hormónov štítnej žľazy dostatočným príjmom jódu nielen preto, aby zabránili zväčšeniu štítnej žľazy (a prípadne strume), ale aj preto, že nedostatok jódu (najmä stredne ťažký až závažný) je spojený s určitými typmi rakoviny štítnej žľazy (Zimmermann a Galetti, 2015) a hypercholesterolémiou (Herter-Aeberli et al., 2015).

Spotreba mlieka za posledných 40 rokov klesla, čo dokazujú údaje o nákupe mlieka, avšak popularita rastlinných mliečnych alternatív (napr. sójové, mandľové, ovsené) vzrástla (Chambers, 2018). Údaje z USA, Nórska a Spojeného kráľovstva ukazujú, že pokiaľ nie sú obohatené jódom, tieto nemliečne alternatívy majú nízky obsah jódu v porovnaní s kravským mliekom (Ma et al., 2016; Bath et al., 2017; Groufh-Jacobsen et al., 2020). Väčšina alternatívnych nápojov nie je obohatená jódom na rozdiel od vápnika. Nízky obsah jódu v alternatívnych nemliečnych výrobkoch v súvislosti s pozitívnym trendom v spotrebe môže byť obzvlášť znepokojujúci v krajinách s obmedzenou dostupnosťou jodizovanej soli (Dineva et al., 2021). V jednej štúdii jedinci, ktorí konzumovali výlučne alternatívne nemliečne nápoje, mali výrazne nižší príjem jódu (94 vs. 129 µg na deň) a jódový stav ako konzumenti kravského mlieka, čo naznačuje, že konzumenti takýchto alternatív mlieka nenahradili jód prostredníctvom inej stravy (Dineva et al., 2021).

Zmeny v stravovacích návykoch pravdepodobne ovplyvnia stav jódu v populácii, najmä v špecifických skupinách obyvateľstva, ktorí sa kravskému mlieku vyhýbajú a/alebo ho nahrádzajú nemliečnymi alternatívami (Chambers, 2018).

Cieľom nášho prieskumu bolo zistiť, aké sú preferencie a spotreba mlieka a mliečnych výrobkov u účastníkov štúdie zameranej na vplyv konzumácie mlieka a mliečnych výrobkov ako zdrojov jódu na vybrané ukazovatele nutričného a zdravotného stavu.

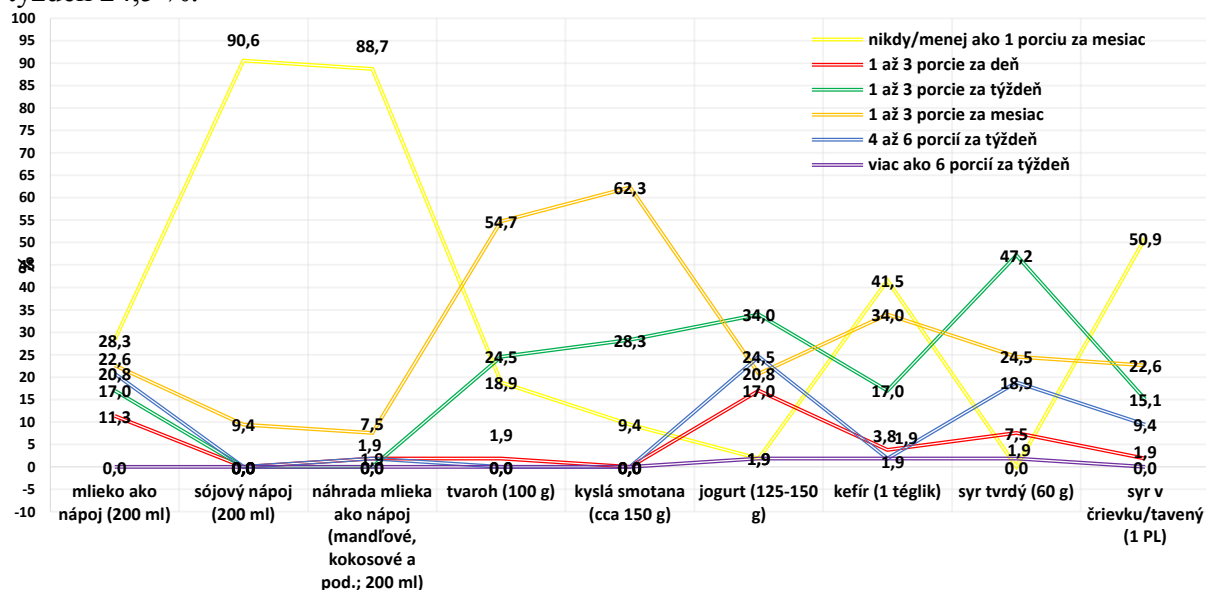
MATERIÁL A METÓDY

Nášho prieskumu sa zúčastnilo 53 osôb vo veku 52,6±7,6 rokov (max 68, min 37 rokov), z toho 18 (34 %) bolo mužov a 35 (66 %) žien. Podľa hodnôt indexu telesnej hmotnosti šlo

o skupinu s nadhmotnosťou s priemerným BMI $28,7 \pm 5,1 \text{ kg.m}^{-2}$. Účastníci prieskumu boli participantmi štúdie zameranej na vplyv konzumácie mlieka a mliečnych výrobkov na vybrané ukazovatele nutričného a zdravotného stavu. Podmienkou účasti v prieskume a v štúdiu bol písomný informovaný súhlas respondenta/participanta. Prieskum bol realizovaný anonymne prostredníctvom online dotazníka s použitím Microsoft Forms. Okrem otázok zameraných na základnú charakteristiku súboru sme sa zamerali na správanie a preferencie respondentov v otázke konzumácie mlieka a mliečnych výrobkov. Pre vyhodnotenie získaných údajov sme použili Microsoft Office Excel 2016 (Los Angeles, CA, USA) v kombinácii s XLSTAT (Data Analysis and Statistical Solution for Microsoft Excel, Addinsoft, Paris, France 2017, verzia 2019). Popisnú analýzu sme vykonali s použitím priemeru $\pm$ štandardnej odchýlky. Pri sledovaných parametroch uvádzame ďalšie štatistické charakteristiky ako max (maximum) a min (minimum).

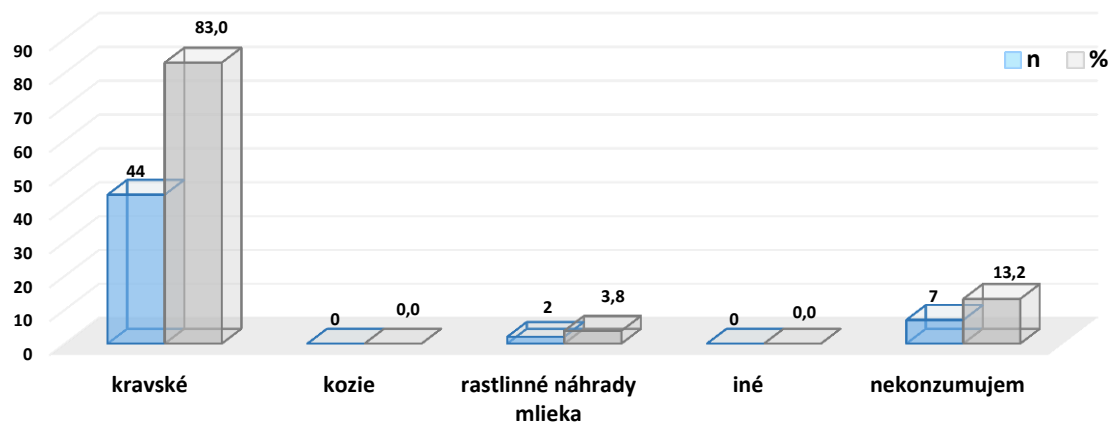
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Ako vidieť v grafe na obrázku 1, mlieko ako nápoj konzumovala prevažná väčšina respondentov. Jednu až tri porcie mlieka denne si dá 11,3 % opýtaných, 1-3 porcie za týždeň 17 %, 1-3 porcie za mesiac 22,6 %, 4-6 porcií za týždeň 20,8 %. Menej ako jednu porciu, resp. vôbec uviedlo 28,3 % opýtaných. Konzumácia sójového nápoja vyšla z prieskumu veľmi slabá, vzhľadom k tomu, že 90,6 % opýtaných uviedlo, že ho konzumujú menej ako raz za mesiac alebo vôbec. Zvyšných 9,4 % ho konzumuje v množstve 1-3 porcie za mesiac. Nemliečne alternatívy mlieka vyšli podobne. Takmer 90 % opýtaných uviedlo, že ich konzumujú menej ako raz za mesiac alebo vôbec. V množstve 1-3 porcie za mesiac 7,5 % a takmer 2 % opýtaných uviedlo spotrebu 1-3 porcie za deň alebo 4-6 porcií za týždeň. Tvaroh ako mliečny produkt nekonzumuje vôbec alebo menej ako jednu porciu za mesiac takmer 19 % respondentov. Jednu až tri porcie tvarohu denne si dajú 2 % opýtaných, 1-3 porcie za týždeň 24,5 % a 1-3 porcie za mesiac 54,7 %. Jogurt ako veľmi obľúbený mliečny produkt konzumuje takmer každý deň 1,9 % opýtaných, rovnaké množstvo respondentov ho konzumuje menej ako jednu porciu mesačne alebo vôbec. Jednu až tri porcie jogurtu denne si dá 17 % opýtaných, 1-3 porcie za týždeň 34 %, 1-3 porcie za mesiac 20,8 % a 4-6 porcií za týždeň 24,5 %.



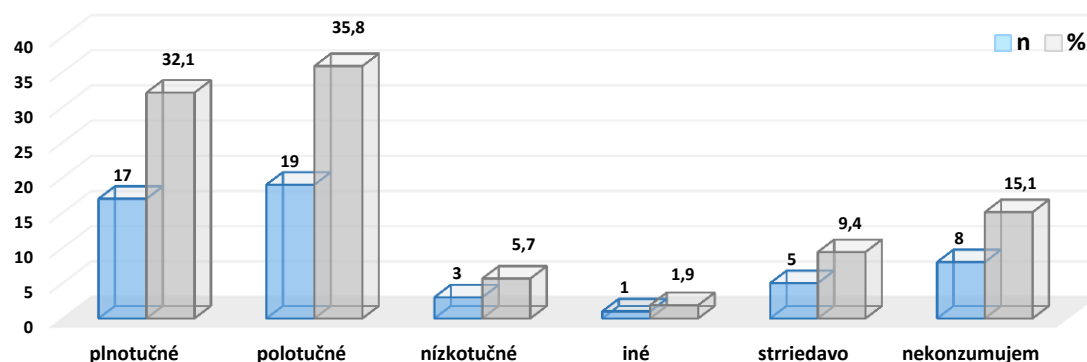
Obr. 1 Frekvencia konzumácie mlieka, mliečnych a nemliečnych alternatívnych produktov

Na obrázku 2 môžeme vidieť preferenciu konzumácie jednotlivých druhov mlieka. V našom prieskume je jednoznačne preferované kravské mlieko a to až u 83 % opýtaných. Zvyšných 17 % buď mlieko nekonzumuje (13,2 %), alebo uviedlo rastlinné náhrady mlieka (3,8 %).



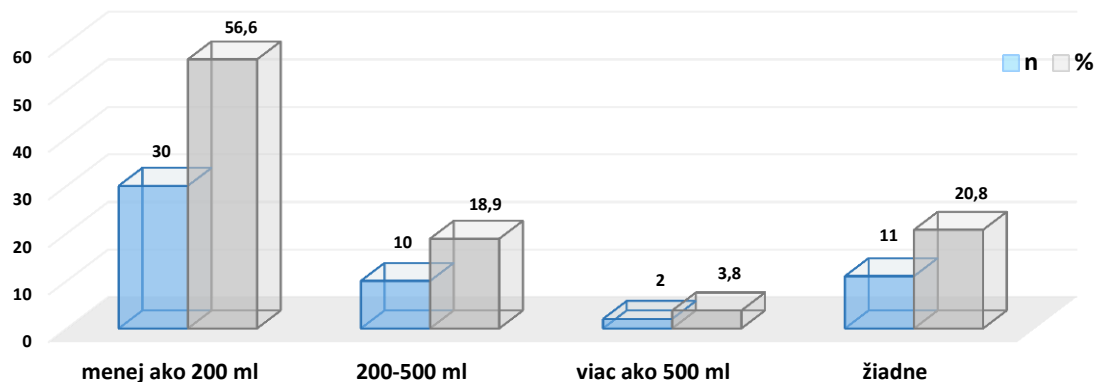
Obr. 2 Preferencia druhov mlieka

Na obrázku 3 je vyjadrená preferencia mlieka podľa obsahu tuku. Najviac preferované je polotučné mlieko (35,8 %), následne plnotučné (32,1 %), a ako posledné je preferované z kravských druhov mlieko nízkoťučné (5,7 %). Rôzne druhy mlieka z hľadiska obsahu tuku striedavo konzumuje 9,4 % opýtaných, jedna osoba (1,9 %) uprednostňuje iné ako kravské mlieko a 15,1 % sa vyjadrilo, že mlieko nekonzumuje.



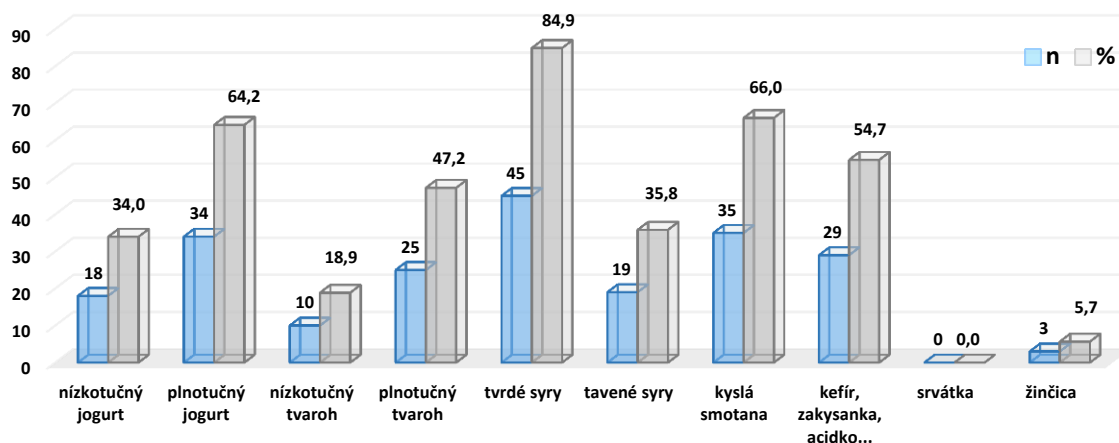
Obr. 3 Preferencia mlieka podľa obsahu tuku

V rámci hodnotenia dennej spotreby mlieka prevažná časť respondentov uviedla, že konzumuje menej ako 200 ml mlieka denne (56,6 %; obr. 4). Nasledovalo množstvo 200-250 ml denne (18,9 %) a viac ako 500 ml mlieka denne vypije alebo spotrebuje 3,8 % opýtaných.



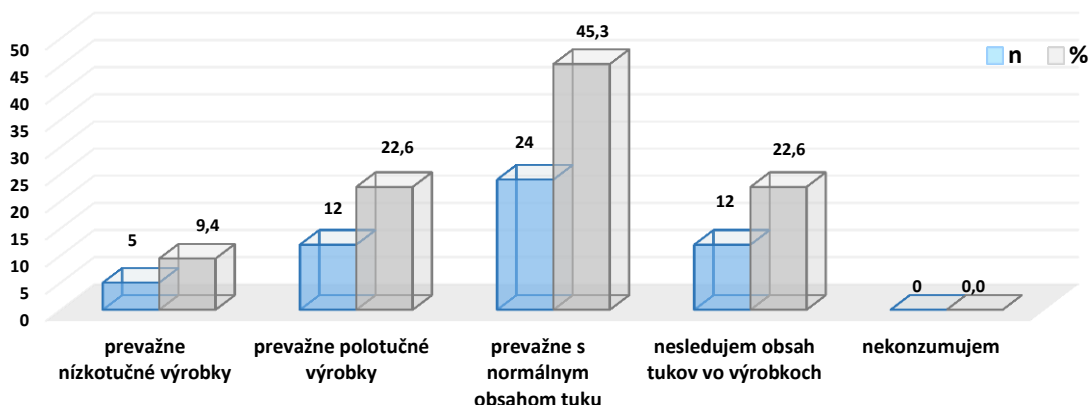
Obr. 4 Spotreba mlieka u respondentov

Z hľadiska spotreby mliečnych produktov dominuje konzumácia a spotreba tvrdých syrov, keďže ich príjem uviedlo takmer 85 % respondentov (obr. 5). Za nimi nasledovala kyslá smotana (66 %), plnotučný jogurt (64,2 %), kefír, zakysanka a acidko (54,7 %) a plnotučný tvaroh (47,2 %).



Obr. 5 Spotreba mliečnych výrobkov u respondentov

Hodnotenie preferencie mliečnych výrobkov podľa obsahu tuku ukázalo, že opýtaní uprednostňujú mliečne výrobky s normálnym obsahom tuku (45,3 %). Zhodne po 22,6 % respondentov uviedlo, že konzumujú prevažne polotučné výrobky, prípadne ich obsah tuku v produktoch vôbec nezaujima. Zvyšných 9,4 % uprednostňuje prevažne nízkotučné výrobky.



Obr. 6 Preferencia mliečnych výrobkov podľa obsahu tuku

Podľa potravinovej banky dát je plnotučné kravské mlieko zdrojom 4 μg jódu na 100 g, polotučné 8 μg jódu na 100 g, kozie taktiež 4 μg jódu na 100 g, mlieko plnotučné sušené 363 μg jódu na 100 g. Jogurt nízkotučný a polotučný poskytuje 4 μg jódu na 100 g, plnotučný 25 μg na 100 g. Tvaroh tučný obsahuje 3 μg jódu na 100 g, tvaroh mäkký chudý 10 μg jódu na 100 g (PBD, 2022). Autori Bath et al. (2017) vo svojej štúdii skúmali koncentráciu jódu v kravskom mlieku a porovnávali ju s nemliečnymi alternatívnymi nápojmi. Vzorky konvenčného kravského mlieka mali strednú koncentráciu jódu 438 $\mu\text{g.kg}^{-1}$, čo je hodnota, ktorá bola vyššia ako u všetkých matric s alternatívnym mliekom. Alternatívne nemliečne nápoje mali koncentráciu jódu 7,3 $\mu\text{g.kg}^{-1}$. Stredná koncentrácia jódu vo vzorkách organického mlieka bola 324 $\mu\text{g.kg}^{-1}$, čiže o 26 % nižšia ako vo vzorkách konvenčného mlieka (šlo o štatisticky významný rozdiel). Jedna komerčná značka obohacuje tri svoje nemliečne alternatívne nápoje jódom (sójový, ovsený a ryžový nápoj). Laboratórne analýzy ukázali, že údaje na etikete boli v súlade s výsledkami. Obsah jódu v nich bol 280 $\mu\text{g.kg}^{-1}$.

(sójový nápoj), 287 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (ovsený nápoj) a 266 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (ryžový nápoj). Koncentrácia jódu bola teda podstatne vyššia ako v neobohatených nápojoch tej istej matrice. Výsledky štúdie ukazujú, že prirodzený obsah jódu v nemliečnych alternatívnych nápojoch je nízky. Medián obsahu jódu vo všetkých neobohatených nápojoch bol 2,1 % v porovnaní s konvenčným kravským mliekom. Porcia (200 g) neobohatených nemliečnych alternatívnych nápojov by poskytla 0,9 až 4,3 μg jódu, čo je zanedbateľný podiel odporúčaného príjmu jódu pre dospelých 150 μg na deň (EFSA, 2014; Kajaba et al., 2015).

Väčšina nemliečnych alternatívnych nápojov (sójové, ovsené, mandľové, ryžové a lieskové) nie je jódom fortifikovaná, maximálne sú obohatené vápnikom a niekedy aj vitamínom B₁₂. Dietológovia odporúčajú pacientom na bezmliečnej diéte užívanie nemliečnych produktov, ktoré sú obohatené vápnikom, ale chýbajúci jód väčšinou nikto nerieši (Phillips, 2011; Wright, 2012; Meyer, 2013). Kozie mlieko sa niekedy používa ako alternatíva kravského mlieka (koncentrácia jódu v ňom je vyššia ako v kravskom mlieku (FSA, 2010), hoci nie je vhodnou náhradou pre tých, ktorí majú alergiu na bielkovinu kravského mlieka (CMPA; Meyer, 2013). Štúdie naznačujú, že väčšina jedincov, ktorí prejdú na nemliečne alternatívne nápoje, si chýbajúci jód nedoplní (Bath et al., 2014).

Vo väčšine krajín sa príjem syra podieľa len asi 5 až 20 % na celkovom príjme mlieka a mliečnych výrobkov (Leclercq et al., 2009; Gose et al., 2016). Priemerná spotreba mlieka a mliečnych výrobkov u dospelých sa pohybuje od 180 do 450 g na obyvateľa a deň (Varela-Moreiras et al., 2010; Quann et al., 2015; van Rossum et al., 2016). Tento široký rozsah nie je prekvapujúci, pretože odporúčania týkajúce sa denného príjmu mlieka a mliečnych výrobkov sú špecifické pre jednotlivé krajiny a značne sa líšia. V niektorých krajinách sú odporúčania kvantitatívne (v ml, dl alebo l za deň alebo počet porcií s definovanými veľkosťami porcií) a špecifikované pre celú populáciu, zatiaľ čo v iných krajinách sú odporúčania kvalitatívne alebo chýbajú (WHO, 2003; Dror a Allen, 2014). V roku 2003 WHO zhrnula odporúčania pre príjem a pohybovali sa medzi 170 g na deň na Ukrajine až 1000 g na deň pre dojčiace ženy v Taliansku (WHO, 2003). V posledných rokoch bol pozorovaný pokles spotreby mlieka a mliečnych výrobkov v populácii, pričom so zvyšujúcim sa vekom sa to zintenzívňuje (Leclercq et al., 2009; Quann et al., 2015; van Rossum et al., 2016). Muži majú tendenciu mať mierne vyšší príjem ako ženy (Parker et al., 2012; Gose et al., 2016; van Rossum et al., 2016).

V štúdiu autorov Bouga et al. (2018) bola celková spotreba mliečnych výrobkov 260 g na deň, pričom mlieko sa podieľalo 65 % na celkovej spotrebe mliečnych výrobkov. Medián porcií mliečnych výrobkov za deň bol 2,2, medián príjmu jódu z mliečnych výrobkov bol 85 μg denne, pričom 45 μg na deň pochádzalo z mlieka. Takmer polovica účastníkov štúdie nedosiahla odporúčanie 2 porcií mliečnych výrobkov na deň. Medzi hlavné faktory, ktoré možno identifikovať ako prekážky konzumácie mliečnych výrobkov, patria chuť, čerstvosť a textúra. Konzumenti mliečnych výrobkov mali na základe výsledkov štúdie výrazne vyšší príjem jódu v porovnaní so spotrebiteľmi obmedzujúcimi mlieko a mliečne výrobky (137 μg na deň oproti 41 μg na deň). Autori ďalej zistili, že spotrebiteľské správanie bolo zriedkavo ovplyvnené zdravotníckym pracovníkom (všeobecným lekárom, odborníkom na výživu, dietológom atď.). Konzumentov vyháňajúcich sa mlieku a mliečnym výrobkom znepokojovala udržateľnosť výroby mliečnych potravín, pričom 41 % vnímalo negatívny vplyv na životné prostredie. Zo zdravotného hľadiska sa 25 % domnievalo, že mliečnym výrobkom by sa malo vyhnúť, aby sa obmedzil príjem nasýtených tukov. Nízky príjem mliečnych výrobkov pravdepodobne ovplyvní príjem jódu, ako aj iných živín ako je vápnik a vitamín B₁₂.

Konzumácia mliečnych výrobkov sa však v poslednej dobe spája s prínosmi pre zdravie, od znižovania krvného tlaku a LDL cholesterolu až po prevenciu cukrovky 2. typu a obezity (Tunick a Van Hekken, 2015). Spotreba mliečnych výrobkov má tendenciu klesať s vekom (Dror a Allen, 2014), okrem iného veľká časť žien vo fertilnom veku sa vyhýba mliečnym

výrobkom napriek ich nutričnému významu. Zdravotné a nutričné vlastnosti potravín sa bežne posudzujú podľa ich individuálneho zloženia a obsahu živín. Tento prístup nie veľmi vhodne spája jednu živinu s jedným zdravotným účinkom. Podľa jednej hypotézy sa nasýtené tuky, ktorých zdrojom sú aj mlieko a mliečne výrobky, spájajú s vyššou hladinou cholesterolu. Rastúci počet dôkazov však naznačuje, že postprandiálne reakcie sú silne ovplyvnené potravinovou matricou (Thorning et al., 2017). Historicky bol príjem tukov v strave spojený so zvýšeným rizikom kardiovaskulárnych ochorení v dôsledku zvýšenia sérových koncentrácií cholesterolu a LDL (Griffin, 2017). Táto asociácia viedla k mnohým diétnym usmerneniam navrhujúcim obmedzenie príjmu nasýtených tukov na <10 % celkového energetického príjmu (Koutoukidis a Jebb, 2019). Napriek tomu, že ide o hlavný zdroj nasýtených mastných kyselín, v súčasnosti existuje množstvo dôkazov z prospektívnych štúdií a súvisiacich metaanalýz, ktoré naznačujú, že celkový príjem mliečnych potravín nie je spojený so zvýšeným rizikom KVO (Hjerpsted et al., 2011; Chowdhury et al., 2014; Soedamah-Muthu a de Goede, 2018).

V kontexte znižujúcej sa spotreby mlieka a mliečnych výrobkov z rôznych dôvodov je potrebné vynakladať maximálne úsilie pri vývoji intervencií v oblasti verejného zdravia zameraných na zvýšenie spotreby mlieka a mliečnych výrobkov a v prípade zdravotných obmedzení je potrebné vyvíjať nutrične vhodné alternatívy (nemliečne nápoje fortifikované jódom).

ZÁVER

Výsledky nášho prieskumu ukazujú, že mlieko a mliečne výrobky sú stále plnohodnotnou súčasťou jedálneho slovenskej populácie, vďaka čomu si vieme zabezpečiť uspokojenie výživových potrieb z hľadiska príjmu dôležitých komponentov výživy, jód nevynímajúc. Súčasné trendy alternatívnej výživy a zvýšená prevalencia zdravotných problémov súvisiacich s príjmom mlieka a mliečnych výrobkov majú za následok čoraz rozsiahlejšie obmedzovanie ich využitia vo výžive. V našom prieskume sa však ukázalo, že mlieko je stále vyhľadávané, uprednostňuje sa skôr kravské a polotučné s plnotučným. Aj mliečne výrobky sú súčasťou jedálneho, najmä tvrdé syry, jogurty a ďalšie kyslomliečne výrobky. Z hľadiska obsahu tuku uprednostňujú respondenti skôr tie, ktoré sú prirodzené s normálnym obsahom tuku.

PodĎakovanie: Táto práca vznikla s podporou projektu „Prepojenie vysokoškolského vzdelávania s praxou prostredníctvom implementácie praktickej výučby v rámci nového predmetu *Nutričné poradenstvo*“ (KEGA 003SPU-4/2022) a bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-18-0227.

LITERATÚRA

1. BATH, S.C. – BUTTON, S. – RAYMAN, M.P. 2012. Iodine concentration of organic and conventional milk: implications for iodine intake. *Br J Nutr.* 2012;107:935-940. doi: 10.1017/S0007114511003059
2. BATH, S.C. – HILL, S. – INFANTE, H.G. – ELGHUL, S. – NEZIANYA, C.J. – RAYMAN, M.P. 2017. Iodine concentration of milk-alternative drinks available in the UK in comparison with cows' milk. *Br J Nutr.* 2017;118(7):525-532. doi: 10.1017/S0007114517002136.
3. BATH, S.C. – RAYMAN, M.P. 2016. Trace element concentration in organic and conventional milk –what are the nutritional implications of the recently-reported differences? *Br J Nutr.* 2016;116:3-6. doi: 10.1017/S0007114516001616

4. BATH, S.C. – SLEETH, M.L. – MCKENNA, M. et al. 2014. Iodine intake and status of UK women of childbearing age recruited at the University of Surrey in the winter. *Br J Nutr.* 2014;112:1715-1723.
5. BOUGA, M. – LEAN, M. – COMBET, E. 2018. Dairy products as a source of iodine in the UK, and consumers' perceptions. *Proceedings of the Nutrition Society* 2018;77(OCE2):E30. doi:10.1017/S0029665118000241
6. CONRAD, L.M. – HEMKEN, R.W. 1978. Milk iodine as influenced by an iodophor teat dip. *J Dairy Sci.* 1978;61:776-780. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(78)83648-0
7. DINEVA, M. – RAYMAN, M.P. – BATH, S.C. 2021. Iodine status of consumers of milk alternative drinks v. cows' milk: data from the UK national diet and nutrition survey. *Br J Nutr.* 2021;126:28-36. doi: 10.1017/S0007114520003876
8. DROR, D.K. – ALLEN, L.H. 2014. Dairy product intake in children and adolescents in developed countries: trends, nutritional contribution, and a review of association with health outcomes. *Nutr Rev.* 2014;72(2):68-81. doi: 10.1111/nure.12078.
9. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for iodine. *EFSA Journal.* 2014;12:3660.
10. FLACHOWSKY, G. – FRANKE, K. – MEYER, U. – LEITERER, M. – SCHONE, F. 2014. Influencing factors on iodine content of cow milk. *Eur J Nutr.* 2014;53:351-365. doi: 10.1007/s00394-013-0597-4
11. FOOD STANDARDS AGENCY. 2008. Retail Survey of Iodine in UK produced dairy foods. FSIS 02/08. 2008. Available Dostupné na: <http://tna.europarchive.org/20140306205048/http://www.food.gov.uk/science/research/surveillance/fsisbranch2008/fsis0208>
12. GALTON, D.M. – PETERSSON, L.G. – MERRILL, W.G. – BANDLER, D.K. – SHUSTER, D.E. 1984. Effects of premilking udder preparation on bacterial population, sediment, and iodine residue in milk. *J Dairy Sci.* 1984;67:2580-2589. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(84)81616-1
13. GOSE, M. – KREMS, C. – HEUER, T. et al. 2016. Trends in food consumption and nutrient intake in Germany between 2006 and 2012: results of the German National Nutrition Monitoring (NEMONIT). *Br J Nutr* 2016;115(8):1498-1507.
14. GRIFFIN, B.A. 2017. Serum low-density lipoprotein as a dietary responsive biomarker of cardiovascular disease risk: consensus and confusion. *Nutrition Bulletin* 2017;42:266-273. doi: 10.1111/nbu.12282
15. GROUFH-JACOBSEN, S. – HESS, S.Y. – AAKRE, I. – FOLVEN GJENGEDAL, E.L. – BLANDHOEL PETTERSEN, K. – HENJUM, S. 2020. Vegans, vegetarians and pescatarians are at risk of iodine deficiency in Norway. *Nutrients* 2020;12:3555. doi: 10.3390/nu12113555
16. HERTER-AEBERLI, I. – CHERKAOU, M. – EL ANSARI, N. – ROHNER, R. – STINCA, S. – CHABAA, L. et al. 2015. Iodine supplementation decreases hypercholesterolemia in iodine deficient, overweight women: a randomized controlled trial. *J Nutr.* 2015;145:2067-2075. doi: 10.3945/jn.115.213439
17. HJERPSTED, J. – LEEDO, E. – THOLSTRUP, T. 2011. Cheese intake in large amounts lowers LDL-cholesterol concentrations compared with butter intake of equal fat content. *Am J Clin Nutr.* 2011;94:1479-1484. doi: 10.3945/ajcn.111.022426
18. CHAMBERS, L. 2018. Are plant-based milk alternatives putting people at risk of low iodine intake? *Nutrition Bulletin* 2018;43:46-52. doi: 10.1111/nbu.12305
19. CHOWDHURY, R. – WARNAKULA, S. – KUNUTSOR, S. – CROWE, F. – WARD, H.A. – JOHNSON, L. et al. 2014. Association of dietary, circulating, and supplement fatty acids with coronary risk: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med.* 2014;160:398-406. doi: 10.7326/M13-1788

20. KAJABA, I., ŠTENCL, J., GINTER, E., ŠAŠINKA, M.A., TRUSKOVÁ, I., GAZDÍKOVÁ, K., HAMADE, J., BZDÚCH, V. 2015. Odporúčané výživové dávky pre obyvateľstvo SR (9. revízia). (Recommended Dietary Allowance for Slovaks.) Vestník MZ SR 2015;63(4-5):17-28. file:///C:/Documents%20and%20Settings/user/Dokumenty/vestnik-2015-4-5.pdf
21. KOUTOUKIDIS, D.A. – JEBB, S.A. 2019. Public health nutrition in the UK. *Medicine* 2019;47:199-203. doi: 10.1016/j.mpmed.2018.12.006
22. LECLERCQ, C. – ARCELLA, D. – PICCINELLI, R. et al. 2009. The Italian National Food Consumption Survey INRAN-SCAI 2005-06: main results in terms of food consumption. *Public Health Nutr* 2009;12(12):2504-2532.
23. MA, W. – HE, X. – BRAVERMAN, L. 2016. Iodine content in milk alternatives. *Thyroid* 2016;26:1308-1310. doi: 10.1089/thy.2016.0239
24. MEYER, R. 2013. Alternative milks - What, when and why? *Complete Nutrition* 2013;13:53-55.
25. MOLETI, M. – DI BELLA, B. – GIORGIANNI, G. – MANCUSO, A. – DE VIVO, A. – ALIBRANDI, A. et al. 2011. Maternal thyroid function in different conditions of iodine nutrition in pregnant women exposed to mild-moderate iodine deficiency: an observational study. *Clin Endocrinol.* 2011;74:762-768. doi: 10.1111/j.1365-2265.2011.04007.x
26. PARKER, C.E. – VIVIAN, W.J. – ODDY, W.H. et al. 2012. Changes in dairy food and nutrient intakes in Australian adolescents. *Nutrients* 2012;4(12):1794-1811.
27. PHILLIPS, F. 2011. Are people on dairy-free diets at risk nutritionally? *Dietetics Today* 2011;37.
28. POTRAVINOVÁ BANKA DÁT. 2022. Kompilovaná online databáza nutričného zloženia potravín, Výskumný ústav potravinársky, 2008-2013.
29. QUANN, E.E. – FULGONI, V.L. – AUESTAD, N. 2015. Consuming the daily recommended amounts of dairy products would reduce the prevalence of inadequate micronutrient intakes in the United States: diet modeling study based on NHANES 2007-2010. *Nutr J* 2015;14.
30. SOEDAMAH-MUTHU, S.S. – DE GOEDE, J. 2018. Dairy consumption and cardiometabolic diseases: systematic review and updated meta-analyses of prospective cohort studies. *Curr Nutr Rep.* 2018;7:171-182. doi: 10.1007/s13668-018-0253-y
31. SREDNICKA-TOBER, D. – BARANSKI, M. – SEAL, C.J. – SANDERSON, R. – BENBROOK, C. – STEINSHAMN, H. et al. 2016. Higher PUFA and n-3 PUFA, conjugated linoleic acid, alpha-tocopherol and iron, but lower iodine and selenium concentrations in organic milk: a systematic literature review and meta- and redundancy analyses. *Br J Nutr.* 2016;115:1043-1060. doi: 10.1017/S0007114516000349
32. THORNING, T.K. – BERTRAM, H.C. – BONJOUR, J-P. – DE GROOT, L. – DUPONT, L. – FEENEY, D. et al. 2017. Whole dairy matrix or single nutrients in assessment of health effects: current evidence and knowledge gaps. *Am J Clin Nutr.* 2017;105:1033-1045. doi: 10.3945/ajcn.116.151548
33. TUNICK, M.H. – VAN HEKKEN, D.L. 2015. Dairy Products and Health: Recent Insights *J Agric Food Chem.* 2015;63(43):9381-9388. <https://doi.org/10.1021/jf5042454>
34. VAN DER REIJDEN, O.L. – ZIMMERMANN, M.B. – GALETTI, V. 2017. Iodine in dairy milk: Sources, concentrations and importance to human health. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* (2017) 31:385–95. doi: 10.1016/j.beem.2017.10.004
35. VAN ROSSUM, C.T.M. – BUURMA-RETHANS, E.J.M. – VENNEMAN, F.B.V. – BEUKERS, M. et al. 2016. The diet of the Dutch: results of the first two years of the Dutch national food consumption survey 2012-2016. National Institute for Public Health and the Environment Ministry of Health, Welfare and Sport; 2016.

36. VARELA-MOREIRAS, G. – AVILA, J.M. – CUADRADO, C. et al. 2010. Evaluation of food consumption and dietary patterns in Spain by the Food Consumption Survey: updated information. *Eur J Clin Nutr* 2010;64(S3):S37-43.
37. VELASCO, I. – BATH, S.C. – RAYMAN, M.P. 2018. Iodine as essential nutrient during the first 1000 days of life. *Nutrients* 2018;10:290. doi: 10.3390/nu10030290
38. WILLIAMS, G.R. 2008. Neurodevelopmental and neurophysiological actions of thyroid hormone. *J Neuroendocrinol.* 2008;20:784-794. doi: 10.1111/j.1365-2826.2008.01733.x
39. WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2003. Regional office for Europe, food-based dietary guidelines in the WHO European region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2003.
40. WRIGHT, T. 2012. The practicalities of going dairy-free. *Complete Nutrition* 2012;12:65-67.
41. ZIMMERMANN, M.B. – GALETTI, V. 2015. Iodine intake as a risk factor for thyroid cancer: a comprehensive review of animal and human studies. *Thyroid research* 2015;8:8. doi: 10.1186/s13044-015-0020-8

Kontaktná adresa:

Ing. Martina Gažarová, PhD., Ing.Paed.IGIP, Ústav výživy a genomiky FAPZ SPU v Nitre,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: martina.gazarova@uniag.sk

**CHEMOTAXONOMICKÉ HODNOTENIE OBSAHU ÚČINNÝCH
LÁTOK V RASTLINÁCH RODU *TANACETUM***
**CHEMOTAXONOMIC EVALUATION OF THE CONTENT OF ACTIVE
SUBSTANCES IN PLANTS OF THE GENUS *TANACETUM***

Habán Miroslav^{1,2}, Bihari Maroš³, Habánová Marta³, Halabrín Michal⁴, Ravza Ivan⁵

¹Ústav agronomických vied, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

²Katedra farmakognózie a botaniky, Farmaceutická fakulta, UK v Bratislave

³Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

⁴Absolvent študijného programu farmácia, Farmaceutická fakulta, UK v Bratislave

⁵Študent odboru výživa ľudí, Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

Summary

The aim of the work was to evaluate and compare the content of essential oil and polyphenolic acids in selected plants (*Tanacetum parthenium* L., *Tanacetum balsamita* L., *Tanacetum vulgare* L.) from Slovakia. Both wild and grown in the garden came from the Myjavská pahorkatina mountain range. For each plant, two harvests were made in 2020 and 2021. Distillation of the drug with water was made according to the method given in European Pharmacopoeia Ph. Eur. Suppl. 10.6 and analysis of polyphenolic acids by high-performance liquid chromatography. The highest content of essential oil was determined in *T. balsamita*, the sample was from 19.07.2020. The yield of essential oils of *T. balsamita* and *T. vulgare* samples was higher in 2020. Conversely, the concentration of essential oil in *T. parthenium* was higher in 2021. Samples of wild *T. vulgare* had very similar amounts of essential oil, 0.55% for year 2020 and 0.50% for year 2021. Greater differences in the content of essential oils were between samples of grown in the garden plants. Ferulic acid was the most represented in all samples. Its highest amount was in the *T. vulgare* sample from year 2020. All three plants have proven to be a good source of essential oil, with the results correlating with previously published data.

Key words: *Tanacetum balsamita*, *Tanacetum parhenium*, *Tanacetum vulgare*, essential oil, polyphenolic acids

ÚVOD

Rastliny rodu *Tanacetum* sú v ľudovom liečiteľstve používané pre obsahu biologicky aktívnych zlúčenín. Hlavnými obsahovými látkami sú najmä terpenoidy, seskviterpénové laktóny a flavonoidy (Gören et al., 2002).

Rimbaba obyčajná (*Tanacetum parthenium* L.) je známa už z obdobia Antiky. Pre svoje účinky na ľudský organizmus je v ľudovom liečiteľstve odporúčaná napríklad na uvoľnenie kŕčov, reguláciu menštruačného cyklu, tíšenie zápalu, zníženie horúčky, na podporu trávenia, na zníženie frekvencie a závažnosť migrénových záchvatov a sprievodných javov (Bühningová, 2010). Rimbaba obsahuje partenolid, ktorý patrí k veľmi dôležitým biologicky aktívnym seskviterpénovým laktónom (Pareek et al., 2011), ktorý vykazuje protirakovinovú aktivitu. Štúdie preukázali aj jej protizápalový účinok na ľudský organizmus (Barnes a Anderson, 2007; Pareek et al., 2011).

Vratič balzamový (*Tanacetum balsamita* L.) bol v ľudovom liečiteľstve používaný vo forme záparu pri prechladnutí, zápaloch priedušiek, podráždenom žalúdku, kataroch a na uľahčenie pôrodu. Listy, čerstvo rozdrvené, sa používali na zmiernenie svrbenia po uštipnutí hmyzom (Bremnessová, 1994). Pre svoje účinky bol vratič balzamový často využívaný

v prevencii tráviacich problémov, zápchy, pri ochoreniach žľzníka, pečene. Pripisujú sa mu aj močopudné, spazmolytické a dezinfekčné účinky (Gyógynövény, 2018).

Vratič obyčajný (*Tanacetum vulgare* L.) je jednou z najstarších a najviac rozšírených rastlín používaných v ľudovom liečiteľstve (Gören et al., 2002). Listy a kvety boli používané na stimuláciu kontrakcií maternice, pri rozrušení, žalúdočných problémoch, nadúvaní, ako expektorans, antiseptikum, antibiotikum a antiflogistikum. Pri dne je odporúčaný koreň (Gören et al., 2002). V tradičnej ázijskej a severoafrickej medicíne je známy tiež ako antihelmintikum, karminatívum, spazmolytikum, stimulant brušných vnútorností, tonikum, emmenagogum, antidiabetikum, diuretikum a antihypertenzívum (Devrnja et al., 2012). Pri predávkovaní však vyvoláva vážne otravy (Kresánek a Kresánek, 2008).

Cieľom práce bolo zhodnotiť a porovnať obsah silice a polyfenolických kyselín vo vybraných rastlinách z rodu *Tanacetum* (rimbaba obyčajná, vratič balzamový a vratič obyčajný) zberaných v dvoch vegetačných rokoch 2020 a 2021.

MATERIÁL A METÓDY

Rastlinný materiál použitý na chemotaxonomické laboratórne analýzy tvorili na vzduchu sušené rastliny, získané zo zberov (19. 7. 2021, 3. 8. 2021) v záhrade (300 m n. m.): rimbaba obyčajná (*Tanacetum parthenium* L.), vratič balzamový (*Tanacetum balsamita* L.) a vratič obyčajný (*Tanacetum vulgare* L.) zberaný z pasienka lokalizovaného medzi vrchmi Drviská (412 m n.m.) a Hrebeň (399 m n.m.) v nadmorskej výške 390 m n.m. Zbierali sa celé rastliny, následne sa sušili dva týždne v prítmi, rozložené v tenkej vrstve na sieti, v dobre vetraných priestoroch. Po usušení boli uskladnené až do spracovania. Množstvo silice bolo stanovené destiláciou drogy s vodou podľa metódy uvedenej v Európskom liekopise Ph. Eur. Suppl. 10.6. Destilácia všetkých troch silíc sa vykonala v laboratóriu na Katedre farmakognózie a botaniky Univerzity Komenského v Bratislave. Detekcia obsahu polyfenolických kyselín bola realizovaná vysoko účinnou kvapalinovou chromatografiou (HPLC) podľa metodického postupu v Európskom liekopise v chemickom laboratóriu Katedry udržiavateľného poľnohospodárstva a herbológie, Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre. Namerané údaje boli vyhodnotené PC programom AGILENT Chemstation Rev. B.04 s použitím štandardov polyfenolov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Zbery troch druhov rastlín z rodu *Tanacetum* boli prispôsobené vegetačnej fáze rastlínstva. Boli zaznamenané odlišnosti v obsahu silíc medzi druhmi, ale aj medzi jednotlivými rokmi v rámci druhu, čo možno pripísať rozličným podmienkam, ako napríklad úhrnu zrážok, priemernej dennej teplote vzduchu. Pre *T. vulgare* a *T. balsamita* bol rok 2020 lepší vo vzťahu k výťažnosti silíc. Vyššia výťažnosť silíc pre *T. parthenium* bola v roku 2021. Obsah silíc v jednotlivých vzorkách znázorňuje tabuľka 1. V *T. balsamita* z roku 2020 bol stanovený najvyšší obsah silice 1,20 %, a naopak najmenej silice 0,50 % bolo extrahované zo vzorky *T. vulgare* z roku 2021. Obsah silice v *T. vulgare* z roku 2020 bol 0,55 % a 0,50 % z roku 2021. Medzi jednotlivými rokmi nebol zaznamenaný výrazný rozdiel v obsahoch silíc. Podobné výsledky boli zaznamenané aj v štúdií Raal et al. (2014), v ktorej stanovovali obsah silice zo vzoriek drog pozbieraných z odlišných častí Estónska. Devrnja et al. (2017) stanovili obsah silice 0,32 %, pričom pracovali so vzorkou pochádzajúcou z lokality Ada Huja, Belehrad, Srbsko. Nurzyńska-Wierdak et al. (2022), vykonali analýzu rastlín *T. vulgare* zo 4 rozličných miest s priemerným obsahom silice zo vzoriek 0,86 %, pričom zistili, že najmenej silice (0,70 %) bolo získané z Vratiča rastúceho v plytkej priekope pri ceste. O niečo vyšší obsah (0,80 %) získali zo vzorky, ktorá pochádzala z vlhkej lúky a 0,90 % výťažok zo vzorky

vratiča, ktorý rástol na rekultivovanom pozemku. Najviac silice (1,05 %) zachytili vo vzorke z rudérálnych podmienok. Bączek et al. (2017) vo vzorke vratiča pestovaného zo semien divo rastúcich rastlín v Botanickej záhrady liečivých a aromatických rastlín v Koryciny, Poľsko, získali 1,2 %.

Zo vzorky *T. balsamita* získanej v roku 2020 sa extrahovalo 1,20 % silice, pričom zo vzorky získanej v roku 2021 o jednu tretinu menej (0,80 %). Výťažok vzorky z roku 2020 je druhý najvyšší z doteraz publikovaných údajov. V štúdiu uskutočnenej v Litve, Bylaite et al. (2000) zistili, že najvyšší obsah silice 1,15 % bol v listoch vratiča balzamového pred rozkvitnutím kvetov. V čase kvitnutia bola výťažnosť 0,86 %. Bączek et al. (2017) vo vzorke Vrátiča balzamového z Botanickej záhrady liečivých a aromatických rastlín v Koryciny, Poľsko, stanovili 0,7 % silice. Alizadeh et al. (2017), zo vzoriek vratiča pestovaných vo výskumnej stanici Alborz v Karaj v Iráne, získali 0,59 % silice z vratiča balzamového. V roku 2002 po trojhodinovej vodnej destilácii získali Monfared et al. výťažok 0,25 %. Vzorky boli z okolia Teheránu v Iráne.

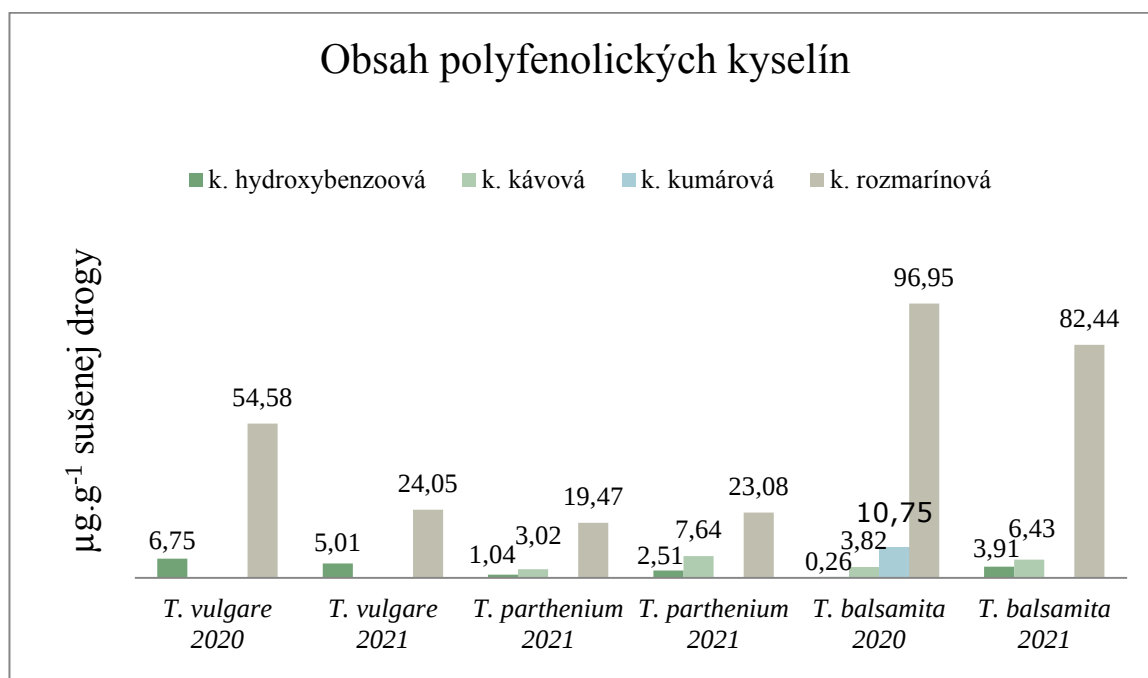
Vzorka *T. parthenium* z roku 2020 obsahovala 0,55 % silice a z roku 2021 to bolo 0,95 % silice. Z *T. parthenium* pestovanej v záhrade v Gente, Belgicko, bol obsah silice zo sušenej drogy stanovený na 0,75 % (De Pooter et al., 1989). Hendriks et al. (1996), sledovali obsah silice počas rôznych fenofáz v rimbabe obvyčajnej pestovanej v Holandsku. Relatívne vysoký obsah zaznamenali v mladých rastlinných častiach v rastovej fenofáze stonkovania (0,53 %), pričom obsah poklesol na začiatku tvorby stoniek na 0,30 %. Najvyššia výťažnosť silice (0,83 %) bola zaznamenaná počas plného kvitnutia. V roku 2019 stanovili Coban et al. obsah silice na 0,62 %. Vzorky pochádzali z divo rastúcich rastlín zbieraných na hore Kose neďaleko mesta Gumushane v Turecku. Najvyšší obsah silice 4,18 % získali Kazemi et al. (2012) vodnou destiláciou s použitím Clavengerovho nadstavca. Hodnoty zistené v našich vzorkách korelujú s údajmi publikovanými aj inými autormi.

Tab. 1 Obsah silice vo vzduchosuchej vňati vybraných druhov rodu *Tanacetum*

Vzorka	Termín zberu	Množstvo vydestilovanej silice [ml]	Objemovo - hmotnostné % [% (V.m ⁻¹)]	Množstvo silice v jednom kilograme drogy [ml.kg ⁻¹]
<i>Tanacetum vulgare</i> , Tanacetum vulgareae herba (neliekopisná droga)				
Vzorka 1	8.8. 2020	0,11	0,55	5,5
Vzorka 2	19.8. 2021	0,10	0,50	5
<i>Tanacetum balsamita</i> - Tanacetum balsamitae herba (neliekopisná droga)				
Vzorka 3	19.7. 2020	0,24	1,2	12
Vzorka 4	3.8. 2021	0,16	0,8	8
<i>Tanacetum parthenium</i> , Tanacetum parthenii herba (liekopisná droga)				
Vzorka 5	19.7. 2020	0,11	0,55	5,5
Vzorka 6	3.8. 2021	0,19	0,95	9,5

Obrázok 1 graficky znázorňuje obsah polyfenolických kyselín, ktorých zastúpenie bolo potvrdené laboratórnymi analýzami. Najväčšie zastúpenie vo všetkých druhoch mala kyselina ferulová. Vo vzorke *T. vulgare* (2020) bolo jej najvyššie množstvo 1770,06 µg.g⁻¹ sušenej drogy. Vo vzorkách *T. parthenium* a *T. balsamita* bol jej obsah vyšší v roku 2021 (643,27 a 593,33 µg.g⁻¹ sušenej drogy) ako v roku 2020 (535,56 a 225,73 µg.g⁻¹ sušenej drogy). Druhou najviac zastúpenou kyselinou bola kyselina rozmarínová. Najvyššie hodnoty kyseliny rozmarínovej boli stanovené vo vzorke *T. balsamita* (2020) s obsahom 96,95 µg.g⁻¹

sušenej drogy a $82,44 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sušenej drogy pre rok 2021. Najvyššie množstvo kyseliny hydroxybenzoovej bolo vo vzorkách *T. vulgare*. Kyselina kávová bola detegovaná len v *T. parthenium* a *T. balsamita*. Kyselinu kumárovú obsahovala v množstve $10,75 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sušenej drogy len vzorka *T. balsamita* z roku 2020. Podobne aj Ivashchenko (2016) identifikoval v *T. balsamita* kyselinu kávovú, kumárovú, chlórógénovú a izochlórógénovú. Vzorky *T. vulgare*, ktoré skúmali Bączek et al. (2017) obsahovali kyselinu cichorovú v množstve $2781,8 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$, k. kávovú $110,22 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$, k. chlórógénovú $925,7 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$, k. rozmarínovú $294,3 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ a ferulovú $199,3 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$. V našich vzorkách boli detegované najväčšie množstvá kyseliny ferulovej a neobsahovali kyselinu kávovú a rozmarínovú. Bączek et al. (2017) identifikovali v *T. balsamita* kyselinu cichorovú $3333,9 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$, chlórógénovú $1368,4 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$, kávovú a rozmarínovú. Kyselinu ferulovú na rozdiel od nás nedetegovali. Nieto Trujillo et al. (2017) sledovali produkciu fenolových kyselín *in vitro* podmienkach v rimbabe obyčajnej. Detegovali kyselinu chlórógénovú, kávovú a salicylovú. V našich vzorkách *T. parthenium* nebola zistená prítomnosť kyseliny salicylovej, ale tiež sme zaznamenali malé množstvá kyseliny kávovej. V štúdií Benassi-Zanqueta et al. (2019), vo vzorkách *T. parthenium* detegovali kyselinu 5-káveoylchínovú, kávovú, 3,4-dikáveoylchínovú, 3,5-dikáveoylchínovú a kyselinu 4,5-dikáveoylchínovú.



Obr. 1 Grafické znázornenie obsahu detegovaných polyfenolických kyselín v troch druhoch rodu *Tanacetum* z rokov 2020 a 2021

ZÁVER

Chemickým zložením ako aj príslušným farmakologickým účinkom rastlín rodu *Tanacetum* sa zaoberá mnoho štúdií. Vňať rimbaby obyčajnej sa používa ako tradičný rastlinný liek pri prevencii migrény. Vybrané druhy sú nositeľmi zaujímavých vlastností, ktoré vyvolávajú záujem odbornej verejnosti o kultiváciu a získavanie účinných látok. Záujem o tieto rastliny stúpa hlavne kvôli obsahu zaujímavých látok, ako sú silice, seskviterpénové laktóny a horčiny, ktoré vykazujú biologické aktivity, napríklad regulácia rastu, cytotoxicita, enzýmová inhibícia, antimikrobiálne, expektoračné, antiseptické, vermifugálne a spazmolytické vlastnosti.

Zo zistených údajov vyplýva, že najvyšší obsah silice (1,20%), bol stanovený v *T. balsamita*. Vo vzorkách *T. balsamita* a *T. vulgare* bola výťažnosť silíc vyššia v roku 2020 v porovnaní s výťažnosťou silice v *T. parthenium*, ktorá bola vyššia v roku 2021. Výsledky potvrdili, že vzorky z pestovaných rastlín mali vyšší obsah silice ako vzorky z voľne rastúceho vratiča obyčajného.

Z polyfenolických kyselín prevládala kyselina ferulová vo všetkých druhoch. Najväčšie množstvo 1770,06 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ v sušenej drogy bolo potvrdené vo vzorke *T. vulgare* z roku 2020. Kyselina rozmarínová bola druhou najviac zastúpenou vo vzorke *T. balsamita* pre rok 2020 96,95 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ a pre rok 2021 82,44 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sušenej drogy, a práve tieto množstvá boli vyššie ako v ostatných vzorkách. V každej vzorke, aj keď len v malom množstve, bola prítomná kyselina hydroxybenzoová. Kyselina kávová bola detegovaná v pestovaných rastlinách *T. parthenium* a *T. balsamita*. Vo vzorke *T. balsamita* z roku 2020 bola zistená aj prítomnosť kyseliny kumárovej. Všetky vzorky mali porovnateľné množstvo silice podobne ako uvádzajú autori z iných krajín. Kvantitatívno-kvalitatívna analýza poukázala aj na variabilitu obsahu a prítomností polyfenolických kyselín. Pre ďalší výskum bude vhodné analyzovať vzorky rôznych druhov rodu *Tanacetum* na obsah aktívnych fytochemických látok aj z iných lokalít, pre efektívne spracovanie a využitie drogy v rôznych oblastiach priemyslu.

PodĎakovanie: príspevok vznikol vďaka finančnej podpore z projektu VEGA 1/0749/21: Environmentálny skrining premenlivosti sekundárnych metabolitov rastlinných prírodných zdrojov v pôdno-klimatických podmienkach Slovenska (70 %) a projektu financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja IMTS 313011V344: Dlhodobý strategický výskum prevencie, intervencie a mechanizmov obezity a jej komorbidít (30 %).

Autori príspevku ďakujú Ing. Ľ. Viglašskej, PhD a Ing. Ľ. Kobidovi za pomoc pri laboratórnych analýzach.

LITERATÚRA

1. ALIZADEH, M. – JAFARI, A. – SAYEDIAN, S. 2017. Evaluation of Aerial Biomass Yield and Essential Oil Content of Seven Species of *Tanacetum*. *Journal of Horticultural Research* 2017;25(1):19-25. doi: <https://doi.org/10.1515/johr-2017-0002>
2. BĄCZEK, K.B. – KOSAKOWSKA, O. – PRZYBYŁ, J. L. – et al. 2017. Antibacterial and antioxidant activity of essential oils and extracts from costmary (*Tanacetum balsamita* L.) and tansy (*Tanacetum vulgare* L.). *Industrial Crops and Products* 2017;102:154-163. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.03.009>
3. BARNES, J. – ANDERSON, L.A. 2007. *Herbal medicines*. 3. vyd. London: Pharmaceutical Press. 710 s. ISBN 978-0-85369-623-0.
4. BENASSI-ZANQUETA, E. – MARQUES, C.F. – VALONE, L.M. – et al. 2019. Evaluation of anti-HSV-1 activity and toxicity of hydroethanolic extract of *Tanacetum parthenium* (L.) Sch.Bip. (Asteraceae). *Phytomedicine* 2019;55:249-254. doi: <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.06.040>
5. BREMNESSOVÁ L. 1994. *Byliny, zdravie, krása a radosť*. Bratislava: Fortuna Print 284 s. ISBN 80-7153-071-9.
6. BÜHRINGOVÁ U. 2010. *Všetko o liečivých rastlinách*. Bratislava: Ikar a.s. 360 s. ISBN 978-80-551-1955-7.
7. BYLAITE, E. – VENSKUTONIS, R. – ROOZEN, J.P. – POSTHUMUS, M.A. 2000. Composition of essential oil of costmary [*Balsamita major* (L.) Desf.] at different growth phases. *J Agric Food Chem* 2000;48(6):2409-2414. doi: 10.1021/jf990245z

8. COBAN, F. – OZER, H. – METE, E. 2019. Essential Oil Composition of *Tanacetum parthenium* from Eastern Black Sea Region, Turkey. *Agric. conspec. sci.* 2019;84(1):91-94.
9. DE POOTER, H.L. – VERMEESCH, J. – SCHAMP, N.M. 1989. The Essential Oils of *Tanacetum vulgare* L. and *Tanacetum parthenium* (L.) Schultz-Bip. *Journal of Essential Oil Research* 1989;1(1):9-13. doi: 10.1080/10412905.1989.9699438
10. DEVRNJA, N. – ANĐELKOVIĆ, B. – ARANĐELOVIĆ, S. – et al. 2017. Comparative studies on the antimicrobial and cytotoxic activities of *Tanacetum vulgare* L. essential oil and methanol extracts. *S Afr J Bot.* 2017;111:212–221. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2017.03.028>
11. DEVRNJA, N. – MILOJEVIĆ, J. – TUBIĆ, L. – et al. 2012. Pollen Morphology, Viability, and Germination of *Tanacetum vulgare* L. *HortScience horts* 2012;47(3):440-442. doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.3.440>
12. GÖREN, N. – ARDA, N. – ÇALISKAN, Z. 2002. Chemical characterization and biological activities of the genus *Tanacetum* (Compositae). *Studies in Natural Products Chemistry* 2002;27(Part H):547-658. doi: [https://doi.org/10.1016/S1572-5995\(02\)80044-8](https://doi.org/10.1016/S1572-5995(02)80044-8)
13. GYÓGYNÖVÉNY H., 2018. *100 užitočných liečivých rastlín*. Nemzetstratégiai Kutatóintézet: Méry Ratio Kiadó 112 s. ISBN 978-615-5700-54-5. Dostupné na: https://herbaland.net/Herbaland_ABC.pdf
14. HENDRIKS, H. – BOS, R. – WOERDENBAG, H.J. 1996. The Essential Oil of *Tanacetum parthenium* (L.) Schultz-Bip. *Flavour Fragr. J.* 1996;11(6):367-371. doi: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1026\(199611\)11:6<367::AID-FFJ598>3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1026(199611)11:6<367::AID-FFJ598>3.0.CO;2-R)
15. IVASHCHENKO, I.V. 2016. Chromatographic analysis of phenolic compounds of *Tanacetum balsamita* L. (Asteraceae) under the conditions of introduction in Zhytomir Polissya. *Fiziol. rast. genet.* 2016;48(2):178-183. doi: <https://doi.org/10.15407/frg2016.02.178>
16. KAZEMI, M. – MOUSAVI, E. – BANDREZ, N. 2012. Chemical Compositions and Antibacterial Activity of the Essential Oils of *Thymus vulgaris* and *Tanacetum parthenium*. *Research Journal of Soil Biology* 2012;4(2):21-31. doi: 10.3923/rjsb.2012.21.31
17. KRESÁNEK, J. – KRESÁNEK, J. 2008. *Atlas liečivých rastlín a lesných pľodov*. Martin: Osveta, s r.o. 424 s. ISBN 978-80-8063-292-2.
18. MONFARED, A. – DAVARANI, S.S.H. – RUSTAIYAN, A. – MASOUDI, S. 2002. Composition of the Essential Oil of *Tanacetum balsamita* L. ssp. *balsamitoides* (Schultz Bip.) Grierson from Iran. *Journal of Essential Oil Research* 2002;14(1):1-2. doi: 10.1080/10412905.2002.9699741
19. NIETO TRUJILLO, A. – BUENDÍA GONZÁLEZ, L. – GARCÍA MORALES, C. – et al. 2017. PHENOLIC COMPOUNDS AND PARTHENOLIDE PRODUCTION FROM in vitro CULTURES OF *Tanacetum parthenium*. *Revista Mexicana De Ingeniería Química* 2017;16(2): 371-383. doi: <https://doi.org/10.24275/rmiq/Bio709>
20. NURZYŃSKA-WIERDAK, R. – SAŁATA, A. – KNIAZIEWICZ, M. 2022. Tansy (*Tanacetum vulgare* L.)—A Wild-Growing Aromatic Medicinal Plant with a Variable Essential Oil Composition. *Agronomy* 2022;12(2):277. doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy12020277>
21. PAREEK, A. – SUTHAR, M. – RATHORE, G.S. – BANSAL, V. 2011. Feverfew (*Tanacetum parthenium* L.): A systematic review. *Pharmacogn Rev* 2011;5(9):103-110. doi: 10.4103/0973-7847.79105

22. RAAL, A – ORAV, A. – GRETCHUSHNIKOVA, T. 2014. Essential Oil Content and Composition in *Tanacetum vulgare* L. Herbs Growing Wild in Estonia. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 2014;17(4):670-675. doi: 10.1080/0972060X.2014.958554

Kontaktná adresa:

doc. Ing. Miroslav Habán, PhD., Ústav agronomických vied FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: miroslav.haban@uniag.sk a Katedra farmakognózie a botaniky FF UK v Bratislave, Odbojárov 10, 832 32 Bratislava, Slovenská republika, e-mail: haban@fpharm.uniba.sk

VONKAJŠIA A VNÚTORNÁ KVALITA VAJEC ARAUKANY EXTERNAL AND INTERNAL QUALITY OF ARAUCANA EGGS

Hrnčár Cyril¹, Melenec Kristián¹, Hanusová Emília², Hanus Anton², Šimonová Nikoleta³, Bujko Jozef⁴

¹Institute of Animal Husbandry, Faculty of Agrobiological and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra

²Department of Small Farm Animals, National Agricultural and Food Centre - Research Institute for Animal Production Nitra

³Institute of Applied Biology, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture in Nitra

⁴ Institute of Nutrition and Genomics, Faculty of Agrobiological and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra

Summary

The aim of the work was to analyse of changes in external and internal characteristics of eggs of Araukana hens during laying cycle. A total of 350 eggs were collected to study for egg weight (g), egg shape index (%), eggshell weight (g), eggshell proportion (%), eggshell thickness (mm), yolk weight (g), yolk proportion (%), yolk index (%), yolk colour (°HLR), albumen weight (g), albumen proportion (%), albumen index (%) and Haugh units score in 26, 31, 36, 41, 46, 51 and 56 weeks of age (30 eggs for each age). The results showed that as the laying cycle of hens progressed, the egg weight and egg shape index were increased ($P \leq 0.05$). During laying period increased ($P \leq 0.05$) yolk weight and yolk proportion in the egg mass, whereas the albumen proportion and Haugh unit score decreased ($P \leq 0.05$) with age of hens. The quality of yolk and albumen decreased ($P \leq 0.05$) as the laying cycle advanced. The other results showed that eggshell proportion and eggshell thickness were reduced ($P > 0.05$), especially by the end of laying cycle.

Key words: Araukana, hen, egg, laying, egg quality

INTRODUCTION

Currently, the use of Araukana chicken breed is spreading among amateur breeders and owners of agro-tourism farms. Adult hens weigh up to 1500 g on average, and cockerels up to 2500 g. According to information obtained from amateur breeders, hens of this breed begin laying at the age of 155 to 180 days and lay between 160 and 190 eggs a year, with an average weight of 50 g (Biesiada-Drzazga, 2017).

Chickens of this breed make very good use of chicken runs, on which they feed and readily eat on-farm feed. A disadvantage of this breed is their very poor egg fertilisation rate and particularly low hatchability, from both set eggs and fertilised eggs. The rise in their popularity is mainly due to their attractive appearance, interesting eggshell colour and the beneficial composition of its eggs, including, according to many amateur farmers, their low cholesterol content (Glutemirian et al., 2009; Pintea et al., 2012; Biesiada-Drzazga et al., 2014).

The egg quality parameters are under the influence of a number of factors and major one of which is the breed or variety of the observed chicken. From the point of view of consumers, egg weight is the most important quality trait. Among many quality characteristics, external factors including cleanliness, freshness, egg weight and shell weight are important in consumer's acceptability of shell eggs (Song, 2000; Adeogun and Amole, 2004; Dudusola, 2010).

The internal quality of egg is very important from the consumers view point but it cannot be assessed without breaking the egg. The interior of hen's egg consists of the yolk and white or albumen. Interior characteristics such as yolk index, Haugh unit and chemical composition are also important in egg product industry as the demand for liquid egg, frozen egg, egg powder and yolk oil increases (Scott and Silversides, 2001; Hrnčár et al., 2014; Hrnčár et al., 2016).

The present study was conducted to evaluate of some parameters of external and internal egg quality during lying period of Araukana hens.

MATERIAL AND METHODS

The study was performed in the laboratory of the Institute of Animal Husbandry at the Faculty of Agrobiological and Food Resources of Slovak University of Agriculture in Nitra. A total of 350 eggs were collected to study for external and internal egg quality in 26, 31, 36, 41, 46, 51 and 56 weeks of age (30 eggs for each age).

Egg weight was individually determined to 0.01 g accuracy using a laboratory scale Owa Labor (VEB Wägetechnik Rapido, Germany). Egg length (along the longitudinal axis) and egg width (along the equatorial axis) were measured with a micrometer. Egg shape index was calculated as the ratio of egg width to length (%) by the method of Anderson et al. (2004). After the eggs were broken, eggshells were washed with water and dried in order to clean the remaining albumen. Following this procedure, shell weight (with membrane) was measured using a laboratory scale Owa Labor (VEB Wägetechnik Rapido, Germany) and the percentage proportion of the shell in the egg was determined. Eggshell thickness (with membrane) was measured at the sharp poles, blunt poles and equatorial parts of each egg. Eggshell thickness was obtained from the average values of these three parts.

The albumen weight was calculated from the difference between the egg weight, and the yolk and shell weight and the percentage proportion of the albumen in the egg was determined. Albumen index (%) was determined by the method of Alkan et al. (2010) on the basis of the ratio of the thick albumen height (mm) measurement taken with a micrometer to the average of width (mm) and length (mm) of this albumen with 0.01mm accuracy. Haugh unit score was calculated according to the procedure of Haugh (1937).

Yolk weight with 0.01 g accuracy was determined using the laboratory scale Owa Labor (VEB Wägetechnik Rapido, Germany) and its percentage proportion was calculated. Yolk index (%) was measured on the basis of the ratio of the yolk height (mm) to the yolk width (mm) by the method of Funk (1948) using micrometer with 0.01 mm accuracy. Yolk colour was determined with the scale of Hoffman La Roche.

The evaluated variables were submitted to analysis of variance using JASP 0.8.6 software (JASP, 2018). The significance of differences ($P \leq 0.05$) among the chicken breeds was tested by the Duncan Multiple Range Test (Duncan, 1955).

RESULTS AND DISCUSSION

As shown in Table 1, egg weight of Araukana hens was statistically significant ($P \leq 0.05$) increased by the age of hens (from 47.62 ± 2.88 g in 26 weeks of age to 51.54 ± 3.82 g in 56 weeks of age). Tona et al. (2004) found that egg weight of Cobb 500 hybrid hens aged 35 and 45 weeks was 66.44 g and 70.56 g, respectively, and it was higher than in our experiment. Equally to our experiment, Amem and Al-Daraji (2011) observed a successive increase in egg weight as the Cobb 500 hybrid hens grew older. Adamski (2008) recorded that average egg weight of Hubbard Flex hybrid hens increased by about 2.5 g within each three-week interval. Present study showed significantly ($P \leq 0.05$) increase egg shape index as the

laying period progressed (from 74.12 ± 2.14 % in 26 weeks to 75.67 ± 2.99 % in 56 weeks of age) because eggs become more elongated (Nowaczewski et al., 2010; Kontecka et al., 2011).

Tab. 1 Effect of age on egg and eggshell characteristics

Week of age	Egg weight (g)	Egg shape index (%)	Eggshell weight (g)	Eggshell proportion (%)	Eggshell thickness (µm)
26.	47.62 ± 2.88	74.12 ± 2.14	4.77 ± 0.45	10.21 ± 0.52	346.21 ± 24.87
31.	48.21 ± 3.03	74.18 ± 2.21	4.91 ± 0.51	10.18 ± 0.55	345.99 ± 24.43
36.	49.73 ± 3.26	74.36 ± 2.34	5.04 ± 0.59	10.14 ± 0.51	345.61 ± 23.88
41.	50.11 ± 3.42	74.73 ± 2.63	5.06 ± 0.58	10.09 ± 0.49	345.17 ± 23.50
46.	50.78 ± 3.72	74.92 ± 2.88	5.09 ± 0.61	10.01 ± 0.52	344.87 ± 23.34
51.	51.09 ± 3.77^a	75.23 ± 2.91^a	5.10 ± 0.67^a	9.97 ± 0.48	344.78 ± 23.11
56.	51.54 ± 3.82^a	75.67 ± 2.99^a	5.11 ± 0.66^a	9.92 ± 0.46	344.12 ± 23.08

^a means in a row with different superscript differ significantly

The eggshell percentage proportion in the Araukana egg mass was proved to have no significantly lower ($P > 0.05$) values with increasing hen age (from 10.21 ± 0.52 % in 26 weeks to 9.92 ± 0.46 % in 56 weeks of age). However, eggshell weight was higher ($P \leq 0.05$) in hens in 56 weeks (5.11 ± 0.66 g) than in 26 weeks (4.77 ± 0.45 g) of age (Table 1). We found no statistically significant ($P > 0.05$) reduction in the eggshell thickness during laying period (from 346.21 ± 24.87 µm in 26 weeks to 344.12 ± 23.08 µm in 56 weeks of age). Yilmaza and Bozkurt (2009) found statistically deterioration of eggshell characteristics for increased age of hens from 28 to 80 weeks of age.

According to Table 2, we recorded significantly increase ($P \leq 0.05$) of yolk weight in relation with progressing age of hens (13.76 ± 1.59 g in 26 weeks vs. 15.91 ± 1.93 g in 56 weeks of age). Peebles a Brake (1987) recorded that egg from older broiler breeders (aged 58 weeks) had a higher yolk weight compared with hen in start of laying period (22 weeks of age). Similar conclusions were also published by Hrnčár et al. (2017) for the Oravka chicken breed. During laying cycle we found a significant increase ($P \leq 0.05$) in the yolk percentage from 28.89 ± 1.45 % in 26 weeks to 30.88 ± 1.77 % in 56 weeks of age. The reduction in the yolk index value in our experiment (44.98 ± 1.39 % in 26 weeks vs. 43.14 ± 1.09 % in 56 weeks of age) with advancing of laying period may indicate decrease of yolk quality. The results of studies on broiler breeders made by Amem and Al-Daraji (2011) also provide unequivocal results. The authors found a higher yolk height value in birds aged 58 weeks, as compared with the age of 54 and 62 weeks. Yolk colour was in interval from 11.07 ± 1.03 °HLR in 56 weeks of age to 11.87 ± 1.02 °HLR in 26 weeks of age.

Tab. 2 Effect of age on yolk and albumen characteristics

Week of age	Yolk weight (g)	Yolk proportion (%)	Yolk index (%)	Yolk color (°HLR)
26.	13.76 ± 1.59	28.89 ± 1.45	44.98 ± 1.39	11.87 ± 1.02
31.	14.05 ± 1.62	29.16 ± 1.42	44.65 ± 1.31	11.84 ± 1.03
36.	14.68 ± 1.69	29.52 ± 1.52	44.34 ± 1.28	11.79 ± 1.01
41.	14.97 ± 1.77	29.87 ± 1.55	44.22 ± 1.27	11.43 ± 1.01
46.	15.25 ± 1.81 ^a	30.04 ± 1.59	43.88 ± 1.18	11.29 ± 1.03
51.	15.61 ± 1.85 ^a	30.56 ± 1.67 ^a	43.51 ± 1.11	11.16 ± 1.02
56.	15.91 ± 1.93 ^a	30.88 ± 1.77 ^a	43.14 ± 1.09 ^a	11.07 ± 1.03

^a means in a row with different superscript differ significantly

The results in Table 3 showed that there is significantly increase ($P \leq 0.05$) of albumen weight in relation with progressing age of hens (29.09 ± 2.54 g in 26 weeks and 30.53 ± 2.97 g in 56 weeks of age), whilst albumen proportion decrease during laying period (60.90 ± 2.31 % in 26 weeks and 59.20 ± 2.55 % in 56 weeks of age). Pirsaraei et al. (2011) recorded that egg from older broiler breeders (aged 58 weeks) had a lower white weight compared with hen at the start of egg laying (22 weeks of age). This fact indicates deterioration of this characteristic with hen age Present study showed significantly ($P < 0.05$) decrease albumen index from 6.91 ± 1.09 % in 26 weeks to 6.69 ± 1.04 % in 56 weeks of age. We found decrease ($P \leq 0.05$) of number of Haugh units score by progressing age of hens (from 89.76 ± 3.08 in 26 weeks of age to 87.19 ± 2.68 in 56 weeks of age). Albumen characteristics (albumen index, Haugh units) gradually worsened with the increasing age of the Van Den Brand (2004) and Akyurek and Okura (2009). The mean number of Haugh unit score obtained in our experiment was about 10.2 points higher than that observed by Amem and Al-Daraji (2011) for the same broiler breeders Cobb 500 of the same age. Tona et al. (2004) proved similar tendencies.

Tab. 3 Effect of age on yolk and albumen characteristics

Week of age	Albumen weight (g)	Albumen proportion (%)	Albumen index (%)	Haugh unit score
26.	29.09 ± 2.54	60.90 ± 2.55	6.91 ± 1.09	89.76 ± 3.08
31.	29.25 ± 2.61	60.66 ± 2.52	6.89 ± 1.08	89.49 ± 2.98
36.	30.01 ± 2.66	60.34 ± 2.49	6.83 ± 1.08	89.08 ± 2.95
41.	30.08 ± 2.75	60.04 ± 2.45	6.78 ± 1.07	88.68 ± 2.89
46.	30.14 ± 2.88	59.95 ± 2.39	6.77 ± 1.07	88.17 ± 2.81
51.	30.38 ± 2.91 ^a	59.47 ± 2.34	6.72 ± 1.05	87.62 ± 2.77 ^a
56.	30.53 ± 2.97 ^a	59.20 ± 2.31 ^a	6.69 ± 1.04 ^a	87.19 ± 2.68 ^a

^a means in a row with different superscript differ significantly

CONCLUSIONS

In conclusion, the findings of our experiment showed that egg weight, egg shape index, yolk proportion, eggshell weight, albumen weight and yolk weight increased by progressed of laying period, whereas eggshell proportion and albumen proportion decreased. The quality of eggshell, yolk and albumen deteriorated during reproductive season of hens. Eggshell thickness was reduced by the end of laying cycle.

Acknowledgments: This publication was supported by the Operational Programme Integrated Infrastructure within the project: Sustainable smart farming systems taking into account the future challenges 313011W112, cofinanced by the European Regional Development Fund.

REFERENCES

1. ADAMSKI, M. 2008. Relationships between the morphological composition of eggs and the hatchability of chicks of selected bird species Rozprawa 130. Wyd. UTP, Bydgoszcz, 2008, 103 pp. (in Polish).
2. ADEOGUN, I. O. – AMOLE, F. O. 2004. Some quality parameters of exotic chicken eggs under different storage conditions. Bulletin of Animal Health and Production in Africa 2004;52:43-47.
3. AKYUREK, H., – OKURA, A. 2009. Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. Journal of Animal and Veterinary Advances 2009;8:1953-1958
4. ALKAN, S. – KARABAĞ, K. – GALIÇ, A. – KARSLI, T. – BALCIOĞLU, M.S. 2010. Effects of selection for body weight and egg production on egg quality traits in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) of different lines and relationships between these traits. Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi 2010;16:239-244. doi:10.9775/kvfd.2009.633
5. AMEM, H.M.M. – AL-DARAJI, J.H. 2011. Zinc improves egg quality in Cobb 500 broiler breeder females. International Journal of Poultry Science 2011;10:471-476. doi: 10.3923/ijps.2011.471.476
6. ANDERSON, K.E. – THARRINGTON, J.B. – CURTIS, P.A. – JONES, F.T. 2004. Shell characteristics of eggs from historic strains of single comb white leghorn chickens and relationship of egg shape to shell strength. International Journal of Poultry Science 2004;3:17-19. doi:10.3923/ijps.2004.17.19
7. BIESIADA-DRZAZGA, B. – BANASZEWSKA, D. – ANDRASZEK, K. – BOMBIK, E. – KAŁUŻA, H. – ROJEK, A. 2014. Comparison of egg quality of free range Aracuna and Green-legged Partridge chickens. Archiv für Geflügelkunde 2014;78:1-8. doi: 10.1399/eps.2014.36
8. BIESIADA-DRZAZGA, B. 2017. Quality of Araucana eggs. European Poultry Science 2017;81: 1-11. doi: 10.1399/eps.2017.208
9. DUDUSOLA, I. O. 2010. Comparative evaluation of internal and external qualities of eggs from quail and guinea fowl. International Research Journal of Plant Science 2010;1:112-115.
10. DUNCAN, D. B. 1955. Multiple ranges and multiple F-test. Biometric 1955;11:10-42. doi: 10.2307/3001478
11. FUNK, E.M. 1948. The relation of yolk index determined in natural position to the yolk index as determined after separating the yolk from the albumen. Poultry Science 1948; 27:367. <https://doi.org/10.3382/ps.0270367>
12. GLUTEMIRIAN, M.L. – VAN NIEUVWENHOVE, C. – PEREZ CHAIA, A. – APELLA, M.C. 2009. Physical and chemical characterization of eggs from Araucana hens of free range fed in Argentina. Journal of the Argentine Chemical Society 2009;97:19-30.
13. HAUGH, R. 1937. The Haugh unit for measuring egg quality. U.S. Egg & Poultry Magazine 1937;43:552-555, 573.
14. HRNČÁR, C. – BIESIADA-DRZAZGA, B. – NIKOLOVA, N. – HANUSOVÁ, E. – HANUS, A. – BUJKO, J. 2016. Comparative analysis of the external and internal egg

- quality in different pure chicken breeds. *Acta fytotechnica et zootechnica* 2016;19:123-127. DOI:10.15414/afz.2016.19.si.123-127
15. HRNČÁR, C. – GAŠPAROVIČ, M. – HANUSOVÁ, E. – HANUS, A. – PISTOVÁ, V. – ARPÁŠOVÁ, H. – FIK, M. – BUJKO, J. – GAŠPARÍK, J. 2017. Analysis of changes in egg quality of autochthonous chicken breed Oravka during laying period. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies* 2017;50:229-233.
 16. HRNČÁR, C. – HANUSOVÁ, E. – HANUS, A. – BUJKO, J. 2014. Effect of genotype on egg quality characteristics of Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Slovak Journal of Animal Science* 2014;47:6-11.
 17. JASP 0.8.6 software 2018. Available on <https://jasp-stats.org/>
 18. KONTECKA, H. – WOŹNICKA, J. – WITKIEWICZ, K. – NOWACZEWSKI, S. 2011. Laying, egg and hatchability characteristics in ostrich (*Struthio camelus*) at different age. *Folia Biologica (Krakow)* 2011;59:163-167. doi: 10.3409/fb59_3-4.163-167
 19. NOWACZEWSKI, S. – WITKIEWICZ, K. – KONTECKA, H. – KRYSTIANIAK, S. – ROSIŃSKI, A. 2010. Eggs weight of Japanese quail vs. eggs quality after storage time and hatchability results. *Archiv fur Tierzucht* 2010;53:720-731. doi:10.5194/aab-53-720-2010
 20. PEEBLES, E.D. – BRAKE J. 1987. Eggshell quality and hatchability in broiler breeder eggs. *Poultry Science* 1987;66:596-604. <https://doi.org/10.3382/ps.0660596>
 21. PINTEA, A. – DULF, F.V. – BUNEA, A. – MATEA, C. – ANDREI, S. 2012. Comparative analysis of lipophilic compounds in eggs of organically raised ISA Brown and Araucana hens. *Chemical Papers* 2012;66:955-963. <https://doi.org/10.2478/s11696-012-0219-2>
 22. PIRSARAEI, Z.A. – SAKI, A.A. – KAZEMI FARD, M. – SALEH, H. 2011. Effect of dietary tallow level on broiler breeder performance and hatching egg characteristics. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 2011;10:1287-1291. doi: 10.3923/javaa.2011.1287.1291
 23. SCOTT, T. A. – SILVERSIDES, F. G. 2001. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Science* 2001;80:1245-1248. <https://doi.org/10.1093/ps/80.8.1240>
 24. SONG, K. T. – CHOI, S. H. – OH, H. R. 2000. A Comparison of egg quality of Pheasant, Chukar, Quail and Guinea fowl. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 2000; 13:986-990. doi:10.5713/ajas.2000.986
 25. TONA, K. – ONAGBESAN, O. – DE KETELAERE, B. – DECUYPERE, E. – BRUGGEMAN, V. 2004. Effects of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability, chick quality, chick weight, and chick posthatch growth to forty-two days. *Journal of Applied Poultry Research* 2004;13:10-18. <https://doi.org/10.1093/japr/13.1.10>
 26. VAN DEN BRAND, H. – PARMENTIER, H.K. – KEMP, B. 2004. Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. *British Poultry Science* 2004;45:745-752. doi: 10.1080/00071660400014283
 27. YILMAZA, A. – BOZKURT, Z. 2009. Effects of hen age, storage period and stretch film packaging on internal and external quality traits of table eggs. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies* 2009;42:462-469.

Contact address:

doc. Ing. Cyril Hrnčár, PhD., Institute of Animal Husbandry FAFR SUA in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: cyril.hrnear@uniag.sk

MÄSOVÁ ÚŽITKOVOSŤ PLEMENA KÚR HODVÁBNIČKA
V POST-PRODUKČNOM OBDOBÍ
MEAT PERFORMANCE OF SILKIE CHICKEN BREED
IN POST-PRODUCTION PERIOD

Hrnčár Cyril¹, Moravčík Jakub¹, Bučko Ondřej¹, Hanusová Emília², Hanus Anton², Šimonová Nikoleta³, Bujko Jozef⁴

¹Institute of Animal Husbandry, Faculty of Agrobiological and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra

²Department of Small Farm Animals, National Agricultural and Food Centre – Research Institute for Animal Production Nitra

³Institute of Applied Biology, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture in Nitra

⁴Institute of Nutrition and Genomics, Faculty of Agrobiological and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra

Summary

In this study we evaluated the carcass parameters and meat quality of cockerels and hens of the Silkie breed in post-production period in small-scale breeding conditions. Ten cocks and ten hens of each chicken breeds after the end of the reproductive cycle were then slaughtered for the carcass characteristics: live weight at slaughter, hot carcass weight, and chilled carcass weight were determined. Portion yields and dissection characteristics were measured. To evaluate the chemical composition, we removed the breast muscle (*musculus pectoralis major*) and the thigh muscle (*musculus biceps femoris*) without skin. Selected indicators of the chemical composition of meat were determined by spectrophotometric method on a sample of 100 g of breast and thigh muscle. Based on the analysis of carcass parameters of 5 cocks and 5 hens, we can state that the cockerels were statistically significantly higher ($P \leq 0.01$) body weight and carcass weight. We recorded statistically significant differences ($P \leq 0.05$) in breast and thigh proportion from carcass body. The abdominal fat proportion was statistically significantly higher ($P \leq 0.01$) in Silkie hens than in cocks. The results of this work show that the carcass yield of cockerels and hens was similar ($P > 0.05$). In the evaluation of meat quality, we recorded a statistically significant effect ($P \leq 0.05$) of sex on content of protein, fat and cholesterol in the breast and thigh muscle samples. There are statistically significant ($P \leq 0.05$) effects of sex on some amino acids and fatty acids in breast and thigh muscle samples of Silkie poultry.

Key words: Silkie chicken, cockerel, hen, carcass parameters, meat quality

INTRODUCTION

Today, Silkies are one of the most popular and ubiquitous ornamental breeds of chicken. They are often kept as ornamental fowl or pet chickens by backyard keepers, and are also commonly used to incubate and raise the offspring of other chickens and waterfowl like ducks, geese and game birds such as quail and pheasants (Ekarius, 2007).

Silkie fowl has mainly white and black colored feather along with several other colors. The feathers of this chicken breed do not have flat webs like other chickens. They have also abnormal barbules and no barbicels and, therefore, result a silky appearance. Original Silkie fowls are mild, short, along with small and long head but short neck. Thus, for having above mentioned special feature characteristics (Chen et al., 2008).

Silkie fowl has internal hyperpigmentation. In various organs of Silkie fowl like perimysium of the muscle, the surface of bones, trachea, mesentery, digestive canals, ovary and testis, the internal hyperpigmentation of the surface has been observed. Such visceral pigmentation is extremely rare in higher vertebrates (Muroya et al., 2000).

The cocks of Silkie fowls weigh from 1.1 kg to 1.8 kg, while the hens weigh from 0.9 kg to 1.1 kg (Chen et al., 2008; Choo et al., 2014).

The objective of the current study was evaluated to effect of sex on meat quality of Silky fowl.

MATERIAL AND METHODS

The study was performed in the laboratories of the Institute of Animal Husbandry at the Faculty of Agrobiological and Food Resources of Slovak University of Agriculture in Nitra. At the end of production period, 5 cockerels and 5 hens were selected for slaughter and subjected to a 12-hours feed withdrawal. Breast, thighs, back and wings were collected and weighed. Neck, heart, gizzard (empty gizzard), liver (without gall bladder) and abdominal weights were recorded individually and their proportions in relation to carcass weight were calculated. The results obtained were used to calculate carcass yield and proportion of carcass components. Weights were individually determined to 1 g accuracy using an electronic scale Sartorius Praxim (Sartorius GmbH, Germany).

To evaluate the chemical composition, we removed the breast muscle (*musculus pectoralis major*) and the thigh muscle (*musculus biceps femoris*) without skin. Selected indicators of the chemical composition of Silkie meat were determined by spectrophotometric method (Nicolet 6700, LabX, Canada). on a sample of 100 g of breast and thigh muscle.

The evaluated variables were submitted to analysis of variance using JASP 0.8.6 software (2018). The significance of differences between sexes was tested by Student's t test.

RESULTS AND DISCUSSION

As shown in Table 1, the results of our experiment revealed that cockerels had a higher ($P \leq 0.01$) body weight than females (1752.87 ± 89.24 g vs. 1586.79 ± 81.56 g). Equally, carcass weight was higher ($P \leq 0.01$) in cockerels compared to hens (1156.42 ± 84.72 g vs. 1047.28 ± 82.76 g). We recorded statistically significant differences ($P \leq 0.05$) in breast proportion (27.42 ± 2.69 % in cockerels, 28.87 ± 2.99 % in hens) and thigh proportion (39.75 ± 4.26 % in cockerels, 37.03 ± 3.69 % in hens) from carcass body. The abdominal fat proportion was statistically significantly higher ($P \leq 0.01$) in Silkie hens than in cocks (4.38 ± 0.88 % vs. 6.92 ± 1.11 %).

In our experiment no significant difference ($P > 0.05$) was found in wings proportion (9.98 ± 1.76 % vs. 10.09 ± 1.82 %), back proportion (22.85 ± 2.11 % vs. 23.11 ± 2.53 %) and edible viscera proportion (12.65 ± 1.78 % vs. 12.81 ± 1.79 %).

The carcass yield of Silkie (74.81 ± 1.45 % in cockerels, 75.33 ± 2.21 % in hens) was higher compared to Uhrín et al. (1993) in Shaver Starcross 288 (71.93 %) and Hisex white (70.46 %), but lower than Babcock 380 (78.14 %).

Maiorano et al. (2017) reported an important sex effect in the body weight, carcass weight, carcass yield and breast muscle weight of Ross chickens and similar results were obtained by Kuźniacka et al. (2014) in Hubbard-Flex chickens. Differently, Lopez et al. (2011) found that male broilers had a higher final body, carcass weight and breast muscle weight, but lower carcass and breast meat yields when compared with females. A sex effect on cut-up yield was also reported by Young et al. (2001), who found that females yielded

larger proportions of forequarters, breasts and fillets, but smaller proportions of drumsticks than males.

Tab. 1 The effect of sex on body composition and carcass yield

Parameter	Cockerels	Hens	Significance
	$\bar{x} \pm \text{sd}$	$\bar{x} \pm \text{sd}$	
Slaughter weight (g)	1752.87 $\pm$ 89.24	1586.79 $\pm$ 81.56	++
Carcass weight (g)	1156.42 $\pm$ 84.72	1047.28 $\pm$ 82.76	++
Breast proportion (%)	27.42 $\pm$ 2.69	28.87 $\pm$ 2.99	+
Thighs proportion (%)	39.75 $\pm$ 4.26	37.03 $\pm$ 3.69	+
Wings proportion (%)	9.98 $\pm$ 1.76	10.09 $\pm$ 1.82	-
Back proportion (%)	22.85 $\pm$ 2.11	23.11 $\pm$ 2.53	-
Edible viscera proportion (%)	12.65 $\pm$ 1.78	12.81 $\pm$ 1.79	-
Abdominal fat proportion (%)	4.38 $\pm$ 0.88	6.92 $\pm$ 1.11	+
Carcass yield (%)	74.81 $\pm$ 1.45	75.33 $\pm$ 2.21	-

- $P > 0.05$; + $P \leq 0.05$; ++ $P \leq 0.01$

Carcass weight and carcass yield in the present study was relatively lower than those of other breeds such as Padovana (De Marchi et al., 2005) and Tunisian local chickens (Moujahed and Haddad, 2013). Carcass yield is affected by a number of factors including genetic, feed, slaughtering conditions, live weight and sex (Young et al., 2001; Havenstein et al., 2003; Brickett et al., 2007). In addition, several studies have shown that low live weight has been associated with low carcass yield (De Marchi et al., 2005; Fanatico et al., 2005a; Fanatico et al., 2005b; Moujahed and Haddad, 2013).

According to Table 2 and 3, we found water content in the breast muscle of cockerels 73.83 $\pm$ 0.86 g. 100 g⁻¹ and 73.50 $\pm$ 1.43 g. 100 g⁻¹ in hens. There was water content in the thigh muscle slightly lower (cockerels 73.71 $\pm$ 1.23 g. 100 g⁻¹; hens 72.73 $\pm$ 1.48 g. 100 g⁻¹). Benková et al. (2003) noted for Oravka after the reproductive process (age of 56 weeks) water content in breast muscle in cockerels 73.47 g.100 g⁻¹ and in hens 72.56 g.100 g⁻¹. In the thigh muscle of cockerels, the water content was 70.52 g.100 g⁻¹ and in hens 72.65 g.100 g⁻¹. Also, Uhrín et al. (1993), the water proportion in breast muscle was 73.09 % (Hisex white), 72.35 % (Shaver Starcross 288) and 71.66 % (Babcock 380). In the thigh muscle, the water proportion was 73.83% (Hisex white), 73.89% (Shaver Starcross 288) and 71.90 % (Babcock 380).

Tab. 2 The effect of sex on content of nutrients in breast muscle samples

Nutrient	Cockerels	Hens	Significance
	$\bar{x} \pm \text{sd}$	$\bar{x} \pm \text{sd}$	
Water (g. 100 g ⁻¹)	73.83 $\pm$ 0.86	73.50 $\pm$ 1.43	-
Dry matter (g. 100 g ⁻¹)	26.27 $\pm$ 0.61	26.50 $\pm$ 0.64	-
Proteins (g. 100 g ⁻¹)	26.17 $\pm$ 1.21	24.98 $\pm$ 1.42	+
Fat (g. 100 g ⁻¹)	0.84 $\pm$ 1.08	1.51 $\pm$ 1.72	+
Cholesterol (g. 100 g ⁻¹)	0.36 $\pm$ 0.11	0.42 $\pm$ 0.23	+

- $P > 0.05$; + $P \leq 0.05$

The results of the experiment show that the protein content in the breast muscle was 26.17 $\pm$ 0.61 g. 100 g⁻¹ in cockerels and 24.98 $\pm$ 1.42 g. 100 g⁻¹ in hens with a statistically significant difference between the sexes ($P \leq 0.05$). Benková et al. (2003) found a protein content 22.83 g.100 g⁻¹ in the breast muscle of cockerels and 23.86 g.100 g⁻¹ in hens. In the

thigh muscle, the protein content in cockerels was $19.62 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ and in hens $21.44 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Uhrín et al. (1993) recorded protein proportion in breast muscle 23.32 % (Hisex white), 24.27 % (Shaver Starcross 288) and 23.38 % (Babcock 380). In the thigh muscle, protein proportion was 22.82 % (Hisex white), 21.66 % (Shaver Starcross 288) and 22.39 % (Babcock 380).

In our experiment statistically significant difference ($P \leq 0.05$) was found in fat content in breast muscle ($0.84 \pm 1.08 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in cockerels vs. $1.51 \pm 1.72 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in hens) and thigh muscle ($2.56 \pm 1.13 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in cockerels vs. $2.87 \pm 1.69 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in hens). In cholesterol, we recorded statistically significant difference ($P \leq 0.05$) in breast muscle ($0.36 \pm 0.11 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in cockerels vs. $0.42 \pm 0.23 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in hens) and statistically no significant difference ($P > 0.05$) in thigh muscle ($0.57 \pm 0.14 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in cockerels vs. $0.62 \pm 0.26 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in hens).

Tab. 3 The effect of sex on content of nutrients in thigh muscle samples

Nutrient	Cockerels	Hens	Significance
	$\bar{x} \pm \text{sd}$	$\bar{x} \pm \text{sd}$	
Water ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	73.71 ± 1.23	72.73 ± 1.48	-
Dry matter ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	26.29 ± 0.61	27.27 ± 0.66	+
Proteins ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	22.63 ± 0.66	23.65 ± 0.89	+
Fat ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	2.56 ± 1.13	2.87 ± 1.69	+
Cholesterol ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	0.57 ± 0.14	0.62 ± 0.26	-

- $P > 0.05$; + $P \leq 0.05$

The results in Table 4 showed that differences in the amino acid content in the breast muscle between the sexes are mostly statistically no significant ($P \leq 0.05$). Statistically significant differences between sexes was histidine ($0.92 \pm 0.13 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in cockerels vs. $1.03 \pm 0.06 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in hens), arginine ($1.36 \pm 0.14 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in cockerels vs. $1.49 \pm 0.09 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in hens) and phenylalanine ($0.87 \pm 0.09 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in cockerels vs. $0.95 \pm 0.06 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in hens).

Tab. 4 The effect of sex on content of amino acids in breast muscle samples

Amino acids	Cockerels	Hens	Significance
	$\bar{x} \pm \text{sd}$	$\bar{x} \pm \text{sd}$	
Lysine ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	1.82 ± 0.18	1.99 ± 0.13	-
Methionine ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	0.70 ± 0.06	0.74 ± 0.03	-
Cysteine ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	0.33 ± 0.03	0.35 ± 0.01	-
Threonine ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	0.99 ± 0.09	1.05 ± 0.07	-
Valine ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	0.89 ± 0.08	0.94 ± 0.05	-
Leucine ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	1.72 ± 0.18	1.88 ± 0.12	-
Isoleucine ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	0.83 ± 0.09	0.91 ± 0.05	-
Histidine ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	0.92 ± 0.13	1.03 ± 0.06	+
Arginine ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	1.36 ± 0.14	1.49 ± 0.09	+
Phenylalanine ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	0.87 ± 0.09	0.95 ± 0.06	+

- $P > 0.05$; + $P \leq 0.05$

The different situation was in content of amino acids in the thigh muscle (Table 5). Statistically significant ($P \leq 0.05$) higher value for cockerels we recorded in lysine ($2.24 \pm 0.23 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in cockerels vs. $2.04 \pm 0.18 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in hens), leucine ($2.07 \pm 0.18 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in cockerels vs. $1.89 \pm 0.15 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in hens) and histidine ($1.17 \pm 0.09 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in cockerels vs. $1.05 \pm 0.14 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ in hens).

Tab. 5 The effect of sex on content of amino acids in thigh muscle samples

Amino acids	Cockerels	Hens	Significance
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	
Lysine (g. 100 g ⁻¹)	2.24 ± 0.23	2.04 ± 0.18	+
Methionine (g. 100 g ⁻¹)	0.85 ± 0.08	0.80 ± 0.06	-
Cysteine (g. 100 g ⁻¹)	0.36 ± 0.02	0.35 ± 0.01	-
Threonine (g. 100 g ⁻¹)	1.12 ± 0.08	1.03 ± 0.09	-
Valine (g. 100 g ⁻¹)	1.02 ± 0.07	0.94 ± 0.10	-
Leucine (g. 100 g ⁻¹)	2.07 ± 0.18	1.89 ± 0.15	+
Isoleucine (g. 100 g ⁻¹)	1.04 ± 0.11	0.94 ± 0.09	-
Histidine (g. 100 g ⁻¹)	1.17 ± 0.09	1.05 ± 0.14	+
Arginine (g. 100 g ⁻¹)	1.67 ± 0.17	1.53 ± 0.13	-
Phenylalanine (g. 100 g ⁻¹)	1.05 ± 0.10	0.96 ± 0.08	-

- P > 0.05; +P ≤ 0.05

As shown Table 6, we noted statistically significant ($P \leq 0.05$) differences in breast muscle of hens in MUFA (52.14 ± 1.37 g. 100 g⁻¹ in cockerels vs. 49.95 ± 1.90 g. 100 g⁻¹ in cockerels). The opposite tendency we noted for cockerels in oleic acid (40.17 ± 3.43 g. 100 g⁻¹ in cockerels vs. 38.70 ± 3.89 g. 100 g⁻¹ in hens), 6-omega fatty acids (12.02 ± 2.26 g. 100 g⁻¹ in cockerels vs. 10.37 ± 2.05 g. 100 g⁻¹ in hens) and essential fatty acids (8.67 ± 1.08 g. 100 g⁻¹ in cockerels vs. 7.76 ± 1.44 g. 100 g⁻¹ in hens).

Tab. 6 The effect of sex on content of fatty acids in breast muscle samples

Fatty acid	Cockerels	Hens	Significance
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	
Lauric (g. 100 g ⁻¹)	0.09 ± 0.02	0.09 ± 0.01	-
Linoelaidic (g. 100 g ⁻¹)	0.23 ± 0.04	0.23 ± 0.02	-
Linoleic (g. 100 g ⁻¹)	8.18 ± 2.44	8.27 ± 1.88	-
Myristic (g. 100 g ⁻¹)	1.30 ± 0.03	1.29 ± 0.03	-
Oleic (g. 100 g ⁻¹)	40.17 ± 3.43	38.70 ± 3.89	+
Palmitic (g. 100 g ⁻¹)	24.40 ± 0.14	24.39 ± 0.14	-
Stearic (g. 100 g ⁻¹)	11.10 ± 0.17	11.12 ± 0.18	-
3-omega (g. 100 g ⁻¹)	0.55 ± 0.05	0.54 ± 0.05	-
6-omega (g. 100 g ⁻¹)	12.02 ± 2.26	10.37 ± 2.05	+
Essential (g. 100 g ⁻¹)	8.67 ± 1.08	7.76 ± 1.44	+
MUFA (g. 100 g ⁻¹)	49.95 ± 1.90	52.14 ± 1.37	+
PUFA (g. 100 g ⁻¹)	13.44 ± 1.49	12.38 ± 1.95	-
SFA (g. 100 g ⁻¹)	36.09 ± 0.92	36.77 ± 1.34	-

- P>0,05; +P≤0,05

From Table 7 showed that in the thigh muscle we found statistically significantly higher ($P \leq 0.05$) only essential fatty acids content in cockerels (9.12 ± 1.44 g. 100 g⁻¹) compared to hens (8.25 ± 1.90 g. 100 g⁻¹).

Tab. 7 The effect of sex on content of fatty acids in thigh muscle samples

Fatty acid	Cockerels	Hens	Significance
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	
Lauric (g. 100 g ⁻¹)	0.10 ± 0.01	0.09 ± 0.01	-
Linoelaidic (g. 100 g ⁻¹)	0.25 ± 0.02	0.24 ± 0.02	-
Linoleic (g. 100 g ⁻¹)	8.47 ± 1.92	8.76 ± 2.27	-
Myristic (g. 100 g ⁻¹)	1.32 ± 0.03	1.31 ± 0.04	-
Oleic (g. 100 g ⁻¹)	41.47 ± 3.62	41.93 ± 4.16	-
Palmitic (g. 100 g ⁻¹)	24.36 ± 0.11	24.30 ± 0.28	-
Stearic (g. 100 g ⁻¹)	11.03 ± 0.13	10.92 ± 0.18	-
3-omega (g. 100 g ⁻¹)	0.63 ± 0.08	0.62 ± 0.04	-
6-omega (g. 100 g ⁻¹)	11.04 ± 1.46	11.41 ± 2.63	-
Essential (g. 100 g ⁻¹)	9.12 ± 1.44	8.25 ± 1.90	+
MUFA (g. 100 g ⁻¹)	51.43 ± 1.46	52.54 ± 3.61	-
PUFA (g. 100 g ⁻¹)	13.35 ± 1.88	13.53 ± 2.82	-
SFA (g. 100 g ⁻¹)	34.70 ± 2.08	34.24 ± 1.74	-

- P > 0.05; +P ≤ 0.05

The composition of fatty acids in the breast and thigh muscles of the Silkie in our observations were similar to the experiments reported by Wattanachant et al. (2004), Wattanachant et al. (2005), De Marchi et al. (2005), Castellini et al. (2006) and Zanetti et al. (2010) for chickens of local Thai and Italian breeds

According to Grashorn (2007), both n-3 and n-6 fatty acids in the meat play an immense role in human nutrition. The PUFA:SFA and n-6/n-3 ratios are critical parameters used to evaluate the nutritional value of meat (Santos-Silva et al., 2002; Ahmed et al., 2015). Generally, meat with low PUFA:SFA ratio which is less than (0.4) and high n-6/n-3 ratio (> 5) ratio may be considered to be poor and unfavourable since they might encourage an escalation in cholesterolaemia (Santos-Silva et al., 2002).

CONCLUSIONS

Quality of meat from Silkie fowl obtained from post-production cockerels and from hens in their post egg-laying stage has shown that there are possibilities for their use on preparation of soup and production of poultry meat products.

Acknowledgments: This publication was supported by the Operational Programme Integrated Infrastructure within the project: Sustainable smart farming systems taking into account the future challenges 313011W112, cofinanced by the European Regional Development Fund.

REFERENCES

1. AHMED, S.T. – ISLAM, M.M. – BOSTAMI, A.B.M.R. – MUN, H.S. – KIM, Y.J. – YANG, C.J. 2015. Meat composition, fatty acid profile and oxidative stability of meat from broilers supplemented with pomegranate (*Punica granatum* L.) by-products. Food Chemistry 2015;188:481-488. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.04.140
2. BENKOVÁ, J. – BAUMGARTNER, J. – POLÁČIKOVÁ, M. 2003. *Charakteristika biologických vlastností sliepok plemena oravka*. Současnost a perspektivy chovu drůbeže. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2003, s. 97-100.

3. BRICKETT, K.E. – DAHIYA, J.P. – CLASSEN, H.L. – GOMIS, S. 2007. Influence of dietary nutrient density, feed form, and lighting on growth and meat yield of broiler chickens. *Poultry Science* 2007;86:2172-2181. doi: 10.1093/ps/86.10.2172
4. CASTELLINI, C. – DAL BOSCO, A. – MUGNAI, C. – PEDRAZZOLI, M. 2006. Comparison of two chicken genotypes organically reared: oxidative stability and other qualitative traits of the meat. *Italian Journal Animal Science* 2006;5:355-368. <https://doi.org/10.4081/ijas.2006.29>
5. DE MARCHI, M. – CASSANDRO, M. – LUNARDI, E. – BALDAN, G. – SIEGEL, P.B. 2005. Carcass characteristics and qualitative meat traits of the Padovana breed of chicken. *International Journal of Poultry Science*, 2005; 4:233–238. doi:10.3923/ijps.2005.233.238
6. EKARIUS, C. 2007. *Storey's Illustrated Guide to Poultry Breeds*. North Adams, Massachusetts: Storey Publishing. pp. 158–159. ISBN 978-1-58017-667-5.
7. FANATICO, A.C. – CAVITT, L.C. – PILLAI, P.B. – EMMERT, J.L. – OWENS, C.M. 2005a. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: Meat quality. *Poultry Science* 2005;84:1785-1790. doi: 10.1093/ps/84.11.1785
8. FANATICO, A.C. – PILLAI, P.B. – CAVITT, L.C. – OWENS, C.M. – EMMERT, J.L. 2005b. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: Growth performance and carcass yield. *Poultry Science* 2005;84:1321-1327. doi: 10.1093/ps/84.8.1321
9. GRASHORN, M.A. 2007. Functionality of poultry meat. *Journal of Applied Poultry Research* 2007;16:99-106. <https://doi.org/10.1093/japr/16.1.99>
10. HAVENSTEIN, G.B. – FERKET, P.R. – QURESHI, M.A. 2003. Carcass composition and yield of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry Science*, 2003;82:1509-1518. <https://doi.org/10.1093/ps/82.10.1509>
11. CHEN, S. – JIANG, B. – ZHENG, J. – XU, G. – LI, J. – YANG, N. 2008. Isolation and characterization of natural melanin derived from silky fowl (*Gallus gallus domesticus* Brisson). *Food Chemistry*, 2008; 111: 745–749. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.053>
12. CHOO, Y. K. – KWON, H. J. – OH, S. T. – UM, J.S. – KIM, B.G. – KANG, C.W. – LEE, S.K. – AN, B.K. 2014. Comparison of growth performance, carcass characteristics and meat quality of Korean local chickens and Silky fowl. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 2014;27:398-405. doi: 10.5713/ajas.2013.13638
13. JASP 0.8.6 software 2018. Available on <https://jasp-stats.org/>
14. KUŹNIAKKA, J. – ADAMSKI, M. – CZARNECKI, R. – BANASZAK, M. 2014. Results of rearing broiler chickens under various systems. *Journal of Agricultural Science* 2014;6:19-25. doi: 10.5539/jas.v6n4p19
15. LOPEZ, K.P. – SCHILLING, M.W. – CORZOM A. 2011. Broiler genetic strain and sex effects on meat characteristics. *Poultry Science*; 2011;90:1105-1111. doi:10.3382/ps.2010- 01154
16. MAIORANO, G. – STADNICKA, K. – TAVANIELLO, S. – ABIUSO, C. – BOGUCA, J. – BEDNARCZYK, M. 2017. In ovo validation model to assess the efficacy of commercial prebiotics on broiler performance and oxidative stability of meat. *Poultry Science* 2017;96:511-518. doi: 10.3382/ps/pew311
17. MOUJAHEDE, A. – HADDAD, B. 2013. Performance, livability, carcass yield and meat quality of Tunisian local poultry and fast-growing genotype (Arbor Acres) fed standard diet and raised outdoor access. *Journal of Animal Production Advances* 2013;3:75-85. doi:10.5455/japa.20130305122741

18. MUROYA, S. – TANABE, R. – NAKAJIMA, I. – CHIKUNI, K. 2000. Molecular characteristics and site specific distribution of the pigment of the silky fowl. *Journal of Veterinary Medical Science* 2000;62:391-395. doi: 10.1292/jvms.62.391
19. SANTOS-SILVA, J. – BESSA, R. – SANTOS-SILVA, F. 2002. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science* 2002;77:187-194. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00059-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00059-3)
20. UHRÍN, V. – HORVÁTHOVÁ, V. – HORNIAKOVÁ, E. – CHMELNIČNÁ, L. – BULLA, J. 1993. *Kvalita hydinového mäsa*. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska, 1993. 111 s. ISBN 80-7137-124-6
21. WATTANACHANT, S. – BENJAKUL, S. – LEDWARD, D. A. 2004. Composition, color and texture of Thai indigenous and broiler chicken muscles. *Poultry Science* 2004;83:123-128. doi: 10.1093/ps/83.1.123
22. WATTANACHANT, S. – BENJAKUL, S. – LEDWARD, D.A. 2005. Microstructure and thermal characteristics of Thai indigenous and broiler chicken muscles. *Poultry Science* 2005;84:328-336. doi: 10.1093/ps/84.2.328
23. YOUNG, L.L. – NORTHCUTT, J.K. – BUHR, R.J. – LYON, C.E. – WARE, G.O. 2001. Effects of age, sex, and duration of postmortem aging on percentage yield of parts from broiler chicken carcasses. *Poultry Science* 2001;80:376-379. doi: 10.1093/ps/80.3.376
24. ZANETTI, E. – DE MARCHI, M. – DALVIT, C. – MOLETTE, C. – REMIGNON, H. – CASSANDRO, M. 2010. Carcase characteristics and qualitative meat traits of three Italian local chicken breeds. *British Poultry Science* 2010;51:629-634. doi: 10.1080/00071668.2010.521142

Contact address:

doc. Ing. Cyril Hrnčár, PhD., Institute of Animal Husbandry FAFR SUA in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: cyril.hrnear@uniag.sk

HODNOTENIE SLADOVNÍCKEJ KVALITY GENOTYPOV JAČMEŇA V KLIMATICKÝCH PODMIENKACH JUHOZÁPADNÉHO SLOVENSKA

EVALUATION OF THE MALT QUALITY OF BARLEY GENOTYPES IN THE CLIMATE CONDITIONS OF SOUTH-WESTERN SLOVAKIA

Hromadová Ľubomíra¹, Macák Milan¹

¹Ústav agronomických vied, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

Summary

The aim of the research was to evaluate the yield potential and quality parameters of a selected set of malting barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes grown in southwestern Slovakia. To evaluate indicators of the brewing quality of spring barley, 10 genotypes were selected: Signora, Overture, Odyssey, Olympic, Wiebke, Shuffle, Danielle, Petrus, Salome and Laudis 550. The field experiment was conducted from 2011 to 2014 at the test stations of the Central Control and Testing Institute of Rural farms in western Slovakia, in the municipalities of Báhoň, Želiezovce a Veľké Ripňany. Salome (6.64 t.ha⁻¹) and Odyssey (6.49 t.ha⁻¹) varieties achieved the highest yield potential. May and June 2011 were the coldest and rainiest months, as a result of which the nitrogen content of barley grains was the lowest (10.3 %). On the contrary, 2012 was the driest and warmest year on record, when crude protein content in grain reached the highest values - 11.9 %. The year mentioned had the lowest extract values in malt dry matter, as well as the lowest average yield of all varieties monitored. The Overture variety reached the highest degree of fermentation – 82.73 %. The friability values were optimal, except for Laudis 550, which achieved the lowest average of 85.06 %. Overture was rated as the variety with the best quality indicators among all malt quality indicators.

Key words: barley, malt quality, climatic conditions, yield

ÚVOD

V posledných desaťročiach je evidentný tlak na množstvo a kvalitu produkovaných potravín a krmív. Potravinovú sebestačnosť v EÚ pomáha zabezpečovať pestovanie najrozsiahlnejšej skupiny plodín - obilnín. Najvýznamnejšia obilnina po pšenici je jačmeň siaty jarný (*Hordeum vulgare* L.), ktorého najväčším globálnym producentom je EÚ (Newman, 2006). Slovensko má v Európe po Nemecku, Francúzsku a Česku najvhodnejšie podmienky na pestovanie.

Produkcia jačmeňa sa v súčasnosti využíva na 55 % – 60 % na kŕmenie zvierat, 30 % – 40 % na sladovnícke účely a v najmenšej miere, iba 2 % – 3 %, pre ľudskú výživu predovšetkým na výrobu cereálií a rôznych kaší (Jaeger et al., 2021). Na výrobu alkoholických nápojov a piva sa podľa archeologických dôkazov jačmeň využíval pravdepodobne už pred 8000 rokmi v Egypte a na Strednom východe (Baik a Ullrich, 2008). Medzi hlavné produkty jačmeňa siateho určenými pre ľudskú spotrebu patrí aj whisky (Dong et al., 2015).

Kvalitatívna hodnota suroviny býva významne ovplyvnená pestovateľskou technológiou (Pospíšil, 2006), ktorá zahŕňa nielen osevný postup, spôsob obrábania pôdy, výživu a ochranu rastlín, ale aj výber pestovanej odrody. Postupné otepľovanie planéty vedie k nedostatku atmosférických zrážok a ich nerovnomernej distribúcii počas roka. Výber vhodnej odrody je dôležitým opatrením adaptačnej stratégie pestovateľského systému vo vzťahu k podmienkam

meniacej sa klímy. Výsledkom šľachtenia a mnohoročného kríženia genetického materiálu sú moderné odrody jačmeňa, ktoré lepšie hospodária s vodou a živinami, a poskytujú stabilnejšie úrody obilia (Fatemi et al., 2022).

Cieľom práce bolo zhodnotiť úrodový potenciál a kvalitu vybraného súboru genotypov sladovníckeho jačmeňa pestovaného v podmienkach juhozápadného Slovenska.

MATERIÁL A METÓDY

Charakteristika experimentu

Poľný experiment sa uskutočnil v pestovateľských ročníkoch 2011 - 2014 na troch skúšobných staniciach ÚKSÚP-u, v Báhoňi, Veľkých Ripňanoch a Želiezovciach.

Pokus bol založený blokovou metódou v 4 opakovaníach s náhodným usporiadaním. Veľkosť zberovej parcelky bola 10 m². Na kvalitatívnu analýzu sa zabezpečila priemerná vzorka z každého genotypu. Bola použitá štandardná agrotechnika a vhodné agrotechnické operácie v zmysle metodiky ÚKSÚP.

Sejba jačmeňa bola v rokoch 2011, 2012 a 2014 vykonaná od 6. do 23. marca. V roku 2013 bola sejba v termíne od 10. do 12. apríla. Termíny zberu pokusov boli od 3.7. do 23.7.

Jačmeň bol pestovaný po troch predplodinách. V lokalite Veľké Ripňany bola predplodina jačmeň siaty jarný (*Hordeum vulgare* L.) a repa cukrová (*Beta vulgaris* L.). V Želiezovciach a Báhoňi bola predplodina kukurica siata (*Zea mays* L.).

Počas vegetačného obdobia boli porasty ošetrované herbicídmi a podľa potreby insekticídmi. Fungicídy proti chorobám rastlín sa v pokusoch neaplikovali vôbec (Macák et al., 2019).

Meteorologické údaje sú získané priamo z jednotlivých skúšobných staníc. Pre hodnotenie úrody bola použitá ANOVA program STATISTICA a Fisher test.

Hodnotené genotypy

Bolo hodnotených 10 odrôd jačmeňa siateho jarného: Danielle (Nemecko), Laudis 550 (Česká republika), Odyssey (Veľká Británia), Olympic (Francúzko), Overture (Veľká Británia), Petrus (Česká republika), Salome (Nemecko), Shuffle (Veľká Británia), Signora (Francúzko), Wiebke (Nemecko) (ÚKSÚP, 2021).

Pokusné stanovištia

Lokalita **Veľké Ripňany** sa nachádza v Podunajskej pahorkatine s nadmorskou výškou 170 m n. m. Veľké Ripňany zahŕňa repnú výrobnú oblasť. Pôdy sú tu stredne ťažké hlinité, hnedozeme. Pôdna reakcia je slabo kyslá až neutrálna.

Skúšobné miesto **Želiezovce** sa nachádza na západnom okraji Podunajskej pahorkatiny. Mesto Želiezovce s nadmorskou výškou 130 m n. m. Patrí do kukuričnej výrobnjej oblasti. Pôdy sú stredne ťažké, typické černoze. pH pôdy je 6,3 až 7,5. Klimatologický normál 588 mm zrážok za rok.

Obec **Báhoň** je súčasťou Trnavskej pahorkatiny. Územie patrí do povodia Váhu. Nadmorská výška je 159 m n. m. Lokalita patrí do kukuričnej výrobnjej oblasti, subtypu jačmenného. Pôdy prevažujú stredne ťažké hlinité, hnedozeme typické na sprašiach s pôdnou reakciou slabo kyslou až neutrálnou. Klimatologický normál zrážok je 531 mm.

Analýza znakov sladovníckej kvality

Sladovnícka kvalita odrôd jačmeňa siateho jarného (*Hordeum vulgare* L.) bola sledovaná mikrosladovacou skúškou a rozborom sladu a sladiny vo Výskumnom ústave pivovarskom a sladovníckom v Brne.

Vzorka vážila 0,5 kg a jej sladovanie prebiehalo v mikrosladovni firmy KVM v Českej republike. Sladovnícka kvalita sa stanovilo podľa metodík v publikáciách Basařová et al. (1992), EBC (2010) a MEBAK (2011) nasledovne:

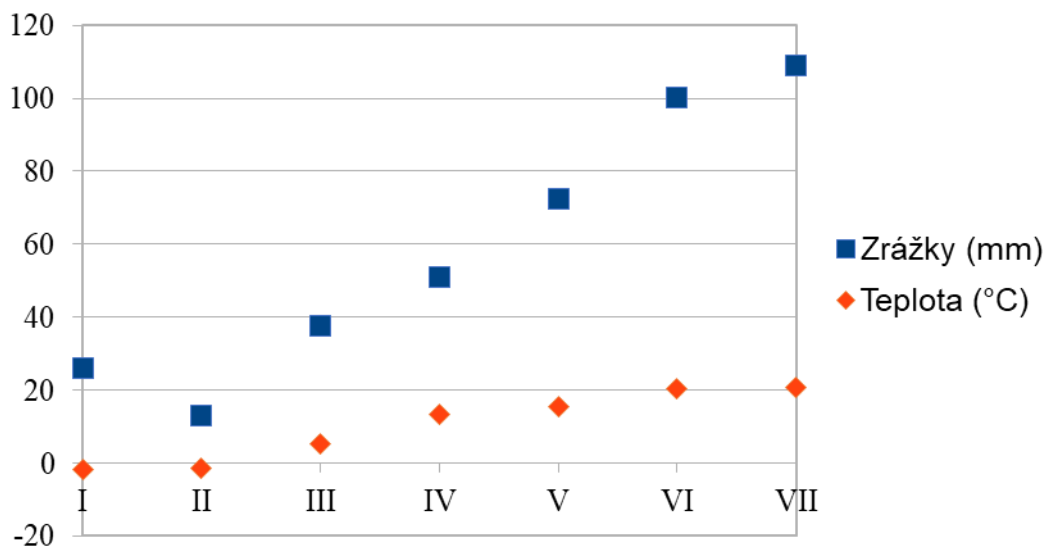
- Dusíkaté látky v zrne jačmeňa – EBC 2010 3.3.1,
- Extrakt v sušine sladu (%) – EBC 2010 4.5,
- Relatívny extrakt pri 45 °C – MEBAK 2011 4.1.4.11,
- Kolbachovo číslo vyjadrené v % – EBC 2010 4.9.1,
- Diastatická mohutnosť (jednotky Windisch-Kolbach) – EBC 2010 4.12,
- Dosiahnuteľný stupeň prekvasenia (%) – EBC 2010 4.11,
- Friabilita vyjadrená v % – EBC 2010 4.15,
- Obsah vysokomolekulárnych β -glukánov v sladine mg.L^{-1} – EBC 2010 4.16.2.

Následne boli odrody hodnotené na základe sladovníckej kvality.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

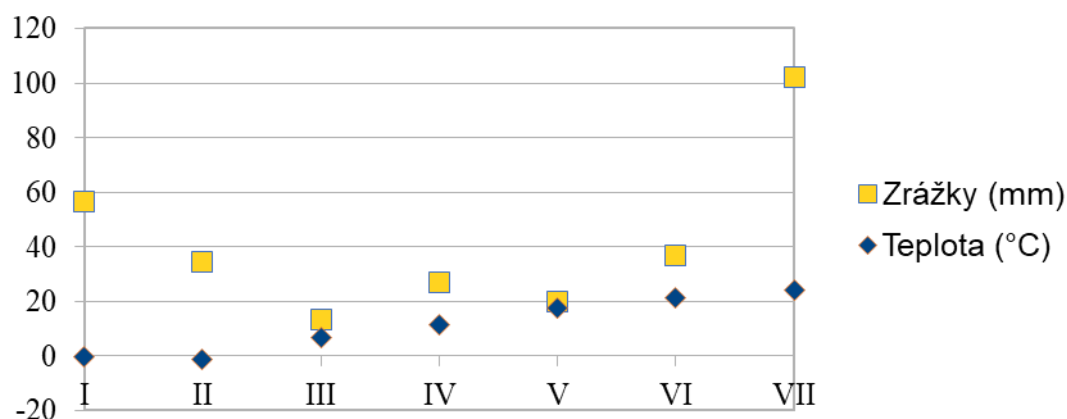
Klimatické podmienky

Priebeh počasia počas celej vegetačnej doby výrazne ovplyvňuje rast, vývin a kvalitu jačmeňa siateho jarného (*Hordeum vulgare* L.). Priemerné hodnoty teplôt a zrážok za roky 2011 až 2014 sú uvedené na obr. 1 - 4.



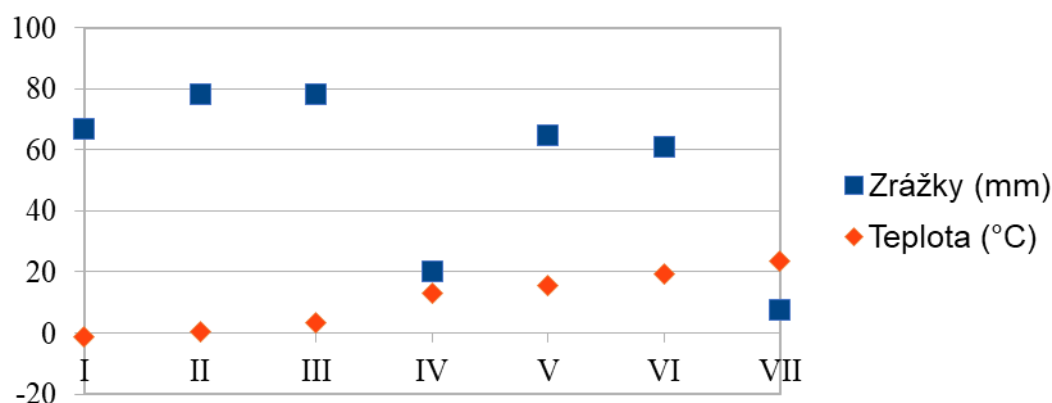
Obr. 1 Priemerné hodnoty atmosférických zrážok a teplota ovzdušia zo všetkých pokusných lokalít v roku 2011

Rok 2011 sa vyznačoval najvyšším počtom zrážok za prvých sedem mesiacov v roku. Najviac zrážok sme zaznamenali v období klasenia a nalievania zrna (obr. 1). Mesiac máj a jún boli najchladnejšie mesiace počas trvania nášho experimentu.



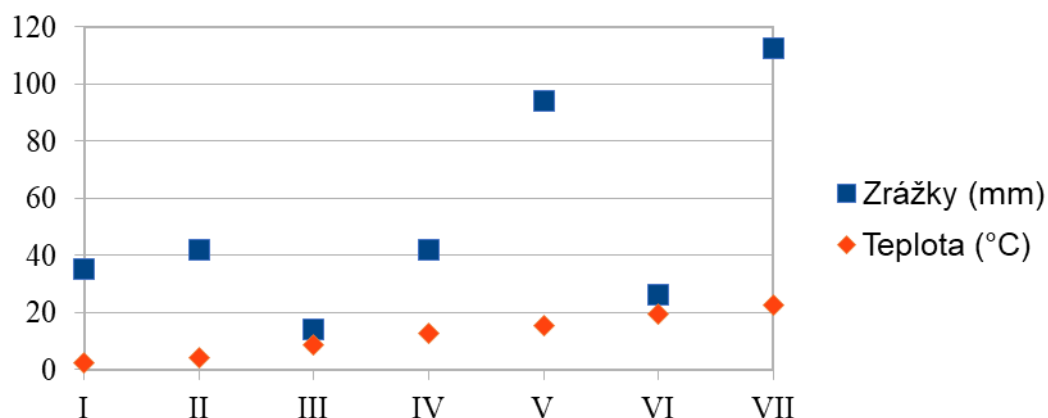
Obr. 2 Priemerné hodnoty atmosférických zrážok a teploty ovzdušia zo všetkých pokusných lokalít v roku 2012

Rok 2012 sa dá charakterizovať ako najsuchší rok sledovaného obdobia pokusu (obr. 2). V mesiaci máj a jún sme zaznamenali najvyššie teploty čo môže negatívne pôsobiť na výslednú úrodu, ale aj na sladovnícku kvalitu jačmeňa (Dunajský a Jenča, 1993; Bello et al., 2022).



Obr. 3 Priemerné hodnoty atmosférických zrážok a teploty ovzdušia zo všetkých pokusných lokalít v roku 2013

V roku 2013 sa veľa vlhky zachovalo zo zimného obdobia, ale aj počas ďalších mesiacov boli zrážky rozdelené relatívne rovnomerne, okrem mesiaca apríl, ktorý bol najsuchší (obr. 3).

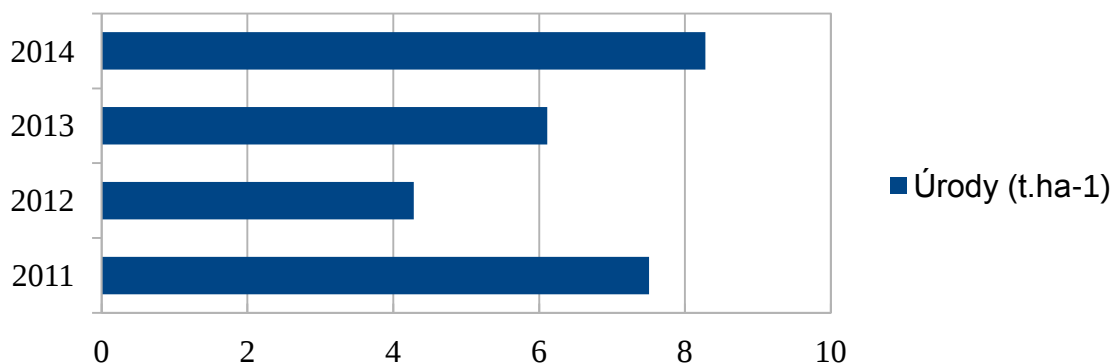


Obr. 4 Priemerné hodnoty atmosférických zrážok a teploty ovzdušia zo všetkých pokusných lokalít v roku 2014

Rok 2014 sa vyznačoval najteplejšou zimou, keď teploty v januári a februári boli v plusových hodnotách (obr. 4). Najsuchším mesiacom bol marec a najdaždivším bol júl.

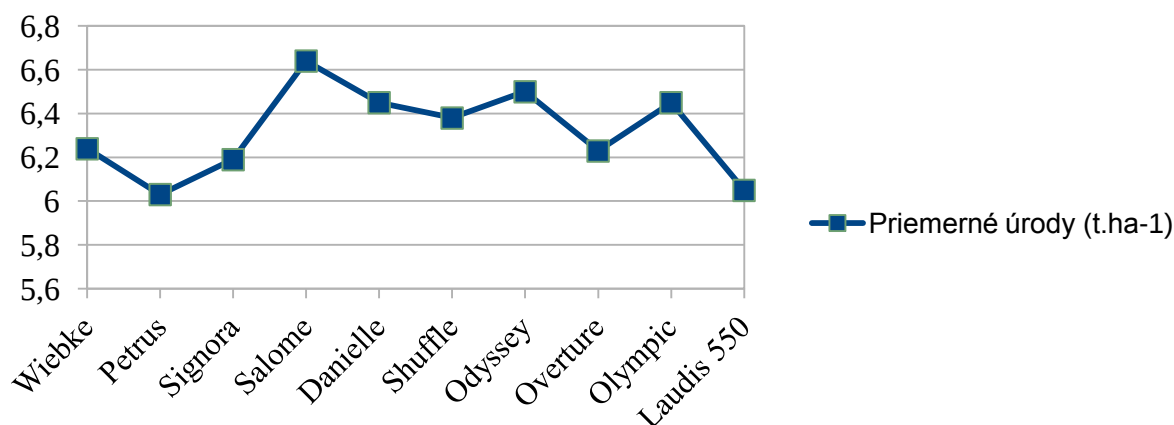
Expresia úrodového potenciálu

Úroda zrna hodnotených genotypov jačmeňa jarného (*Hordeum vulgare* L.) sa v rokoch 2011 až 2014 pohybovala v intervale od 2,62 t.ha⁻¹ do 9,18 t.ha⁻¹. Obe krajné hodnoty boli dosiahnuté v lokalite Želiezovce. Najnižšia úroda zrna bola v roku 2012, čo bolo spôsobené teplotami nad štandardný klimatický normál, ale aj najvyšším vlhkovým deficitom za mesiac máj s hodnotou 86 mm. Najvyššia úroda sledovaného súboru bola dosiahnutá v roku 2014 s najlepšimi vlhovými parametrami v máji.



Obr. 5 Priemerná úroda zrna jačmeňa jarného za všetky lokality

Najvyššie priemerné úrody spomedzi všetkých sledovaných genotypov (obr. 5) a všetkých pokusných lokalít boli dosiahnuté v roku 2014 (8,28 t.ha⁻¹). V najsuchšom a najteplejšom analyzovanom roku 2012 boli dosiahnuté najnižšie úrody (4,28 t.ha⁻¹). Preukaznosť úrody rokov je nasledovná 2011^a, 2012^c, 2013^b, 2014^a.



Obr. 6 Priemerné úrody odrôd jačmeňa za všetky lokality v rokoch 2011-2014

Počas sledovaných rokov 2011 až 2014 najlepšie úrody dosiahla odroda Salome 6,64 t.ha⁻¹. Ako najmenej výkonná odroda na experimentálnych stanovištiach sa ukázala odroda Petrus a Laudis 550 (obr. 6).

Pri selekcii nových odrôd je dôležitá adaptabilita daného genotypu, ktorá v podstate udáva stabilitu úrody (Costa a Bollero, 2001). Spomedzi sledovaných genotypov jačmeňa si najlepšiu stabilitu udržala odroda Odyssey, ktorá počas rokov 2012 až 2014 dosahovala jednu z najvyšších priemerných úrod zo všetkých pokusných stanovišť a udržala si najlepší úrodový

priemer za sledované obdobie pokusu ($6,5 \text{ t.ha}^{-1}$). Odrody boli štatisticky preukazné nasledovne: Wiebke^a, Danielle^{cd}, Shuffle^{ab}, Salome^{bdg}, Petrus^{ab}, Laudis 550^{ab}, Overture^{cdg}, Olympic^{cdh}, Odyssey^{dfg}, Signora^{ab}. Hodnoty s rozdielnymi písmenami sú preukazné na hladine významnosti $p < 0,05$.

Sladovnícka kvalita

V rokoch 2011 až 2014 bola sledovaná sladovnícka kvalita 10 odrôd jačmeňa siateho jarného (*Hordeum vulgare* L.): Shuffle, Petrus, Wiebke, Danielle, Salome, Laudis 550, Odyssey, Overture, Olympic a Signora.

Sladovnícka kvalita sa hodnotí na Slovensku podľa ukazovateľa sladovníckej kvality:

- *obsah dusíkatých látok - hrubý proteín, ktorý má rozhodujúci vplyv na priebeh sladovania; ak je jeho obsah nízky (menej ako 7,5 %), prejavuje sa to chybami v plnosti a pevnosti piva, a naopak ak jeho hodnoty stúpajú nad 11 %, môžu sa tvoriť bielkovinové zákaly,

- *obsah extraktu v sušine sladu, ktorý je odrazom úrovne modifikácie škrobu,

- *relatívny extrakt pri 45 °C informujúci o celkovej enzymatickej aktivite okrem amylázového komplexu,

- *Kolbachovo číslo, ktoré charakterizuje úroveň modifikácie dusíkatých látok a úzko koreluje s obsahom rozpusteného dusíka v slade,

- *diastatická mohutnosť vyjadrujúca aktivitu amylolitických enzýmov (predovšetkým β -amylázy), udáva schopnosť sladu meniť škrob na maltózu,

- *konečný stupeň prekvasenia, ktorý hovorí o celkovej kvalite zloženia sladiny,

- *friabilita, úroveň degradácie bunkových stien

- *obsah β - glukánov v sladine, ktorý spolu s friabilitou popisuje úroveň degradácie bunkových stien (Collins et al., 1999; Craine et al., 2022).

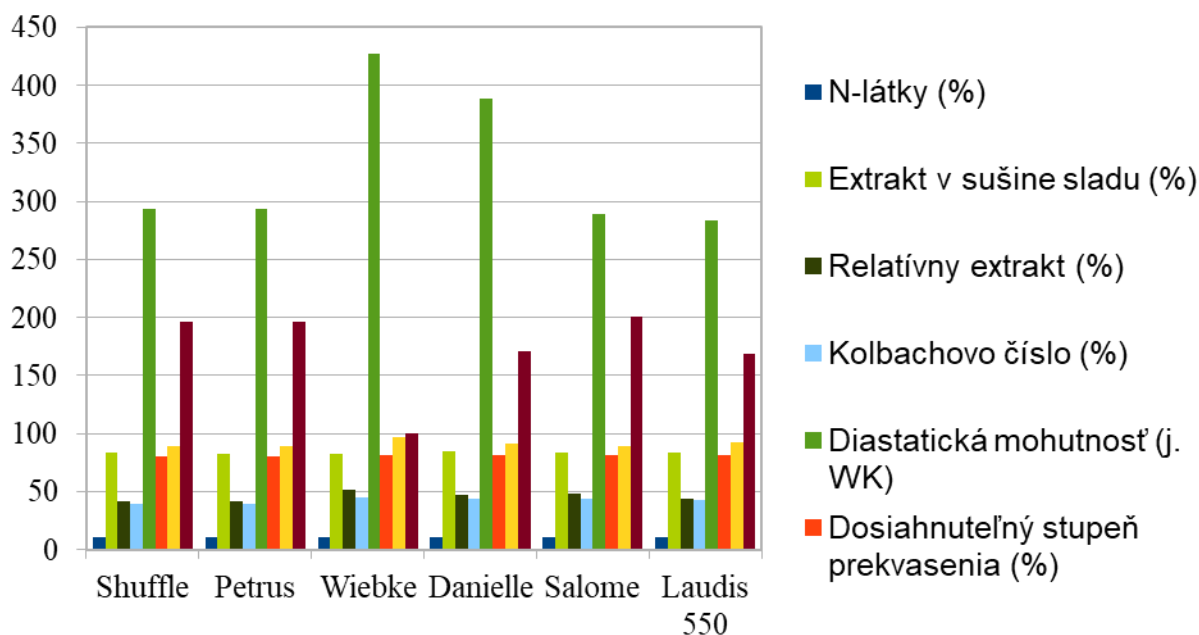
Celkovú kvalitu extraktu sladu ovplyvňuje taktiež aj hmotnosť tisíc zŕn (HTZ) a vlhkosť zrna jačmeňa siateho pri zbere (Collins et al., 1999).

Pri hodnotení sladovníckej kvality sa pozornosť zameriava aj na optické vlastnosti sladiny, ktoré možno hodnotiť vizuálne ako čistota sladiny a nefelometricky ako zákal sladiny, ktorého príčinou môže byť labilný stav bielkovín v koloidnom roztoku sladiny (Zimolka et al., 2006; Cadenas et al., 2021).

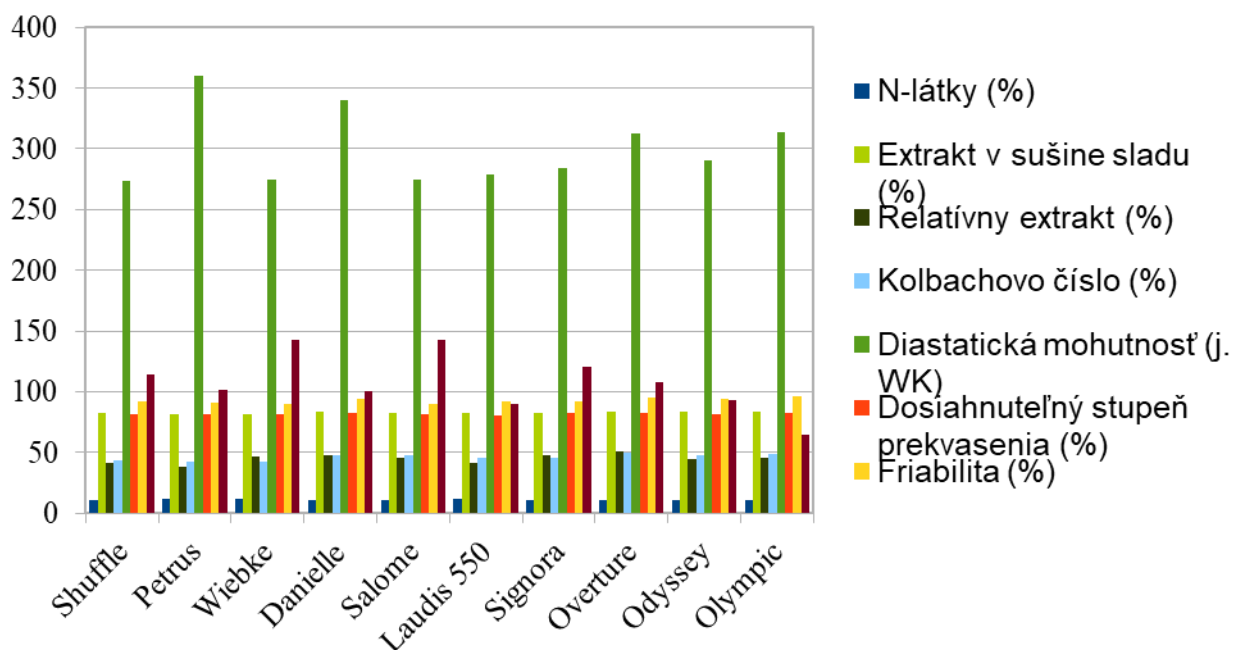
Rok 2011 a 2012 boli kontrastné nielen z hľadiska množstvá zrážok a teploty ovzdušia, ale aj v rámci obsahu hrubého proteínu v zrnách jačmeňa. V najdaždivejšom a najchladnejšom roku 2011 boli jeho hodnoty v priemere na úrovni 10,3 % (obr. 7) a v najsuchšom a najteplejšom roku dosiahli 11,91 % (obr. 8). V ostatné roky bol obsah hrubého proteínu v optimálnych hraniciach od 10,0 % do 10,9 %. S najlepším priemerom obsahu N-látok za celého trvanie pokusu boli vyhodnotené odrody Olympic (10,13 %), Overture (10,23 %) a Odyssey (10,4 %). Do sladovní sa všeobecne prijíma jačmeň s obsahom bielkovín 9 % až 11 %. Vysoký obsah N-látok môže znížiť obsah škrobu a extraktu. Naopak enormne nízky obsah hrubého proteínu spôsobuje nedostatok chuti a penivosti piva. Líšková a Frančáková (2012) uvádzajú, že obsah hrubého proteínu ovplyvňujú podstatne viac agroekologické podmienky pestovateľského ročníka než výber samotnej odrody. V roku 2012 zvýšenie N-látok bolo spôsobené horúcim a suchým priebehom počasia, ktoré narušilo plynulý a rovnomerný prevod N-látok do zrna, čím sa prekročil ich limitovaný obsah v sušine pre kvalitnú sladovnícku surovinu (Šoltýsová a Danilovič, 2005).

Obsah extraktu v sušine sladu bol najvyšší u odrody Danielle s hodnotou 84,2 % a Overture 84,8 %. Zo všetkých sledovaných rokov, roky 2012 a 2014, pri ktorých sme

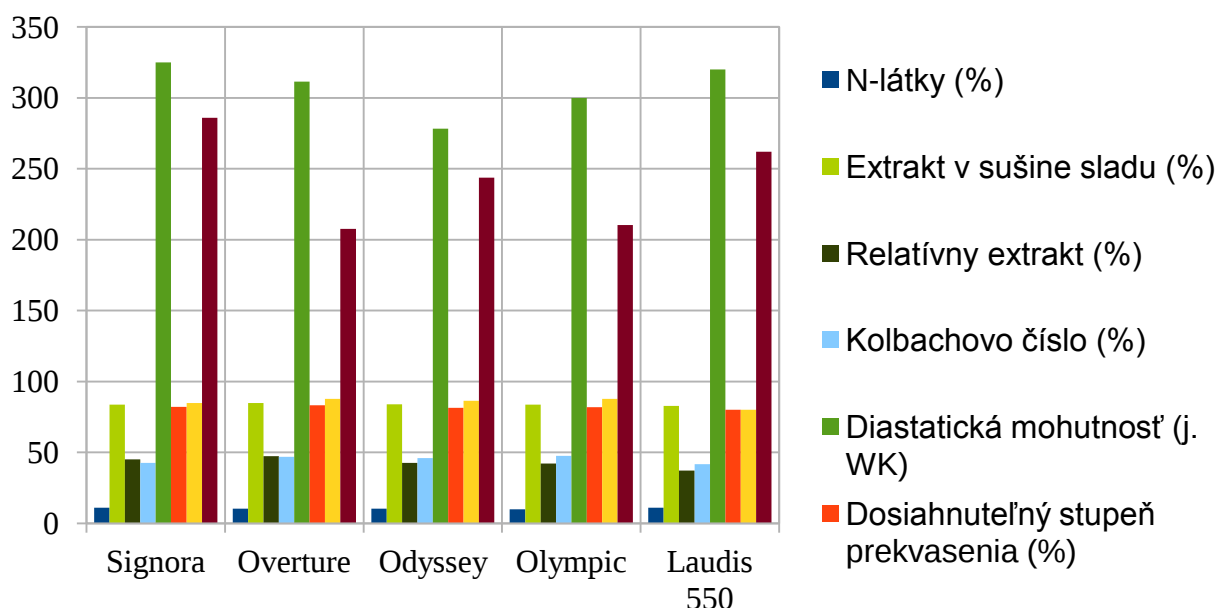
zaznamenali najnižšie množstvo zrážok, dosiahli najnižšiu úroveň extraktu (2012 – 82,68 % a 2014 – 82,54 %, obr. 10).



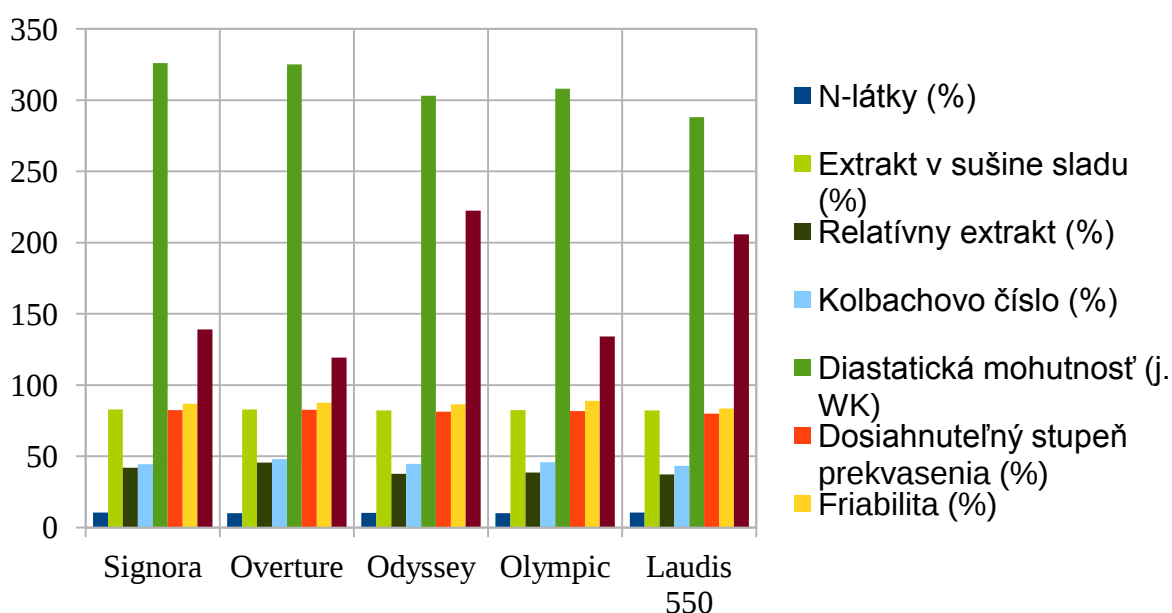
Obr. 7 Sladovnícka kvalita vybraných genotypov jačmeňa siateho jarného v roku 2011



Obr. 8 Sladovnícka kvalita vybraných odrôd jačmeňa siateho jarného v roku 2012



Obr. 9 Sladovnícka kvalita vybraných odrôd jačmeňa siateho jarného v roku 2013



Obr. 10 Sladovnícka kvalita sledovaných genotypov jačmeňa siateho jarného v roku 2014

Dôležitým parametrom, ktorý sa využíva pri hodnotení proteolytického rozlúštenia sladu, je Kolbachovo číslo. Vyjadruje pomer medzi celkovým obsahom N-látok v slade a obsahom rozpustného dusíka v sladine (Craine et al., 2022). Optimálne je, keď sa hodnoty Kolbachovo čísla pohybujú v rozmedzí 38 % až 42 % (Kreisz, 2009). Počas nášho experimentu sa jeho hodnoty pohybovali na úrovni od 41,1 % (Petrus) do 48,13 % (Overture). Všetky pozorované odrody jačmeňa vykazovali veľmi dobrú až optimálnu úroveň proteolytického a amylolytického rozlúštenia. Odroda Overture dosiahla najvyššiu hodnotu stupňa prekvasenia – 82,73 %.

Friabilita hovoriaca o úrovni deštrukcie bunkových stien sa pohybovala v rozpätí 86 % - 97 %, čo spadá do optimálnej úrovne hodnôt u všetkých analyzovaných odrôd. Jedine odroda

Laudis 550 dosiahla priemernú úroveň friability 85,06 %, dokonca v roku 2013 len 80,1 % (obr. 9). Obsah β -glukánov v sladine mali zvýšený odrody Salome, Laudis 550, Odyssey a Signora.

ZÁVER

Na základe výsledkov získaných štúdiom výberových 10 genotypov jačmeňa siateho jarného (*Hordeum vulgare* L.) z troch lokalít v období rokov 2011 – 2014 možno konštatovať, že analýza teplotných a vlhových podmienok na pokusných stanovištiach preukázala vplyv agroekologických faktorov na sledované vybrané produkčné a kvalitatívne znaky. Najlepšiu expresiu úrodového potenciálu mala odroda Salome (6,64 t.ha⁻¹) a Odyssey (6,49 t.ha⁻¹). V najmenej priaznivom pestovateľskom ročníku 2012 sa medzi najúrodnejšie odrody zaradila aj odroda Overture a Olympic.

Teplé a suché počasie v roku 2012 narušovalo plynulý a rovnomerný prevod N-látok zo stebľa do zrna jačmeňa a následne stúpali hodnoty obsahu hrubého proteínu v zrne. V ostatných sledovaných rokoch sa obsah dusíkatých látok v zrne znižoval pri klesajúcej tendencii teplôt v mesiacoch máj a jún, resp. v čase nalievania a dozrievania klasu. Počas dvoch najsuchších rokov 2012 a 2014 sme zaznamenali aj najnižšie hodnoty extraktu v sušine sladu.

Zo všetkých vybraných kvalitatívnych znakov jačmeňa si stabilne udržala optimálne hodnoty odroda Overture, Petrus a Olympic.

Pod'akovanie: Thanks for support from VEGA 1/0749/21. Environmental screening of variability of secondary metabolites of plant natural resources in soil-climatic conditions of Slovakia.

LITERATÚRA

1. BAIK, B. K. – ULLRICH, S. E. 2008. Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of Cereal Science* 2008;48:233-242. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2008.02.002>.
2. BASAŘOVÁ, G. et al. 1992. *Pivovarsko-sladařská analytika* (1). Praha: Merkanta. 385 s.
3. BELLO, Z. A. - D. van RENSBURG, L. - DLAMINI, P. - TFWALLA, C. M. - TESFUHUEY, W. 2022. Characterisation and effects of different levels of water stress at different growth stages in malt barley under water-limited conditions. *Plants* 2022;11(578). doi: <https://doi.org/10.3390/plants11050578>.
4. CADENAS, R. - CABALLERO, I. - NIMUBONA, D. - BLANCO, C. A. 2021. Brewing with starchy adjuncts: Its influence on the sensory and nutritional properties of beer. *Foods* 2021;10(1726). doi: <https://doi.org/10.3390/foods10081726>.
5. COLLINS, H. M. – OGUE, S. J. – JEFFERIES, S. J. – STUART, I. M. – BARR, A. R. 1999. A study of the physical, biochemical and genetic factors influencing malt extract. In *Proceedings of the 9 th Australian Barley Technical Symposium 1999*. Dostupné na: <http://www.regional.org.au/au/abts/1999/collins.htm#TopOfPage>.
6. COSTA, J. M. - BOLLERO, G. A. 2001. Stability analysis of grain yield barley (*Hordeum vulgare* L.) in the US mid-Atlantic Region. *Ann. Appl. Biol.* 2001;139:137-143. doi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7348.2001.tb00138.x>.
7. CRAINE, B. E. - BRAMWELL, S. - ROSS, C. F. - MURPHY, K. M. 2022. From ground to glass: Evaluation of Unique Barley Varieties for Craft Malting, Craft Brewing, and Consumer Sensory. *Beverages* 2022;8(30). doi:

- https://doi.org/10.3390/beverages8020030.
8. DONG, L. – HOU, Y. – LI, F. – PIAO, Y. – ZHANG, X. – LI, CH. – ZHAO, CH. 2015. Characterization of volatile aroma compounds in different brewing barley cultivars. J. Sci. Food Agric. 2015;95:915-921. doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24862930/>.
9. DUNAJSKÝ, E. – JENČA, V. 1993. Závislosti nástupu a trvania fenologických fáz na meteorologické prvky u vybraných plodín z agrometeorologického observatória Trebišov- Milhostov. In Agrometeorologická konferencia 93, 23.–26.11.1993. Brno: ČBkS, pp. 70-77.
10. EBC Analysis committee, 2010: Analytica EBC, Barley. 3.2 Moisture Content of Barley, 3.3.2 Total Nitrogen Content of Barley, Malt: 4.2 Moisture Content of Malt, 4.3.2 Total Nitrogen of Malt, 4.5.1 Extract of Malt, 4.9.1 Soluble Nitrogen of Malt, 4.12 Diastatic Power of Malt, 4.15 Friability, 4.16.2 High Molecular Weight Beta-glucan Content of Malt and Malt Wort, Beer: 9.29 Haze in Beer: Calibration of Haze Meters. Nüremberg: Fachverlag Hans Carl. 794 p. ISBN 978-3-418-00759-5.
11. FATEMI, F. - KIANERSI, F. - POUR-ABOUGHADAREH, A. - POCZAI, P. - JADIDI, O. 2022. Overview of identified genomic regions associated with various agronomic and physiological traits in barley under abiotic stresses. Applied sciences 2022;12(5189). doi: <https://doi.org/10.3390/app12105189>.
12. JAEGER, A. - ZANNINI, E. - SAHIN, A. W. - ARENDT, E. K. 2021. Barley protein properties, extraction and applications, with a focus on brewers spent grain protein. Foods 2021;10(1389). doi: <https://doi.org/10.3390/foods10061389>.
13. KREISZ, S. 2009. Malting. In Eßlinger, H. M. ed. Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. pp.147-164.
14. LÍŠKOVÁ, M. – FRANČÁKOVÁ, H. 2012. Význam dormancie jačmeňa sladovníckého na kvalitatívne parametre sladu. Nitra: SPU. 71 s. ISBN 978-80-552-0730-8.
15. MACÁK, M. - HABÁN, M. - ANDREJČIKOVÁ, M. 2019. *Expresia úrodovného potenciálu odrôd sladovníckeho jačmeňa (Hordeum vulgare L.) v podmienkach juhozápadného Slovenska*. Nitra: SPU. 106 s. ISBN 978-80-552-2050-5.
16. MEBAK, 2011. Raw material. 1 Barley: 1.5.3 Micromalting; Malz: 3.1.4.11 Maischmethode nach Hartong-Kretschmer VZ 45 °C. Mitteleuropäischen Brautechnischen Analysenkommission, Freising-Weihenstephan, Germany.
17. NEWMAN, C. W. – NEWMAN, R.K. 2006. A brief history of barley foods. Cereal Foods World 2006;51(1):4-7. doi: https://www.researchgate.net/publication/279645256_A_brief_history_of_barley_foods.
18. POSPIŠIL, R. 2006. Vplyv použitia biokalu na produkciu a kvalitu jačmeňa jarného. In Kvasny Prům. 2006;52(11-12):353-354. doi: <https://www.readcube.com/articles/10.18832/2Fkp2006030>.
19. ŠOLTÝSOVÁ, B. – DANILOVIČ, M. 2005. Zmeny úrod a kvalitatívnych parametrov jačmeňa siateho jarného v závislosti od podmienok prostredia. In *Biotechnológia súčasnosti a budúcnosti*. Křtiny. ISBN 80-8669-31-08.
20. Ústredný kontrolný skúšobný ústav poľnohospodársky. 2021. Opisy registrovaných odrôd jačmeňa siateho. Dostupné na: <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.uksup.sk%2Fstorage%2Fapp%2Fuploads%2Fpublic%2F609%2Fcd6%2Fb98%2F609cd6b987345048475665.docx> HYPERLINK
["https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.uksup.sk%2Fstorage%2Fapp%2Fuploads%2Fpublic%2F609%2Fcd6%2Fb98%2F609cd6b987345048475665.docx&wdOrigin=BROWSELINK"](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.uksup.sk%2Fstorage%2Fapp%2Fuploads%2Fpublic%2F609%2Fcd6%2Fb98%2F609cd6b987345048475665.docx&wdOrigin=BROWSELINK) HYPERLINK
["https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.uksup.sk%2Fstorage%2Fapp%2Fuploads%2Fpublic%2F609%2Fcd6%2Fb98%2F609cd6b987345048475665.docx"](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.uksup.sk%2Fstorage%2Fapp%2Fuploads%2Fpublic%2F609%2Fcd6%2Fb98%2F609cd6b987345048475665.docx)

- 48475665.docx&wdOrigin=BROWSELINK"amp;wdOrigin=BROWSELINK.
21. ZIMOLKA, J. 2006. *Ječmen, formy a užitkové směry v České republice*. Praha: Profi Press. 200 s. ISBN 80-86726-18-5.

Kontaktná adresa:

Ing. Ľubomíra Hromadová, Ústav agronomických vied FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: xhromadoval@uniag.sk

VPLYV LOCKDOWNU – DIŠTANČNÉ VZDELÁVANIE AKO RIZIKO ROZVOJA DETSKEJ OBEZITY

THE IMPACT OF LOCKDOWN – DISTANCE LEARNING AS A RISK OF DEVELOPING CHILDHOOD OBESITY

Jančichová Kristína¹, Habánová Marta², Kopčeková Jana², Lenártová Petra², Mrázová Jana², Gažarová Martina², Bihari Maroš²

¹Výskumné centrum Agrobiotech, SPU v Nitre

²Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

Summary

Childhood obesity is a complex and multifactorial problem that has an epidemic character. In the past almost 50 years, we have observed a tenfold increase in the number of obese children and adolescents worldwide. Similarly, in Slovakia, we have been seeing an increase in average weight and BMI in children and adolescents every decade. The consequences of confinement on lifestyle are recorded. We worked with 236 children and adolescents (141 girls, 95 boys) over the 3 years. We performed 4 measurements of body composition using bioelectrical impedance (InBody S10). Body composition measurements indicate an average prevalence of overweight and obesity of 21.90%, and the highest fluctuation in May 2021 after 8 months of confinement and distance learning. The prevalence in May rose to 28.28%, and there was a significant increase in FM ($p=0.022$), VFA ($p=0.016$), and waist circumference ($p=0.003$) compared to the previous measurement. Body composition changes were more significant in boys than girls, with increase of adiposity indicators mainly. In conclusion, during the pandemic and lockdown body composition seemingly worsened in children and adolescents. Further studies need to be performed to elucidate the concrete causes.

Key words: body composition, lockdown, distance learning, childhood obesity, children, adolescents

ÚVOD

Podľa WHO je detská obezita a obezita v dospelosti jednou z najzávažnejších globálnych výziev 21. storočia (WHO, 2018), často začína už v ranom veku počas predškolských rokov a prenáša sa až do neskoršieho adolescentného a dospelého života. V závislosti od závažnosti obezity dochádza k zvyšovaniu zdravotných rizík a zvýšeniu chorobnosti a úmrtnosti (De Farias Costa et al., 2019).

Obezita je výsledkom pozitívnej energetickej bilancie. Vonkajšie faktory sú kľúčové a obezita je všeobecne definovaná ako výsledok interakcie medzi génmi a prostredím (Lanigan et al., 2019). Od roku 1975 zaznamenávame stúpajúci trend v hodnotách BMI (Body Mass Index) u detí a adolescentov (5 - 19 rokov). Celosvetovo sa počet dievčat s obezitou zvýšil z 5 miliónov v roku 1975 na 50 miliónov v roku 2016, a počet chlapcov s obezitou vzrástol zo 6 miliónov v roku 1975 na 74 miliónov v roku 2016. Až 73 % prípadov sa pripisuje nárastu výskytu obezity a nie populačnému rastu, ako by sa očakávalo. Aktuálne globálny nárast hodnôt BMI predstavuje $0,32 \text{ kg.m}^{-2}$ pre dievčatá a $0,40 \text{ kg.m}^{-2}$ pre chlapcov za dekádu, ale regionálne výsledky poukazujú na najmenšie zmeny BMI u oboch pohlaví v európskej oblasti (NCD-RisC, 2017; WHO, 2019). Úroveň telesnej aktivity u adolescentov je celosvetovo slabá, pričom u približne 81 % (78 % chlapcov, 84 % dievčat) klesá pod minimálne odporúčané úrovne aktivity (WHO, 2018).

Na Slovensku má obezita a nadhmotnosť u detí a adolescentov rastúcu tendenciu. Potvrdzujú to výsledky VII. celoštátneho antropometrického prieskumu z roku 2011 realizovaného ÚVZSR, podľa ktorého došlo k štatisticky významnému nárastu priemernej telesnej hmotnosti u chlapcov aj u dievčat v porovnaní s údajmi z roku 2001. Rovnako boli zaznamenané výraznejšie rozdiely nárastu telesnej hmotnosti medzi rokmi 2001 a 2011, ako v predchádzajúcom desaťročí (1991-2001) (ÚVZSR, 2012).

Zatvorenie škôl a obmedzenie pohybu sa odrazilo v životnom štýle detí a dospelých, ako je fyzická aktivita a sedavé správanie. Tento druh správania je spojený s negatívnymi zdravotnými následkami, fyzickými aj duševnými, ako je strata svalovej hmoty a sily, a celkovej kondície, prírastok telesnej hmotnosti alebo psychosociálne problémy (López-Bueno et al., 2021). Podľa smerníc WHO (2020a), fyzická aktivita u detí a dospelých zlepšuje fyzické, kardiometabolické, kostné a duševné zdravie a kognitívne výsledky. Žiaľ, tri zo štyroch detí a adolescentov vo veku 11 – 17 rokov, vykazujú nedostatočnú fyzickú aktivitu, t.j. nespĺňajú odporúčania WHO (Guariguata a Jeyaseelan, 2019). Čas trávený doma zvýšil sledovanie televízie a používanie počítačov, tabletov a mobilných telefónov. Sedavé správanie zvyšuje adipozitu, zhoršuje celkovú kondíciu, trvanie a kvalitu spánku a môže ovplyvniť sociálne správanie (WHO, 2020b).

MATERIÁL A METÓDY

Antropometrické merania boli realizované v teréne na jednotlivých školách. U probandov sme zisťovali telesnú výšku a hmotnosť. Pre získanie telesnej hmotnosti sme využili kalibrovanú digitálnu osobnú váhu Brutus Tanita HD-351 (Harmmed Medica ČR, Tanita Europe, Hoofddorp, Netherlands) s presnosťou na 0,1 kg. Telesnú výšku sme zisťovali pomocou ultrazvukového merača telesnej výšky Bodyson (ADE GmbH & Co., Hamburg, Deutschland). Následne sme vykonali analýzu telesného zloženia pomocou prístroja pracujúceho na princípe bioelektrickej impedancie InBody S10 (Biospace, Seoul, Južná Kórea). Za dodržania všetkých odporúčaní pre správne obsluhovanie InBody S10 sme zisťovali nasledovné parametre:

- celková telesná voda (TBW; l),
- extracelulárna (mimobunková) voda (ECW; l),
- intracelulárna (vnútrobunková) voda (ICW; l),
- telesný tuk - absolútny (FM; kg),
- beztuková hmota (FFM; kg),
- hmotnosť kostrového svalstva (SMM; kg),
- percento telesného tuku (PBF; %),
- stupeň zrnitosti viscerálneho tuku (VFA; cm²),
- index telesnej hmotnosti (BMI; kg.m⁻²),
- obvod pásu/brucha (cm).

Z nameraných údajov FM a FFM sme určili indexy tukovej hmoty (FMI; kg.m⁻²) a beztukovej hmoty (FFMI; kg.m⁻²). Telesnú hmotnosť, výšku a BMI sme hodnotili pomocou percentilových grafov, zvlášť pre dievčatá a chlapcov, ktoré zohľadňujú vek meraného účastníka. Percentilové grafy boli vytvorené pre slovenskú populáciu detí v roku 2004 (Ševčíková et al., 2004). Za optimálne sme považovali hodnoty v rozmedzí 3. až 90. percentilu. Za hraničné hodnoty sme považovali rozpätie 90. - 97. percentil. Hodnoty pod 3. a nad 97. percentil predstavujú extrémne hodnoty a sú nevyhovujúce. Najoptimálnejšie hodnoty sa nachádzali v pásme od 25. po 75. percentil.

Pre získanie informácií o stravovacích zvyklostiach, zdravotnej a pohybovej anamnéze sme použili dotazníkovú metódu. Epidemická situácia v súvislosti s ochorením COVID-19, ktorá vznikla v prvom akademickom roku doktorandského štúdia, výrazne ovplyvnila priebeh

získavania dát. Z dôvodu dištančnej výučby na základných aj stredných školách bol dotazník dodatočne upravený a doplnený o otázky sledujúce zmeny v stravovaní, vo frekvencii príjmu potravy či preferencie potravín počas obdobia lockdownu, aj zmeny pohybovej aktivity a času tráveného sedavými činnosťami. Dotazník vyplnilo 131 detí a adolescentov (77 dievčat, 54 chlapcov). Priemerný vek opýtaných bol $14,10 \pm 2,53$ rokov. V meste alebo v prímestských častiach žije 55,73 % probandov a 44,27 % na vidieku. Pri vyhodnocovaní vonkajších faktorov životného štýlu sme zohľadňovali možné rozdiely medzi pohlaviami, vekovými skupinami, a porovnávali sme probandov nadhmotných a obéznych (BMI nad 90. percentilom) s probandmi s optimálnym BMI (3. až 90. percentil BMI). Z dôvodu nízkeho počtu podhmotných študentov, BMI pod 3. percentilom, nebola táto skupina zahrnutá do porovnania.

Vyhodnotenie údajov

Získané údaje sme spracovali v programe Microsoft Office Excel, pomocou ktorého sme získali základné štatistické ukazovatele: aritmetický priemer, smerodajnú odchýlku (SD, $\pm$), medián (med), modus, minimálnu hodnotu (min), maximálnu hodnotu (max).

Pre štatistické spracovanie nameraných hodnôt sme využili program Statistica 12 (Dell Statistica, Location: 2300 East 14th Street, Tulsa, OK 74104, USA) a nasledovné štatistické postupy: analýza rozptylu ANOVA, MANOVA, post-hoc analýzy pomocou Tukey test (Unequal N HSD test), dvoj-výberový a párový t-test, výpočet Bravaisov-Pearsonovho korelačného koeficientu. Štatistickú preukaznosť sme zisťovali na $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Prvé meranie telesnej kompozície prebehlo v decembri 2019 pred pandémiou COVID-19. Merania sa zúčastnilo 84 dievčat a 47 chlapcov, priemerný vek $15,08 \pm 2,21$ rokov. Pri tomto meraní sme zaznamenali 19,85 % probandov presahujúcich 90. percentil pre hmotnosť, a 20,61 % probandov, ktorí presiahli 90. percentil BMI vo svojej vekovej kategórii. Druhé a tretie meranie boli najviac ovplyvnené epidemickou situáciou. V októbri 2020 sa merania zúčastnilo celkom 70 žiakov a študentov, 38 dievčat a 32 chlapcov, priemerný vek meranej skupiny bol $13,16 \pm 1,58$ rokov. Zaznamenali sme 20 % nadhmotných a obéznych detí a adolescentov, presahujúcich 90. percentil BMI vo svojej vekovej kategórii. Vyššiu hmotnosť (nad. 90. percentil) sme detegovali u 17,14 % probandov. Tretie meranie prebehlo v máji 2021, tesne po opätovnom otvorení škôl a zahájení prezenčnej formy výučby. Merania sa zúčastnilo 99 žiakov a študentov – 50 dievčat a 49 chlapcov, s priemerným vekom $14,78 \pm 2,09$ rokov. Počas tohto merania sme zaznamenali najvyššie percento prípadov presahujúcich 90. percentil BMI – 28,28 %. Podobne pri hodnotení hmotnosti sa nad 90. percentilom hmotnosti sa ocitlo 27,27 % probandov. Posledné meranie telesného zloženia prebehlo začiatkom októbra 2021. Zúčastnilo sa 107 probandov, 64 dievčat a 43 chlapcov, s priemerným vekom skupiny $14,88 \pm 2,30$ rokov. Hranicu nadhmotnosti (90. percentil BMI) presiahlo 18,69 % žiakov a študentov pre svoju vekovú skupinu a 90. percentil hmotnosti presiahlo 16,82 % probandov.

Prvé meranie sa uskutočnilo začiatkom decembra 2019, aby sme minimalizovali skreslenie hodnôt parametrov telesného zloženia v dôsledku výnimočného, vianočného stravovania. V marci 2020 vznikom výnimočnej situácie na Slovensku a vo svete došlo k postupnému obmedzovaniu bežného života, čo zapríčinilo mnohé zmeny – v telesnom zložení, stravovaní, pohybe a i. Koncom školského roka 2019/2020 dochádzalo k uvoľňovaniu opatrení na zamedzenie šírenia ochorenia COVID-19 a predpokladáme, že deti a adolescenti sa začali viac hýbať, lepšie stravovať. Tieto faktory zapríčinili, že zmeny

telesných parametrov medzi 1. meraním v decembri 2019 a 2. meraním v októbri 2020, neboli výrazné. Došlo k preukazným zmenám v hodnotách hmotnosti ($p = 0,008$), FFM a SMM ($p = 0,006$) v porovnaní s predchádzajúcim meraním, čo značí optimálny fyziologický rast detí. Indikátory adipozity nevykazovali preukazné rozdiely. Výsledky druhého merania boli limitované proti-epidemickými opatreniami (uzatvorenie škôl) čo zapríčinilo nižšiu účasť probandov na meraniach a nezariadenie 16- až 18-ročných probandov do hodnotenia.

K najvýznamnejším zmenám telesnej kompozície došlo v máji 2021. Získané hodnoty boli štatisticky preukazne vyššie ako pri druhom meraní. Došlo k nárastu priemernej hmotnosti z $54,54 \pm 12,87$ kg na $62,07 \pm 16,19$ kg ($p < 0,001$). Znepokojivé je, že okrem parametrov beztukovej hmoty došlo k nárastu aj tukových parametrov:

- FM z $12,38 \pm 6,46$ kg na $14,86 \pm 7,51$ kg ($p = 0,022$),
- VFA z $50,91 \pm 25,98$ cm² na $61,49 \pm 30,72$ cm² ($p = 0,016$),
- obvod pásu z $74,42 \pm 9,63$ cm na $79,38 \pm 11,84$ cm ($p = 0,003$).

Percentuálny podiel tuku v tele sa taktiež zvýšil z $21,76 \pm 7,89$ % na $23,93 \pm 8,21$ %, ale rozdiel nebol štatisticky preukazný ($p = 0,085$).

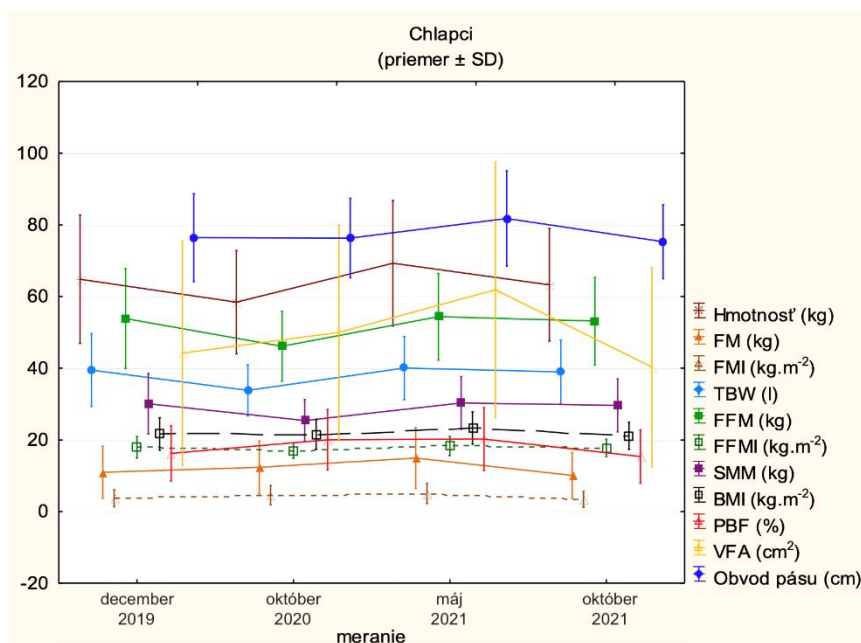
Štvrté a posledné meranie prebehlo v októbri 2021. Zaznamenali sme priaznivý vývoj parametrov telesnej kompozície, najmä indikátorov adipozity. Priemerné hodnoty FM, PBF, VFA aj obvodu pásu boli veľmi podobné údajom zistených v rámci 1. merania v decembri 2019. Pozorovali sme štatisticky preukazné zníženie hodnôt parametrov FM a PBF ($p < 0,05$), VFA a obvodu pásu ($p < 0,01$) medzi 3. a 4. meraním. Príčinou pozitívnych zmien môže byť opätovné prezenčné vzdelávanie na základných a stredných školách, cvičenie na hodinách telesnej výchovy, socializovanie sa, zlepšenie nálady a celkovej mentálnej pohody mládeže či znovuočvorení pohybových krúžkov a povolenie voľnočasových aktivít.

U chlapcov sme pozorovali dynamickejšie zmeny v telesnom zložení ako u dievčat a vo viacerých parametroch, ako znázorňuje obr. 1. Najvýznamnejšie zmeny, ktoré sme zaznamenali u chlapcov boli nárast vo FM ($p = 0,016$), FMI ($p = 0,014$), PBF ($p = 0,021$), VFA ($p = 0,012$) a v obvode pásu ($p = 0,043$) medzi prvým pred-pandemickým a tretím po-lockdownovým meraním. Od mája 2021 do októbra 2021 následne došlo u chlapcov k zníženiu BMI ($p < 0,05$), FM, FMI, PBF, VFA ($p < 0,01$) a obvodu pásu ($p < 0,01$). V októbri 2021, pri poslednom meraní boli priemerné hodnoty sledovaných parametrov zrovnateľné s priemernými hodnotami parametrov pred pandémiou (december 2019). Sledované ukazovatele u chlapcov sú uvedené v tabuľke 1.

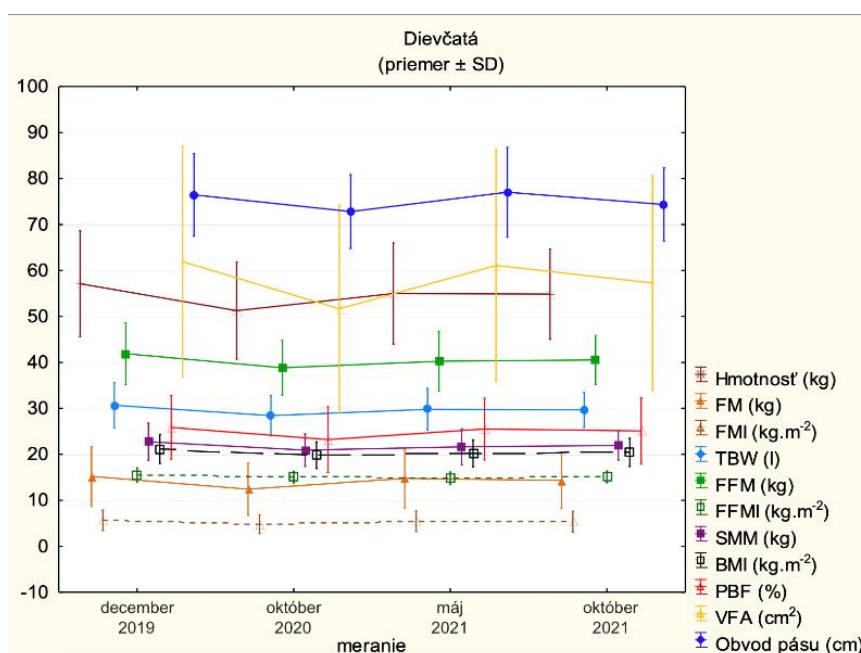
Tab. 1 Priemerné hodnoty sledovaných parametrov telesného zloženia u chlapcov

	Obdobie merania (mesiac/rok)			
	12/2019	10/2020	5/2021	10/2021
Výška (cm)	171,91 ± 12,44	163,9 ± 9,75	171,45 ± 9,47	172,06 ± 10,55
Hmotnosť (kg)	64,84 ± 17,90	58,44 ± 14,41	69,29 ± 17,50	63,27 ± 15,71
BMI (kg.m⁻²)	21,64 ± 4,51	21,55 ± 4,11	23,32 ± 4,52	21,14 ± 3,79
FM (kg)	11,98 ± 5,78	12,34 ± 6,11	14,70 ± 7,29	10,11 ± 4,98
FMI (kg.m⁻²)	3,72 ± 1,67	4,58 ± 2,10	4,97 ± 2,37	3,43 ± 1,67
PBF (%)	16,23 ± 7,73	20,04 ± 8,47	20,09 ± 8,86	15,36 ± 7,45
VFA (cm²)	44,22 ± 21,31	49,99 ± 24,91	61,08 ± 29,49	41,34 ± 20,58
Obvod pásu (cm)	76,44 ± 12,24	76,37 ± 11,02	81,32 ± 13,60	75,31 ± 10,31
FFM (kg)	53,86 ± 13,90	46,11 ± 9,74	54,60 ± 12,07	53,16 ± 12,19
FFMI (kg.m⁻²)	17,93 ± 3,01	16,97 ± 2,11	18,35 ± 2,63	17,72 ± 2,44
SMM (kg)	30,09 ± 8,43	25,41 ± 5,84	30,49 ± 7,32	29,64 ± 7,38

Vysvetlivky: Údaje sú prezentované ako priemer ± smerodajná odchýlka (SD); BMI – index telesnej hmotnosti; FFM – beztuková hmota, FFMI – index beztukovej hmoty; FM – telesný tuk (absolútny), FMI – index tukovej hmoty; PBF – percento telesného tuku; SMM – hmotnosť kostrového svalstva; VFA – stupeň zmnoženia viscerálneho tuku.



Obr. 1 Zmeny telesných parametrov medzi meraniami u chlapcov



Obr. 2 Zmeny telesných parametrov medzi meraniami u dievčat

Vysvetlivky: BMI – index telesnej hmotnosti; FFM – beztuková hmota, FFMI – index beztukovej hmoty; FM – telesný tuk (absolútny), FMI – index tukovej hmoty; PBF – percento telesného tuku; SMM – hmotnosť kostrového svalstva; TBW – celková telesná voda; VFA – stupeň zrnovania viscerálneho tuku.

U dievčat nedochádzalo k štatisticky významným zmenám v hodnotení postupných meraní (obr. 2). V porovnaní prvého merania – vykonané pred vypuknutím pandémie COVID-19 v decembri 2019, s tretím meraním – vykonané v máji 2021 po 2 lockdownoch a niekoľko-mesačnej dištančnej výučbe, sme pozorovali významný úbytok FFMI, teda beztukovej hmoty po zohľadnení výšky probandiek ($15,52 \pm 1,53$ vs. $14,79 \pm 1,36$, $p = 0,007$). U dievčat, podobne ako u chlapcov, sme pri poslednom meraní sledovaných parametrov zistili podobnosť s priemernými hodnotami parametrov pred pandemiou (december 2019). Hodnoty sledovaných ukazovateľov u dievčat sú uvedené v tabuľke 2.

Tab. 2 Priemerné hodnoty sledovaných parametrov telesného zloženia u dievčat

	Obdobie merania (mesiac/rok)			
	12/2019	10/2020	5/2021	10/2021
Výška (cm)	163,83 ± 7,87	160,10 ± 8,05	164,41 ± 7,93	163,50 ± 7,07
Hmotnosť (kg)	57,10 ± 11,52	51,25 ± 10,53	55,00 ± 11,01	54,87 ± 9,81
BMI (kg.m⁻²)	21,14 ± 3,16	19,82 ± 2,90	20,20 ± 2,94	20,44 ± 3,07
FM (kg)	15,21 ± 6,50	12,42 ± 5,68	14,34 ± 6,32	14,28 ± 6,10
FMI (kg.m⁻²)	5,62 ± 2,23	4,78 ± 2,02	5,25 ± 2,12	5,31 ± 2,24
PBF (%)	25,84 ± 6,92	23,23 ± 7,16	25,24 ± 6,65	25,09 ± 7,18
VFA (cm²)	61,92 ± 25,16	51,68 ± 22,53	60,45 ± 25,15	57,32 ± 23,36
Obvod pásu (cm)	76,46 ± 8,97	72,84 ± 8,04	76,75 ± 9,78	74,40 ± 7,94
FFM (kg)	41,90 ± 6,78	38,83 ± 6,01	40,66 ± 6,18	40,59 ± 5,27
FFMI (kg.m⁻²)	15,52 ± 1,53	15,05 ± 1,24	14,95 ± 1,31	15,13 ± 1,28
SMM (kg)	22,73 ± 4,06	20,91 ± 3,55	21,95 ± 3,71	21,95 ± 3,17

Vysvetlivky: Údaje sú prezentované ako priemer ± smerodajná odchýlka (SD); BMI – index telesnej hmotnosti; FFM – beztuková hmota, FFMI – index beztukovej hmoty; FM – telesný tuk (absolútny), FMI – index tukovej hmoty; PBF – percento telesného tuku; SMM – hmotnosť kostrového svalstva; VFA – stupeň zrnitosti viscerálneho tuku.

Lockdown v mnohých krajinách preukázal negatívne vplyvy na správanie detí a dospievajúcich. V Taliansku sa čas strávený pred obrazovkou (screen-time) u detí a dospievajúcich zvýšil o 4 hodiny denne (Pietrobelli et al., 2020). Vo Francúzsku zaznamenali zníženú fyzickú aktivitu, zvýšený čas sedenia screen-time u detí a dospievajúcich (Chambonniere et al., 2021). Podobné výsledky zmien stravovacieho správania či fyzickej aktivity boli pozorované aj v Kanade (Moore et al., 2020), Španielsku (López-Bueno et al., 2020; Medrano et al., 2020), Portugalsku (Pombo et al., 2020) a i. Množstvo času stráveného sedavými aktivitami počas detstva a dospievania predpovedá nadváhu a obezitu v dospelosti (Boone et al., 2007).

V Grécku štúdia COV-EAT odhalila zmeny v životnom štýle detí a dospievajúcich počas prvého lockdownu COVID-19. Nárast telesnej hmotnosti u vyše 30 % probandov bol spojený so zvýšenou konzumáciou raňajok, slaných pochutín a občerstvenia, zároveň so zníženou fyzickou aktivitou (Androustos et al., 2021). V taliansku pozorovali tiež nárast hmotnosti u takmer 60 % zapojených, najmä pre zvýšený príjem sladkostí (Pujia et al., 2021), a nárast BMI, a obvodu pásu v dôsledku zvýšenia času stráveného sedavo (Maltoni et al., 2021).

ZÁVER

Zo získaných výsledkov bola zistená prevalencia nadhmotných a obéznych detí a adolescentov (podľa percentilových grafov BMI) v priemere 21,90 %. Po prvom meraní v decembri 2019, sme pozorovali očakávaný preukazný pohlavný dimorfizmus – vyššie hodnoty FFM, FFMI a SMM u chlapcov ($p < 0,001$), a u dievčat vyššie hodnoty FM ($p < 0,01$), FMI, PBF aj VFA ($p < 0,001$). Zaznamenali sme aj nárast BMI vplyvom zvyšujúceho sa veku ($p < 0,001$). Druhé meranie v októbri 2020, bolo najviac obmedzené proti-epidemickými opatreniami, v dôsledku ktorých sa 16- až 18-roční študenti nezúčastnili merania. Rozdiely v BMI vplyvom veku boli prítomné medzi 10- až 12- a 13- až 15-ročnými ($p < 0,01$). Tretie meranie prebehlo v máji 2021, tesne po opätovnom otvorení škôl a zahájení prezenčnej formy výučby. Po druhom lockdowne a 8-mesačnej dištančnej výučbe v školách, sme pozorovali najvyššiu prevalenciu nadhmotnosti a obezity 28,28 %, a nepriaznivé zmeny v telesnej kompozícii. Tie zahŕňali nárast hmotnosti ($p < 0,001$), FM ($p = 0,022$), VFA ($p = 0,016$) a obvodu pásu ($p = 0,003$). Posledné meranie prebehlo v októbri 2021.

Zaznamenali sme štatisticky preukazné zníženie hodnôt parametrov FM a PBF ($p < 0,05$), VFA a obvodu pásu ($p < 0,01$) medzi 3. a 4. meraním. Zmeny telesného zloženia v dôsledku pandemických opatrení sa prejavili najmä u chlapcov - vzrástli priemerné hodnoty tukových parametrov FM ($p = 0,016$), PBF ($p = 0,021$), VFA ($p = 0,012$) a obvodu pásu ($p = 0,043$) medzi prvým pred-pandemickým a tretím po-lockdownovým meraním.

Prevalencia nadhmotnosti a obezity v detskom veku narastá. V súčasnosti, po dlhom období obmedzení, by sme mali deti a adolescentov motivovať a podporovať najmä k pravidelnej fyzickej aktivite, a zdôrazňovať význam zdravej, pestrej a vyváženej stravy.

Pod'akovanie: Publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dlhodobý strategický výskum prevencie, intervencie a mechanizmov obezity a jej komorbidít (ITMS: 313011V344) spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

1. ANDROUTSOS, O. – PERPERIDI, M. – GEORGIU, C. – CHOULIARAS, G. 2021. Lifestyle Changes and Determinants of Children's and Adolescents' Body Weight Increase during the First COVID-19 Lockdown in Greece: The COV-EAT Study. *Nutrients*, 2021;13;3. <https://doi.org/10.3390/nu13030930>
2. BOONE, J. E. – GORDON-LARSEN, P. – ADAIR, L. S. – POPKIN, B. M. 2007- Screen time and physical activity during adolescence: longitudinal effects on obesity in young adulthood. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2007;4;1;26. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-4-26>
3. DE FARIAS COSTA, P. R. – DE SANTANA, M. L. P. – DE OLIVEIRA LEITE, L. DAMASCENA, N. F. – NEPOMUCENO, C. M. M. - DA SILVA BARRETO, J. R. P. – KINRA, S. – ASSISA, A. M. O. 2019. Anthropometric status and lipid profile among children and adolescents: Changes after 18-month follow-up. *Clinical Nutrition ESPEN*, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2019.10.004>
4. GUARIGUATA, L. – JEYASEELAN, S. 2019. Children and non-communicable disease: Global Burden Report 2019. 2019. <https://www.ncdchild.org/2019/01/28/children-non-communicable-disease-global-burden-report-2019/>
5. CHAMBONNIERE, C. – LAMBERT, C. – FEARNBACH, N. – TARDIEU, M. – FILLON, A. – GENIN, P. – LARRAS, B. – MELSENS, P. - BOIS, J. - PEREIRA, B. - TREMBLAY, A. – THIVELA, D. – DUCLOS, M. 2021. Effect of the COVID-19 lockdown on physical activity and sedentary behaviors in French children and adolescents: New results from the ONAPS national survey. *European Journal of Integrative Medicine*, 2021;43;101308. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2021.101308>
6. LANIGAN, J. – TEE, L. – BRANDRETH, R. 2019. Childhood obesity. In *Medicine*, 2019;47;3;190-194. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2018.12.007>
7. LÓPEZ-BUENO, R. – LÓPEZ-SÁNCHEZ, G. F. – CASAJÚS, J. A. – CALATAYUD, J. – GIL-SALMERÓN, A. – GRABOVAC, I. – TULLY, M. A. – SMITH, L. 2020. Health-Related Behaviors Among School-Aged Children and Adolescents During the Spanish Covid-19 Confinement. *Frontiers in Pediatrics*. 2020;8;573. <https://doi.org/10.3389/fped.2020.00573>
8. LÓPEZ-BUENO, R. – LÓPEZ-SÁNCHEZ, G. F. – CASAJÚS, J. A. – CALATAYUD, J. - TULLY, M. A. – SMITH, L. 2021. Potential health-related behaviors for pre-school and school-aged children during COVID-19 lockdown: A narrative review. *Preventive Medicine*, 2021;143;106349. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2020.106349>
9. MALTONI, G. – ZIOUTAS, M. – DEIANA, G. – BISERNI, G. B. – PESSION, A. – ZUCCHINI, S. 2021. Gender differences in weight gain during lockdown due to COVID-19

- pandemic in adolescents with obesity. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 2021;31;7;2181-2185. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.03.018>
10. MEDRANO, M. – CADENAS-SANCHEZ, C. – OSES, M. – ARENAZA, L. – AMASENE, M. – LABAYEN, I. 2020. Changes in lifestyle behaviours during the COVID-19 confinement in Spanish children: A longitudinal analysis from the MUGI project. *Pediatric Obesity*, 2020;16;4;e12731. <https://doi.org/10.1111/ijpo.12731>
 11. MOORE, S.A. – FAULKNER, G. – RHODES, R.E. – BRUSSONI, M. – CHULAK-BOZZER, T. – FERGUSON, L. J. – MITRA, R. – O'REILLY, N. – SPENCE, J. C. – VANDERLOO, L. M. – TREMBLAY, M. S. 2020. Impact of the COVID-19 virus outbreak on movement and play behaviours of Canadian children and youth: a national survey. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2020;17;85. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-00987-8>
 12. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). 2017. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 2017;390;10113;2627-2642. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)
 13. PIETROBELLI, A. – PECORARO, L. – FERRUZZI, A. – HEO, M. – FAITH, M. – ZOLLER, T. – ANTONIAZZI, F. – PIACENTINI, G. – FEARNBACH, S. N. – HEYMSFIELD, S. B. 2020. Effects of COVID- 19 Lockdown on Lifestyle Behaviors in Children with Obesity Living in Verona, Italy: A Longitudinal Study. *Obesity*, 2020;28;8;1382-1385. <https://doi.org/10.1002/oby.22861>
 14. POMBO, A. – LUZ, C. – RODRIGUES, L. P. – FERREIRA, C. – CORDOVILA, R. 2020. Correlates of children's physical activity during the COVID-19 confinement in Portugal. *Public Health*, 2020;189;14-19. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2020.09.009>
 15. PUJIA, R. – FERRO, Y. – MAUROTTE, S. – KHOORY, J. – GAZZARUSO, C. – PUJIA, A. – MONTALCINI, T. – MAZZA, E. 2021. The Effects of COVID-19 on the Eating Habits of Children and Adolescents in Italy: A Pilot Survey Study. *Nutrients*, 2021;13;8. <https://doi.org/10.3390/nu13082641>
 16. ŠEVČÍKOVÁ Ľ. – NOVÁKOVÁ J. – HAMADE J. – TATARA, M. – JANECHOVÁ, H. – ŠEĎOVÁ, M. 2004. Percentilové grafy a antropometrické ukazovatele: Telesný vývoj detí a mládeže v SR. Úrad verejného zdravotníctva. 2004;16-103. https://www.ruvzba.sk/poradne/Percentilove_grafy_SK_farba.pdf
 17. ÚVZSR. Prieskum telesného vývoja detí a mládeže na Slovensku, 2012. <http://www.uvzs.sk/docs/info/hdm/Antropometria.pdf>
 18. WHO. 2020a. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020. <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
 19. WHO. 2020b. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. 2020. ISBN 978-92-4-001512-8
 20. WHO. Mapping the health system response to childhood obesity in the WHO European Region. An overview and country perspectives, 2019. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/activities/who-european-childhood-obesity-surveillance-initiative-cosi/cosi-publications/mapping-the-health-system-response-to-childhood-obesity-in-the-who-european-region.-an-overview-and-country-perspectives-2019>
 21. WHO. Taking action on childhood obesity report, 2018. <https://www.who.int/end-childhood-obesity/publications/taking-action-childhood-obesity-report/en/>

Kontaktná adresa:

Ing. Kristína Jančíková, PhD., VC ABT SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: kristina.jancikova@uniag.sk

ANALÝZA GENETICKEJ VARIABILITY ČUČORIEDKY
KANADSKEJ IPBS MARKÉRMÍ
STUDY OF GENETIC VARIABILITY OF *VACCINIUM CORRYMBOSUM*
BY IPBS MARKERS

Klongová Lucia¹, Hovaňáková Lucia², Štefúnová Veronika², Ražná Katarína²,
Žiarovská Jana²

¹Oddelenie Agrobiológie, Výskumné centrum AgroBioTech, SPU v Nitre

²Ústav rastlinných a environmentálnych vied, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
SPU v Nitre

Summary

Small fruits are among the best food sources of bioactive compounds. The genus *Vaccinium* is widely distributed throughout the world. The identification and characterization of *Vaccinium* species as well as the characterization of individual regions of their genome is still an important task due to extensive polyploidization and overlapping morphologies at interspecific and intraspecific levels. The aim of this study was the application of iPBS markers and subsequent analysis of the length polymorphism of retrotransposon insertions in selected genotypes of *Vaccinium corrymbosum*. Individual accessions were obtained from a commercial network and consisted of two genotypes cultivated in Slovakia, two genotypes imported from Argentina, one genotype each from Spain, Italy, South Africa and Chile, two genotypes cultivated in Peru and three genotypes imported from Poland. Different profiles were obtained in the iPBS amplification profiles, but the values of the Jaccard coefficient of genetic relatedness showed a narrow range of the coefficient (minimum 0.036; maximum 0.243), indicating approximately the same number of amplified loci per genotype, but with a different profile for the individual genotypes analyzed.

Key words: *Vaccinium corrymbosum*, iPBS markers, polymorphism

ÚVOD

Drobné ovocie, najmä zástupcovia niekoľkých čeľadí, ako napríklad *Rosaceae* (jahoda, malina, černica) a *Ericaceae* (čučoriedka, brusnica), patria k najlepším potravinovým zdrojom bioaktívnych zlúčenín. Majú lahodnú chuť a vôňu, vysoký ekonomický význam a kvôli antioxidantným vlastnostiam majú opodstatnený záujem aj odborníkov na výživu a potravinárskych technológov vďaka možnosti využívať ich bioaktívne zlúčeniny ako funkčné zložky potravín. Bioaktívne zlúčeniny v bobuliach obsahujú najmä fenolické zlúčeniny (fenolové kyseliny, flavonoidy, ako sú antokyány, flavonoly a taníny) a kyselinu askorbovú. Tieto zlúčeniny, či už jednotlivo alebo kombinované, sú zodpovedné pre rôzne zdravotné benefity tohto ovocia, ako je prevencia zápalových pochodov, kardiovaskulárne ochorenia alebo protektívne účinky (Skrovankova et al., 2015).

Rod *Vaccinium* je široko rozšírený po celom svete. Patrí do čeľade *Ericaceae*, ktorá zahŕňa približne 450 druhov rozptýlených v približne 30 rôznych sekciách (Treharne, 2004; Vander Kloet a Dickinson, 2009). Čučoriedka a brusnica sú dva najčastejšie pestované druhy (Hancock et al., 2008).

Identifikácia a charakterizácia druhov *Vaccinium* ako aj charakteristika jednotlivých oblastí ich genómu je stále náročná úloha z dôvodu rozsiahlej polyploidizácie a prekrývajúcich sa morfológií na medzidruhovej a vnútroruhovej úrovni. Preto sa na k analýzam genómovej komplexnosti tohto rodu používajú rôzne stratégie (Qu a Hancock,

1995; Qu a Vorsa, 1999; Retamales a Hancock, 2012), vrátane DNA markérov (Garriga et al., 2013; Carvalho et al., 2014, Zong et al., 2019).

Cieľom tejto štúdie bola aplikácia iPBS markérov a následná analýza dĺžkového polymorfizmu včlenení retrotranspozónov vo vybraných genotypoch čučoriedok kanadských dostupných v obchodných sieťach.

MATERIÁL A METÓDY

Analyzované genotypy čučoriedky kanadskej boli získané z obchodnej siete a tvorené boli dvoma genotypmi zo Slovenska, dvoma genotypmi dovezenými z Argentíny, po jednom genotype zo Španielska, Talianska, Južnej Afriky a Čile, dvoma genotypmi dovezenými z Peru a troma genotypmi dovezenými z Poľska.

Na izoláciu DNA bol použitý izolačný kit EliGene Plant DNA Isolation Kit podľa pokynov výrobcu a DNA bola izolovaná z plodu. Kvalita a kvantita izolovanej DNA bola stanovená spektrofotometricky, pomocou NanoPhotometerTM (IMPLEN).

iPBS analýza bola uskutočnená primérmi publikovanými Kalendarom et al. (2010) s kódovými označeniami 1846, 1867, 1882 a 2270. Zloženie reakčnej zmesi, teplotný a časový režim PCR reakcie je uvedený v tabuľkách 1 a 2.

Tab. 1 Zloženie PCR reakčnej zmesi

Komponent	μl
2x EliZyme HS Robust Mix ($5 \text{ U} \times \mu\text{l}^{-1}$)	5
primér ($100 \text{ μmol} \times \text{dm}^{-3}$)	0,8
Sterilná voda	2,2
DNA ($5\text{-}12 \text{ ng} \times \mu\text{l}^{-1}$)	2

Tab. 2 Teplotný a časový režim iPBS reakcie

Kroky	Cyklus	Teplota	Čas	Počet cyklov
1.	Úvod	95 °C	3 min	-
2.	Denaturácia	95 °C	30 s	35
3.	Annealing	55 °C	30 s	
4.	Polymerizácia	72 °C	2 min	
5.	Elongácia	72 °C	5 min	-

Separácia získaných amplikónov bola uskutočnená elektroforeoticky v 2 %-tnom agarózovom géle. Produkty boli farbené interkalačným farbivom GelRed (Biotium) a vizualizované pod UV svetlom v BioDocAnalyze Box 2 (Biometra). Amplikóny boli analyzované pomocou programu GelAnalyzer a výsledky boli spracované do binárnej matice. Výsledné binárne matice boli vizualizované pomocou voľne dostupného programu dendroUPGMA, ktorý jednotlivé genotypy zoskupil v dendrograme do klastrov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

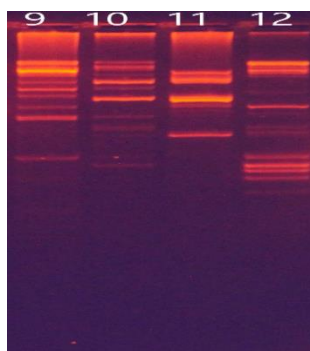
V posledných rokoch sa produkcia a spotreba čučoriedok kanadských zvýšila, avšak tradičné metódy ich klasifikácie, ktoré využívajú morfológické a chuťové vlastnosti sú zväčša neúspešné v dôsledku vplyvov prostredia. Vzhľadom k tomu bolo úspešne aplikovaných už viacero DNA markérov, ktoré popisujú ich variabilitu (Garriga et al., 2013; Carvalho et al., 2014, Zong et al., 2019).

V tejto štúdii boli aplikované iPBS markéry. Všetky z použitých iPBS markérov úspešne amplifikovali lokusy príslušných retrotranspozónov v genóme čučoriedky kanadskej, avšak v súbore analyzovaných genotypov vykazovali rozdielny polymorfizmus, ktorý ale ani pri jednom z použitých iPBS primérov nedosahoval vysoké hodnoty (tabuľka 3.)

Tab. 3 Charakteristiky amplifikačných profilov pre použité iPBS priméry

iPBS primér	Počet amplifikovaných lokusov	priemer amplikonov na genotyp	Celkový počet amplikonov	počet polymorných amplikonov	% polymorfizmu
1846	12	7,77	55	37	67,27
1867	17	8,85	67	43	64,18
1882	17	11,77	63	23	36,51
2270	13	7,85	47	21	44,68
Priemer		9,06	58,00	31,00	53,16

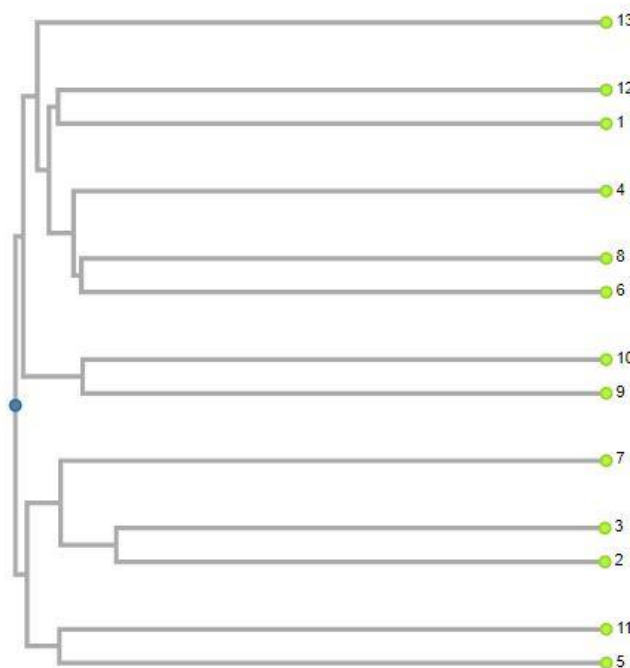
Následná analýza vytvorených binárnych matíc pomocou Jaccardových koeficientov genetickej príbuznosti a vytvorenie dendrogramu UPGMA metódou umožnilo zoskupiť analyzované genotypy čučoriedky kanadskej na základe všetkých získaných amplikonov pre každý genotyp. V iPBS amplifikačných profiloch boli získané odlišné profily (obrázok 1), ale hodnoty Jaccardovho koeficientu genetickej príbuznosti vykazovali úzke rozpätie koeficientu (minimum 0,036; maximum 0,243), čo poukazuje na približne rovnaké množstvo amplifikovaných lokusov na genotyp, ale s odlišným profilom pre jednotlivé analyzované genotypy.



Obr. 1 Amplifikačné profily genotypov čučoriedky kanadskej z Južnej Afriky (9), Poľska (10), Slovenska (11) a Peru (12)

V inej štúdii, RAPD analýza generovala pre 10 genotypov v plodoch 144 amplikonov, z ktorých 112 bolo polymorfných (77.8%) a v listoch 141 amplikonov, z ktorých 118 bolo polymorfných (83.7%). V prípade ISSR analýzy bolo v plodoch amplifikovaných 151 DNA fragmentov, z ktorých 127 bolo polymorfných (84.1%) a v listoch 148 amplikonov, z ktorých 127 bolo polymorfných (85.8%) (Carvalho et al., 2014).

V zostrojenom dendrograme (obrázok 2) je možné vidieť rozdelenie analyzovaných genotypov čučoriedky kanadskej do celkovo dvoch hlavných zhlukov s ďalším vetvením. Aj tu je možné pozorovať úzke rozpätie genetických vzdialeností jednotlivých genotypov, aj keď generované iPBS profile boli značne odlišné.



Obr. 2 Dendrogram vzájomných odlišností amplifikovaných iPBS profilov v analyzovaných genotypoch čučoriedky kanadskej

Vysvetlivky: 1,5 – Argentína; 2 – Španielsko; 3,12 – Peru; 4 – Taliansko; 6,7,10 – Poľsko; 8 – Čile; 9 – Južná Afrika; 11,13 – SR

Viacero štúdií potvrdilo, že iPBS markery sú pre rastlinné genómy technikou, ktorú je možné použiť ako pri izolácii LTR retrotranspozónov, tak aj na reprodukovateľné a efektívne markérovacie analýzy (Baránek et al., 2012; Balážová et al., 2014). Sekvencie iPBS sa široko používajú v celogenómovej analýze polymorfizmu rastlín a boli aplikované na širokú škálu rastlinných druhov, ako sú *Fagaceae* (Countinho et al., 2018); *Liparis loeselii* (Belogradova, et al., 2012); *Saussurea esthonica* (Gailite, et al., 2012) alebo *Prunus armeniaca* (Baránek, et al., 2012); *Solanum tuberosum*, *Peonia anomala*, *Brassica rapa* alebo *Digitalis grandiflora* (Kalendar, et al., 2010). Niektoré z *in silico* generovaných iPBS markerov boli následne spárované s existujúcimi retrotranspozónmi, ako napríklad 1882, ktorý je spojený s retrotranspozónom *Linum usitatissimum* FL7 LTR (Smýkal, et al., 2011). Pre všetky tieto rastliny bola táto markerovacia technika založená na DNA vyhodnotená ako spoľahlivá.

ZÁVER

Vzhľadom ku genetickej rozmanitosti genofondu čučoriedky kanadskej sú analýzy variability pomocou DNA markérov prospešné v popise ich medziodrodovej variability. V štúdiu bola aplikovaná metóda dĺžkového polymorfizmu medzi miestami naviazania sa primérov na retrotranspozóny (iPBS), pomocou ktorej bolo v analyzovaných genotypoch čučoriedky kanadskej identifikovaných viacero skupín amplifikovaných profilov. Technika iPBS bola vyhodnotená ako technika s priemernou schopnosťou generovať v prípade čučoriedok polymorfizmus.

Pod'akovanie: Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dlhodobý strategický výskum prevencie, intervencie a mechanizmov obezity a jej komorbidít, kód ITMS: 313011V344, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

1. BALÁŽOVÁ, Ž. – TREBICHALSKÝ, A. – GÁLOVÁ, Z. – KALENDAR, R. – SCHULMAN, A. – STRATULA, O. – CHŇAPEK, M. 2014. Genetic diversity of triticale cultivars based on microsatellite and retrotransposon-based markers. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2014;3:58-60.
2. BARÁNEK, M. – MESZÁROS, M. – SOCHOROVÁ, J. – ČECHOVÁ, J. – RADDÓVÁ, J. 2012. Utility of retrotransposon-derived marker systems for differentiation of presumed clones of the apricot cultivar Velkopavlovická. *Scientia Horticulturae*. 2012; 143: 1–6.
3. BELGORUDOVA, I. – GRAUDA, D. – JAKOBSONE, G. – RASHAL, I. 2012. Usability of retrotransposone-based molecular marker system to assess genetic diversity of *Liparis loeselii*. *Acta Biol. Univ. Daugavp.* 2012;12:40-43.
4. BEYER, K. et al. 2001. Effects of cooking methods on peanut allergenicity. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 2001;107.6: 1077-1081.
5. CARVALHO, M. – MATOS, M. – CARNIDE, V. 2014. Fingerprinting of *Vaccinium corymbosum* cultivars using DNA of fruits. *Hort. Sci. (Prague)*. 2014;41:175–184.
6. COUTINHO, J.P. – CARVALHO, A. – MARTÍN, A. – LIMA-BRITO, J. 2018. Molecular characterization of Fagaceae species using inter-primer binding site (iPBS) markers. *Mol Biol Rep*. 2018;45:133-142.
7. GAILITE, A. – RUNGIS, D., 2012. An initial investigation of the taxonomic status of *Saussurea esthonica* Baer ex Rupr. utilising DNA markers and sequencing. *Plant Systematics and Evolution*. 2012; 298: 913–919.
8. GARRIGA, M. –PARRA, P.A. – CALIGARI, P.D.S. –RETAMALES, J.B. – CARRASCO, B.A. – LOBOS, G.A. – GARCÍA-GONZÁLES, R. 2013. Application of inter-simple sequence repeats relative to simple sequence repeats as a molecular marker system for indexing blueberry cultivars. *Can. J. Plant Sci.* 2013; 93: 913-921.
9. HANCOCK, J.F. – LYRENE, P. – FINN CE, N.V – LOBOS, G.A. 2008. Blueberry and cranberry, in *Temperate Fruit Crop Breeding: Germplasm to Genomics*, ed Hancock J. F., editor. (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers), 115–149.
10. KALENDAR, R. – ANTONIUS, K. – SMÝKAL, P. – SCHULMAN, A.H. 2010. iPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation. *Theoretical and Applied Genetics*. 2010; 121:1419–1430.
11. QU, L. – HANCOCK, J.F. 1995. Nature of 2n gamete formation and mode of inheritance in interspecific hybrids of diploid *Vaccinium darrowii* and tetraploid *V. corymbosum*. *Theoretical and Applied Genetics*. 1995; 91:1309-1315.
12. QU, L. – VORSA, N. 1999. Desynapsis and spindle abnormalities leading to 2n pollen formation in *Vaccinium darrowii*. *Genome*. 1999;42: 35-40.
13. RETAMALES, J.B. – HANCOCK, J.F. 2012. *Blueberries*. Wallingford, UK: CABI Publishing
14. SKROVANKOVA, S. – SUMCZYNSKI, D. – MLCEK, J. – JURIKOVA, T. – SOCHOR, J. 2015. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries. *Int. J. Mol. Sci.* 2015; 16, 24673-24706
15. SMÝKAL, P. – BAČOVÁ-KERTESZOVÁ, N. – KALENDAR, R. – CORANDER, J. – SCHULMAN, A.H. – PAVELEK, M. 2011. Genetic diversity of cultivated flax (*Linum*

- usitatissimum* L.) germplasm assessed by retrotransposon-based markers. Theoretical and Applied Genetics. 2011; 122 (7): 1385-1397.
16. TREHANE, J. 2004. Blueberries, Cranberries and other Vacciniums. Royal Horticultural Society, Plant Collector Guide, 19p
17. VANDER KLOET, S.P. – DICKINSON, T.A. 2009. A subgeneric classification of the genus *Vaccinium* and the metamorphosis of *Vaccinium* section *Bracteata* Nakai: more terrestrial and less epiphytic in habit, more continental and less insular in distribution. *Journal of Plant Research*. 2009;122(3): 253-268.
18. ZONG, Y. – KANG, H. – FANG, Q. – CHEN, X. – ZHOU, M. – NI, J. – ZHANG, Y. – WANG, L. – ZHU, Y. – GUO, W. 2019. Phylogenetic relationship and genetic background of blueberry (*Vaccinium* spp.) based on retrotransposon-based SSAP molecular markers. *Scientia Horticulturae*. 2019; 247: 116–122.

Kontaktná adresa:

Jana Žiarovská, prof. Ing. PaedDr. PhD., Ústav rastlinných a environmentálnych vied FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jana.ziarovska@uniag.sk

POROVNANIE FYZIKÁLNO-CHEMICKÝCH VLASTNOSTÍ MEDOV Z RÔZNYCH ZDROJOV

COMPARISON OF PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF HONEY FROM DIFFERENT SOURCES

Kňazovická Vladimíra¹, Šedík Peter², Staroň Martin¹

¹Ústav včelárstva Liptovský Hrádok, Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum

²Ústav marketingu, obchodu a sociálnych štúdií, Fakulta ekonomiky a manažmentu, SPU v Nitre

Summary

The aim of the study was to evaluate the physico-chemical quality of honey from Slovak trade and honey obtained directly from Slovak beekeepers and to consider the relevant information about possible honey adulteration by sugar addition and/or misleading indication of honey origin. Overall, we evaluated 50 honey samples. In term of botanical origin, 64% were blossom, 24% were blended and 12% were honeydew. In term of obtaining, 42% were from the supermarkets, 26% from smaller shops or farmers markets and 32% were directly from the beekeepers. Honey analysis consisted of determination of water content (refractometrically), acidity through the pH (potentiometrically) and free acidity (by titration), electrical conductivity (by conductometer), saccharose content and optical rotation (both by polarimetric method). We found following average values: water content $17.6 \pm 1.2\%$, pH 4.20 ± 0.33 , free acidity $18.9 \pm 8.6 \text{ mekv.kg}^{-1}$, electrical conductivity $0.370 \pm 0.238 \text{ mekv.kg}^{-1}$, saccharose content $1.5 \pm 1.2\%$. Optical rotation in blossom and blended honeys had negative values before and after sugar inversion. In 4 honeydew honeys from the trade (1 sample) and beekeepers (3 samples), we detected positive values of optical rotation before and after sugar inversion. In 2 honeydew honeys from the smaller shops, we found negative values of optical rotation as well as electrical conductivity below 0.8 mS.cm^{-1} , what indicates blossom or blended origin of honey. Electrical conductivity together with optical rotation seems to be the appropriate tool for evaluation of honeydew honeys. However, there is necessity to continue in the research with higher number of honeydew honeys, mainly of Slovak origin.

Key words: bee product, blossom, honeydew, electrical conductivity, optical rotation

ÚVOD

Pri obchodovaní s medom na medzinárodnej úrovni je dôležitý tzv. faktor kvality, ktorý pozostáva z vyhovujúcich senzorických vlastností (chuť, konzistencia, farba, vôňa) a z fyzikálno-chemickej kvality spĺňajúcej platné normy, pričom sa zisťujú najmä nasledovné parametre: obsah vody, hydroxymetylfurfuralu, sacharidov, vo vode nerozpustných látok, prolínu, pH, kyslosť, diastázová aktivita a elektrická vodivosť (Přidal, 2005; Muli et al., 2007). Typickými fyzikálno-chemickými vlastnosťami medu sú: vysoký obsah sacharidov (následkom je vysoký osmotický tlak), obsah kyselín a následne kyslosť prostredia (nízke pH), nízky obsah vody, nízka vodná aktivita a obsah rôznych komponentov pôvodom z rastlín a včiel (Cooper, 2005).

Obsah vody je základným parametrom, ktorý je nutné poznať. Súvisí s uchovávaním a skladovaním medu, pretože vysoký obsah vody môže viesť k rastu kvasiniek a vláknitých húb, spôsobujúc kvasenie, stratu vône a zníženie skladovateľnosti (Al-Farsi et al., 2018). Maximálny limit pre obsah vody v mede je 20 % (Vyhláška 41/2012). Falšovanie prídavkom

vody nie je bežné, pretože hrozí kvasenie. Skôr sa môžeme stretnúť s odparovaním vody z nezrelých medov, čo je taktiež považované za falšovanie.

Pri hodnotení kyslosti medu sa stretávame s dvoma základnými parametrami – pH, merané pH metrom, a obsahom voľných kyselín, ktorý sa zisťuje titračne. Tieto dva parametre navzájom korelujú. Vo všeobecnosti, čím je vyšší obsah voľných kyselín, tým je nižšie pH. Avšak, neplatí to úplne na 100 %, pretože tu vstupujú aj ďalšie faktory. Med má kyslú pH reakciu, limitné hodnoty pre pH nie sú dané. Obsah voľných kyselín v mede, podľa Vyhlášky 41/2012, môže byť maximálne 50 mekv.kg⁻¹. Organické kyseliny tvoria 0,57 % medu (Olaitan et al., 2007). Najviac zastúpená je kyselina glukónová, ktorá sa v najväčšej miere podieľa na hodnote pH, ostatné kyseliny sú minoritné (Karovičová et al., 2007). Kyselina glukónová vzniká ako vedľajší produkt rozkladu glukózy (Olaitan et al., 2007). Vo významnom množstve sú v mede zastúpené aj kyselina citrónová, jablčná a jantárová a v malom množstve kyselina octová, mravčia, maslová, mliečna, šľaveľová, glykolová a α -ketoglutarová (Veselý et al., 2003). Kyslosť je pomocné kritérium pre hodnotenie medu, skvasené medy vykazujú zvýšené hodnoty, obvykle však v rozsahu normy (Titěra, 2006). Karovičová et al. (2007) uvádzajú pre pH medu rozmedzie od 3,95 do 4,10. Ale hodnota pH môže byť aj vyššia, záleží na sledovanom druhu medu. Nektárové medy sú kyslejšie (pH 3,4), medovicové medy môžu dosahovať až pH 6,1 (Veselý et al., 2003). Med je pufrum, to znamená, že jeho pH sa nemení pridaním malého množstva kyselín alebo zásad (Bogdanov, 2009). Podľa Kwakman a Zaat (2012) sa pH medu pohybuje zväčša medzi 3,2 a 4,5. Dobrovoda (1986) uvádza pH medov priemerne od 3,6 do 4,6 pre kvetové medy a od 4,0 do 5,4 pre medovicové medy. Čiastočne môže stanovenie pH slúžiť na potvrdenie pôvodu medu (ale musí byť podporené ďalšími analýzami), ako aj z hľadiska posúdenia falšovania medu. Dobrovoda (1986) uvádza, že ak je med falšovaný neinvertovaným cukrom, vtedy je kyslosť veľmi nízka, a teda pH sa zvyšuje a pri falšovaní invertovaným cukrom, príp. ak pochádza od včiel, ktoré sa neprimerane prikrmovali cukrovým sirupom, sa tiež pH zvyšuje. Ribeiro et al. (2014), cit. da Silva et al. (2016) uvádzajú podobne, že prídavok kukuričného fruktózového sirupu v brazílskom mede spôsobil významné zvýšenie pH v porovnaní s čistým medom. Swallow et Low (1994) a Zhu et al. (2010), cit. Islam et al. (2014) konštatujú, že medy zo Severnej Ameriky, Havaja, Číny a Austrálie zvyknú byť falšované lacnými sladidlami ako kukuričné sirupy, invertované (teda glukózo-fruktózové) sirupy alebo kukuričné sirupy s vysokým obsahom fruktózy.

Kyslosť a obsah minerálnych látok medu sú ovplyvnené prítomnosťou iónov, organických kyselín a bielkovín a úzko súvisia s elektrickou vodivosťou medu (da Silva et al., 2016). Elektrická vodivosť medovicových medov musí byť od 0,8 mS.cm⁻¹ podľa Vyhlášky 106/2012. Kvetové a zmiešané medy majú elektrickú vodivosť do 0,8 mS.cm⁻¹. Ako sme naznačili vyššie, medovicové medy obsahujú viac minerálnych látok ako medy kvetové. Meranie elektrickej vodivosti patrí k dôležitým a ľahko realizovateľným nástrojom na rozlišovanie pôvodu medu, resp. potvrdenie medovicového pôvodu.

Sacharóza je disacharid, ktorý sa prirodzene nachádza v nektári kvetov, avšak pri jeho spracovaní včelami postupne dochádza k enzymatickému rozkladu sacharózy na glukózu a fruktózu, a preto v zrelom mede sú jej hodnoty nízke. Vysoké množstvo sacharózy môže indikovať mnohé spôsoby falšovania, ako napr. 1) prídavok lacných sladidiel ako trstinového cukru alebo rafinovaného repného cukru, 2) vytočenie nezrelého medu, kedy sacharóza nebola úplne rozložená na glukózu a fruktózu, 3) dlhodobé umelé kŕmenie včiel cukrovým roztokom kvôli vysokým komerčným profitom (Escuredo et al., 2013; Puscas et al., 2013; Tornuk et al., 2013; všetky 3 zdroje cit. da Silva et al., 2016). Vyhláška 41/2012 uvádza maximálne prípustné množstvo sacharózy 5 g.100 g⁻¹, s výnimkami ako napr. agátový med (max 10 g.100 g⁻¹). Sacharóza sa môže zisťovať rôznymi spôsobmi. Dnes je preferovaná najmä HPLC metóda, kde ale potrebujeme prvotnú veľkú investíciu na vybavenie. K ďalším

metódam, ktoré sa dajú použiť na orientačné meranie sacharózy patrí polarimetria, kde zistíme aj optickú otáčavosť medu, ktorá čiastočne indikuje botanický pôvod medu (t.j. či ide o med z nektáru a/alebo medovice).

Cieľom príspevku bolo porovnať kvalitu medov ponúkaných v slovenských obchodoch s kvalitou medov získaných priamo od slovenských včelárov a získať relevantné informácie o možnom falšovaní medu prídavkom cukru a/alebo klamlivom označení jeho pôvodu, pričom sme sa zamerali na stanovenie obsahu vody, voľných kyselín, pH, elektrickej vodivosti, optickej otáčavosti a obsahu sacharózy.

MATERIÁL A METÓDY

Celkovo sme zanalyzovali 50 vzoriek medu. Rozdelili sme ich podľa botanického pôvodu a spôsobu získavania. Bližšia charakteristika medov je v tabuľke 1. Z hľadiska botanického pôvodu bolo 32 z 50 kvetových (64 %), 12 z 50 zmiešaných (24 %) a 6 z 50 medovicových (12 %). Z hľadiska spôsobu získania bolo 21 z 50 zo supermarketov (42 %), 13 z 50 z menších predajní, príp. z trhoviska, teda pochádzali od farmárov a/alebo mali uvedené meno včelára na etikete (26 %) a 16 z 50 priamo od včelárov (32 %).

Tab. 1 Sumárna charakteristika testovaného materiálu

Botanický pôvod		Spôsob získania		Geografický pôvod	
druh medu	počet	miesto	počet	slovenský	zahraničný (príp. zmes)
Kvetový	32	supermarkety	15	7	8
		menšie predajne	8	8	0
		včelári	9	9	0
Zmiešaný	12	supermarkety	5	1	4
		menšie predajne	3	3	0
		včelári	4	4	0
Medovicový	6	supermarkety	1	0	1
		menšie predajne	2	2	0
		včelári	3	3	0
Spolu			50	37	13

Čo sa týka roku produkcie, príp. časového údaj, uvedeného na etikete:

- medy zo supermarketov mali uvedenú minimálnu trvanlivosť („do 2022“ až „do 2024“),
- medy z menších predajní mali uvedený buď dátum balenia (2019 až 2021) alebo minimálnu trvanlivosť („do 2020“ až „do 2024“),
- medy od včelárov boli produkované v rokoch 2018 až 2020.

Analýza medu pozostávala z kvantitatívneho stanovenia vody (refraktometricky), kyslosti medu prostredníctvom hodnoty pH (potenciometricky) a obsahu voľných kyselín (titračne), elektrickej vodivosti (konduktometricky), obsahu sacharózy a optickej otáčavosti (polarimetricky). Všetky merania sme vykonali minimálne v 2-násobnom opakovaní a následne brali do úvahy priemerné hodnoty.

Abbého refraktometrom (Carl Zeiss Jena, Nemecko) sme zistili refraktometrický index nasledovne: Na čistý a suchý hranol refraktometra sme sklenenou tyčinkou naniesli potrebné množstvo stekutej vzorky medu a odčítali sme refraktometrický index a zároveň zmerali

teplotu vzorky. Ak teplota nebola 20 °C, hodnotu refraktometrického indexu sme upravili pomocou korekcie:

- ak teplota vzorky bola nad 20 °C: pripočítali sme hodnotu 0,00023 na každý 1 °C,

- ak teplota vzorky bola pod 20 °C: odpočítali sme hodnotu 0,00023 na každý 1 °C.

Podľa refraktometrického indexu (upraveného na 20 °C) sme zodpovedajúci obsah vody odčítali z tabuľky podľa IHC (2009).

Kyslosť medu (pH a obsah voľných kyselín) sme testovali podľa IHC (2009). Na analýzu sme pripravili roztok medu nasledovne: 10 g medu sme rozpustili v 75 cm³ destilovanej vody v 250 cm³ Erlenmeyerovej banke. V roztoku sme stanovili pH potenciometricky (pH metrom HI 111, Hanna Instruments, USA). Obsah voľných kyselín sme stanovili v pripravených roztokoch titračnou metódou na základe spotreby 0,1 mol.dm⁻³ NaOH do zmeny pH na 8,3. Zo stupnice byrety sme odčítali spotrebu 0,1 mol.dm⁻³ NaOH a vypočítali obsah voľných kyselín podľa rovnice 1.

$$VK (\text{mekv.kg}^{-1}) = c (\text{cm}^3) \times 10$$

Rov. 1

VK = obsah voľných kyselín

c = spotreba 0,1 mol.dm⁻³ NaOH

Elektrickú vodivosť medov sme testovali podľa IHC (2009) v 20 % roztoku medu, resp. sušiny medu. Podľa sušiny medu (100 % voda) sme vypočítali navážku na elektrickú vodivosť (100/sušina × 20). Naváženy med sme rozmiešali v kadičke s destilovanou vodou, obsah preniesli do 100 cm³ odmernej banky a doplnili destilovanou vodou po rysku. Konduktanciu roztoku medu sme merali v plastovej kadičke konduktometrom CO 3100 L (VWR®, Nemecko; (obr. 1) a elektrickú vodivosť vzorky (mS/cm) vypočítali podľa rovnice 2.



Obr. 1 Meranie konduktancie v roztoku medu (foto: Kňazovická, 2021)

$$EV [\text{mS.cm}^{-1}] = K \times G [\text{mS}]$$

Rov. 2

EV = elektrická vodivosť

K = konštanta článku konduktometra

G = konduktancia

Obsah sacharózy a optickú otáčavosť medu sme stanovili polarimetricky podľa STN 57 0190, pričom výpočet sacharózy sme čiastočne upravili podľa použitého prístroja. Vzorky medu sme upravili nasledovne: Pripravili sme 100 cm³ 20 % roztoku medu (20 g medu sme

rozmiešali v destilovanej vode, preniesli do 100 cm³ odmernej banky a doplnili destilovanou vodou po rysku). Obsah sme rozdelili do dvoch 100 cm³ odmerných baniek po 50 cm³.

V jednej z baniek sme urobili inverziu cukru nasledovne: Pridali sme 5 cm³ 5,63 mol.dm⁻³ HCl. Následne sme banku zahriali vo vodnom kúpeli PRECISDIG 6001122 (J.P. Selecta, Španielsko), za občasného miešania, na teplotu 67 – 69 °C a udržiavali ju počas 5 min. Obsah banky sme ochladili v tečúcej vode a po ochladení na laboratórnu teplotu sme roztok zneutralizovali pridaním 5 cm³ 5,63 mol.dm⁻³ NaOH. Skontrolovali sme pH roztoku, ktorý nesmie byť alkalický. Ak bol alkalický, pridali sme pár kvapiek HCl.

Do oboch baniek sme pridali číriacu suspenziu Al(OH)₃ v množstve cca 6 cm³ do bieleho zákalu. Obsah baniek sme doplnili k hrdlu, krúživo zamiešali a nechali stáť cez noc k prebehnutiu mutarotácie. Po vytemperovaní sme obsah baniek doplnili destilovanou vodou po rysku, premiešali a filtrovali suchým filtrom, 2-krát (obr. 2).



Obr. 2 Filtrácia vzoriek určených na polarimetrické hodnotenie (foto: Kňazovická, 2021)

Čírym filtrátom sme naplnili polarizačnú trubicu a zistili polarizáciu polarimetrom AP-300 (ATAGO®, Japonsko), resp. ISS – International Sugar Scale (°Z), čo predstavuje stupnicu odvodenú od uhla natočenia (α – angle of rotation), pričom je medzi nimi nasledovný vzťah: $ISS = \alpha \times 2,888$. Okrem sacharózy sme si zaznamenali aj polarizáciu medu pred a po inverzii cukru. Použili sme polarizačnú trubicu s dĺžkou 100 mm, výsledky sme vždy prepočítali na 200 mm trubicu. Obsah sacharózy sme následne vypočítali podľa rovnice 3.

$$\text{Obsah sacharózy (\%)} = (ISS1 - ISS2) \times 2,60126 / m'$$

Rov. 3

ISS1 – priama polarizácia 10 % roztoku medu (°Z)

ISS2 – polarizácia toho istého roztoku medu po inverzii (°Z)

m' – špecifická hmotnosť medu (podľa obsahu vody – White, 1969)

Výsledky hodnotených parametrov v jednotlivých skupinách sme vyjadrili ako priemer $\pm$ štandardná odchýlka. Normalita dát bola vyhodnotená Shapiro-Wilk testom. Nedostatočne vyvážená početnosť vzoriek ako aj ojedinelé extrémne hodnoty v skupinách nepoukazovali na dostatočne silnú normalitu dát. Podobnosť s normálnou distribúciou dát vyvrátili aj testy Skewness a Kurtosis, ktorých z-hodnoty prekračovali rozsah -3,29 až 3,29. Preto sme pri porovnávaní rozdielov medzi skupinami pristúpili k využitiu multikomparatívneho lineárneho modelu s neparametrickou post-hoc analýzou podľa Games-Howella na hladine citlivosti $\alpha = 0,05$. Použili sme štatistický program SPSS na štatistické vyhodnotenie a MS Excel na zber dát a vytvorenie prehľadných tabuliek a grafov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V tabuľke 2 je sumarizovaný obsah vody v mede. Nezistili sme významný rozdiel v obsahu vody medzi medmi z hľadiska rozdielného botanického pôvodu, ani spôsobu získania vzorky.

Podľa Vyhlášky 41/2012 obsah vody v mede môže byť max 20 %. Persano Oddo et al. (2004) zistili v lipových medoch obsah vody od 14,6 % do 19,3 %, čo indikuje, že obsah vody v mede môže byť značne variabilný aj pri medoch s rovnakým botanickým pôvodom. Da Silva et al. (2016) uvádzajú, že obsah vody sa môže meniť v oblastiach s vysokou relatívnou vlhkosťou a tiež v závislosti od počasia, pričom med produkovaný počas daždivých období je náchylnejší na kvasenie v porovnaní s medom produkovaným v období sucha.

Tab. 2 Obsah vody v mede

botanický pôvod	spôsob získania	priemer $\pm$ sd (%)
kvetový med	zo supermarketov (n = 15)	17,8 $\pm$ 0,8
	z menších predajní (n = 8)	17,8 $\pm$ 1,3
	priamo od včelárov (n = 9)	17,1 $\pm$ 1,5
zmiešaný/medovicový med	zo supermarketov (n = 6)	17,1 $\pm$ 0,4
	z menších predajní (n = 5)	18,3 $\pm$ 1,0
	priamo od včelárov (n = 7)	17,8 $\pm$ 1,6
celkovo (n = 50)		17,6 $\pm$ 1,2

n – počet vzoriek, sd – štandardná odchýlka,

poznámka: Medzi skupinami neboli zistené štatisticky významné rozdiely na hladine významnosti $p < 0,05$.

Vo všeobecnosti medovicové medy obsahujú menej vody ako medy kvetové. Persano Oddo et al. (2004) zistili v medovicových medoch obsah vody od 13,8 % do 18,5 %. Cavaco a Figueira (2016) uvádzajú podobné rozmedzie v medoch z rôznych krajín sveta (15,4 – 20,0 %). Da Silva et al. (2016) porovnávali obsah vody v medoch z rôznych kontinentov a zistili podobné hodnoty v európskych, ázijských, amerických i afrických medoch, pričom najnižšiu hodnotu obsahu vody (7,99 %) vykazovali niektoré ázijské medy. Pri zvýšenom obsahu vody v mede môže dôjsť ku kvaseniu medu. Pri kvasení medu je zväčša produkovaný etanol, ktorý môže niektoré živočíchy značne intoxikovať, napr. vtáky po konzumácii kvaseného medu nie sú schopné normálneho letu (Islam et al., 2014).

Kyslosť medu sme hodnotili prostredníctvom pH a obsahu voľných kyselín. V tabuľke 3 je súhrnné štatistické vyhodnotenie uvedených parametrov. Čo sa týka pH, nenašli sme žiadne štatisticky významné rozdiely v hodnotených skupinách medov. Medovicové medy majú prirodzene väčšinou vyššie pH v porovnaní s medmi kvetovými. Priemerné hodnoty zmiešaných/medovicových medov zo všetkých 3 zdrojov (supermarket, menšia predajňa, priamo od včelára) boli vyššie v porovnaní s medmi kvetovými z týchto zdrojov, avšak, rozdiely neboli štatisticky významné. Obsah voľných kyselín je kvalitatívnym parametrom medu (Bicudo de Almeida-Muradian et al., 2020) a je možné lepšie pozorovať zmeny v kyslosti medu prostredníctvom práve tohto parametra v porovnaní s pH. Medovicové medy majú prirodzene väčšinou vyšší obsah voľných kyselín ako medy kvetové. Priemerné hodnoty obsahu voľných kyselín zmiešaných/medovicových medov zo supermarketov a priamo od včelárov boli vyššie ako v kvetových medoch z týchto zdrojov, avšak tieto rozdiely neboli štatisticky významné. Štatisticky významný rozdiel sme zaznamenali v skupine

zmiešaných/medovicových medov medzi medmi z menších predajní a priamo od včelárov, kde bol zistený výrazne vyšší obsah voľných kyselín.

Hodnoty pH nie sú v mede limitované. Avšak, stanovenie pH môže korelovať s ostatnými autentifikačnými parametrami na dôkaz falšovania medu (Da Silva et al., 2016). Persano Oddo et al. (2004) zistili pH 3,7 – 4,4 v repkových medoch, 3,9 – 4,7 vo vresových medoch, 4,5 – 6,3 v gaštanových medoch, 3,3 – 4,2 v citrusových medoch, 3,7 – 4,3 v eukalyptových medoch, 3,5 – 4,2 v slnečnicových medoch, 3,5 – 4 v levandulových medoch, 3,7 – 4,2 v mede z rododendrónu, 3,7 – 4,2 v agátových medoch, 3,6 – 4,4 v rozmarínových medoch, 4,0 – 4,9 v púpavových medoch, 3,5 – 4,1 v tymiánových medoch a 3,9 – 5,0 v lipových medoch a v medovicových medoch pH od 4,4 do 5,7. Zmiešané medy sú značne variabilné, ovplyvnené nektárovou i medovicovou znáškou.

Hodnota pH je silne ovplyvnená botanickým zdrojom znášky. Cavaco a Figueira (2016) uvádzajú rozmedzie pH 3,70 – 5,21 v medoch z rôznych krajín sveta. Hodnota pH môže vplývať na fyzikálno-chemickú kvalitu medu, napr. počas spracovania, príp. rôznych operácií s medom. Reynolds (2019) sledoval kvalitu medu po ohreve v mikrovlnnej rúre a zistil, že pH medu ovplyvňuje enzymatickú aktivitu medu tak, že pri nízkom pH medu dochádza k výraznejšej redukcii enzymatickej aktivity.

Tab. 3 Obsah voľných kyselín a pH v mede (priemer ± sd)

botanický pôvod	spôsob získania	pH	obsah voľných kyselín (mekv.kg ⁻¹)
kvetový med	zo supermarketov (n = 15)	4,13 ± 0,33	16,6 ± 8,3
	z menších predajní (n = 8)	4,08 ± 0,19	15,6 ± 5,3
	priamo od včelárov (n = 9)	4,05 ± 0,22	20,8 ± 10,3
zmiešaný/medovicový med	zo supermarketov (n = 6)	4,51 ± 0,28	22,3 ± 8,6
	z menších predajní (n = 5)	4,39 ± 0,46	13,2 ± 4,6 ^a
	priamo od včelárov (n = 7)	4,27 ± 0,39	26,3 ± 7,9 ^a
celkovo (n = 50)		4,20 ± 0,33	18,9 ± 8,6

n – počet vzoriek, sd – štandardná odchýlka, mekv – miliekvivalent,

^a označenie štatisticky významného rozdielu na hladine významnosti $p < 0,05$ medzi príslušnými skupinami medov z menších predajní a priamo od včelárov v zmiešanom/medovicovom mede

Obsah voľných kyselín je limitovaný hodnotou 50 mekv.kg⁻¹ (Vyhláška 41/2012). Vyššia hodnota môže indikovať nesprávne liečenie či kvasenie medu, avšak občas sa môže vyskytnúť aj prirodzene v niektorých medovicových medoch a na druhej strane, niektoré mierne skvasené medy môžu mať obsah voľných kyselín v norme. Kyseliny sa totiž v mede nevyskytujú iba vplyvom aktivity mikroorganizmov, ale predovšetkým sú v mede prirodzene – zo sladiny a vplyvom pridaného enzýmu glukózooxidázy (Přidal, 2005). V jednodruhových kvetových medoch Persano Oddo et al. (2004) zistili obsah voľných kyselín v nasledovných rozmedziach: 6,7 – 14,5 mekv.kg⁻¹ (v repkových medoch), 20,8 – 43,0 mekv.kg⁻¹ (vo vresových medoch), 6,2 – 20,0 mekv.kg⁻¹ (v gaštanových medoch), 8,7 – 20,6 mekv.kg⁻¹ (v citrusových medoch), 10,5 – 29,9 mekv.kg⁻¹ (v eukalyptových medoch), 14,2 – 35,5 mekv.kg⁻¹ (v slnečnicových medoch), 10,9 – 25,2 mekv.kg⁻¹ (v levandulových medoch), 6,8 –

19,9 mekv.kg⁻¹ (v mede z rododendrónu), 4,5 – 17,9 mekv.kg⁻¹ (v agátových medoch), 2,3 – 20,8 mekv.kg⁻¹ (v rozmarínových medoch), 6,8 – 14,9 mekv.kg⁻¹ (v púpavových medoch), 24,6 – 49,7 mekv.kg⁻¹ (v tymiánových medoch) a 5,5 – 36,1 mekv.kg⁻¹ (v lipových medoch), pričom v medovicových medoch zistili obsah voľných kyselín od 16,8 do 37,1 mekv.kg⁻¹ a v medovicových medoch pochádzajúcich z medovice, produkovanej hmyzom *Metcalfa pruinosa* – obsah voľných kyselín od 24,5 do 50,3 mekv.kg⁻¹.

Tab. 4 Elektrická vodivosť medu (mS.cm⁻¹)

botanický pôvod	spôsob získania	priemer ± sd
kvetový med	zo supermarketov (n = 15)	0,215 ± 0,084
	z menších predajní (n = 8)	0,277 ± 0,143
	priamo od včelárov (n = 9)	0,379 ± 0,218
zmiešaný/medovicový med	zo supermarketov (n = 6)	0,494 ± 0,268
	z menších predajní (n = 5)	0,451 ± 0,161
	priamo od včelárov (n = 7)	0,629 ± 0,335
celkovo (n = 50)		0,370 ± 0,238

n – počet vzoriek, sd – štandardná odchýlka, S - Siemens

poznámka: Medzi skupinami sme nezistili štatisticky významné rozdiely na hladine významnosti $p < 0,05$.

Elektrická vodivosť medu v hodnotených vzorkách je sumarizovaná v tabuľke 4. V kvetových a zmiešaných medoch sa elektrická vodivosť pohybuje do 0,8 mS.cm⁻¹ (Vyhláška 106/2012), okrem výnimiek ako napr. gaštanový med. Medovicové medy musia dosahovať elektrickú vodivosť min. 0,8 mS.cm⁻¹ (Vyhláška 106/2012). Elektrická vodivosť súvisí s obsahom minerálnych látok a kyslosťou, vrátane prítomnosti iónov, organických kyselín a bielkovín (Da Silva et al., 2016). Kvetové medy sa vyznačujú nižšou elektrickou vodivosťou ako medy medovicové, pričom existujú aj výnimky. Priemerné hodnoty kvetového medu zo všetkých troch zdrojov (supermarket, menšia predajňa, priamo od včelára) boli nižšie ako zmiešané/medovicové medy z týchto zdrojov, avšak rozdiely medzi nimi neboli štatisticky významné. Vyššiu elektrickú vodivosť, avšak bez štatisticky významného rozdielu, sme zistili v medoch priamo od včelárov. Da Silva et al. (2016) uvádzajú, že elektrická vodivosť kvetových medov silne koreluje s obsahom peľu v jednodruhových kvetových medoch. Pre zmiešané medy nie je elektrická vodivosť limitovaná minimálnou hodnotou. Lipy poskytujú včelám nektár aj peľ a často aj medovicu (Haragsim, 2013). V medovicových medoch má elektrická vodivosť dosahovať hodnotu min 0,8 mS.cm⁻¹ (Vyhláška 106/2012). Persano Oddo et al. (2004) zistili v medovicových medoch elektrickú vodivosť od 0,85 do 1,63 mS.cm⁻¹ a v medovicových medoch z medovice produkovanej hmyzom *Metcalfa pruinosa* od 1,21 až do 2,17 mS.cm⁻¹. Přidal (2005) uvádza, že elektrická vodivosť nemusí byť stopercentne spoľahlivá pri určovaní pôvodu medu a je dobré ju doplniť o špecifickú rotáciu a výsledky peľovej analýzy.

Z rozdielu priamej polarizácie analyzovanej vzorky a polarizácie po inverzii je možné zistiť množstvo sacharózy. Metóda sa používa ako orientačná na detekciu obsahu sacharózy a zároveň sa určuje optická aktivita medu (pravo- alebo ľavotočivosť) pred a po inverzii cukru (STN 57 0190). Med obsahuje množstvo látok, ktoré dokážu otáčať rovinu polarizovaného svetla, pričom niektoré, ako napr. fruktóza, ju otáčajú vľavo a iné, ako napr. glukóza alebo sacharóza, ju otáčajú vpravo (Szymusik, 1953). Optické vlastnosti, zisťované polarimetrom, sú uhol natočenia (angle of rotation - α), ISS (International Sugar Scale) a špecifická rotácia (specific rotation - $[\alpha]$), pričom posledné dve sú odvodené od prvej, teda uhla natočenia.

Serrano et al. (2019) zistili, že druh medu a čítací systém pri stanovovaní špecifickej optickej otáčavosti silno ovplyvňujú výsledok tejto vlastnosti. V tabuľke 5 sú sumarizované výsledky polarizácie pred a po inverzii cukru v roztokoch medu a obsah sacharózy zistený z týchto hodnôt. Čo sa týka polarizácie pred i po inverzii cukru, zistili sme štatisticky významný rozdiel pri kvetových medoch priamo od včelárov v porovnaní s medmi zo supermarketov. Pri polarizácii po inverzii cukru sme zistili aj štatisticky významný rozdiel medzi kvetovými medmi zo supermarketov a zmiešanými/medovicovými medmi priamo od včelárov. Čo sa týka sacharózy, nezistili sme štatisticky významné rozdiely v jej obsahu medzi hodnotenými skupinami. Najvyššiu priemernú hodnotu sacharózy ($2,4 \pm 1,6$ %) sme zistili v zmiešaných/medovicových medoch priamo od včelárov.

Tab. 5 Optická otáčavosť a obsah sacharózy v mede (priemer $\pm$ sd)

botanický pôvod	spôsob získania	ISS 10 % medu ($^{\circ}$ Z)	ISS 10 % medu po inverzii ($^{\circ}$ Z)	obsah sacharózy (%)
kvetový med	zo supermarketov (n = 15)	- (9,27 $\pm$ 1,81) ^a	- (10,25 $\pm$ 2,10) ^{ab}	1,8 $\pm$ 1,3
	z menších predajní (n = 8)	- (7,28 $\pm$ 2,06)	- (7,76 $\pm$ 2,18)	0,9 $\pm$ 0,6
	priamo od včelárov (n = 9)	- (6,55 $\pm$ 2,00) ^a	- (7,04 $\pm$ 1,74) ^a	0,9 $\pm$ 0,9
zmiešaný/medovicový med	zo supermarketov (n = 6)	- (6,85 $\pm$ 5,12) [*]	- (7,84 $\pm$ 5,27) [*]	1,8 $\pm$ 0,9
	z menších predajní (n = 5)	- (8,30 $\pm$ 3,41)	- (8,73 $\pm$ 3,43)	0,8 $\pm$ 0,3
	priamo od včelárov (n = 7)	- (0,82 $\pm$ 5,93) [*]	- (2,10 $\pm$ 5,35) ^{*b}	2,4 $\pm$ 1,6
celkovo (n = 50)		- (6,89 $\pm$ 4,17)	- (7,69 $\pm$ 4,05)	1,5 $\pm$ 1,2

n – počet vzoriek, sd – štandardná odchýlka, ISS - polarizácia ($ISS = \alpha \times 2,888$)

^{aa, bb} Hodnoty v stĺpcoch boli porovnávané. Rovnaké písmená (horný index) označujú, medzi ktorými skupinami boli zistené štatisticky významné rozdiely na hladine významnosti $p < 0,05$.

^{*} poznámka: V medovicových medoch bola zistená kladná polarizácia pred i po inverzii. V zmiešaných medoch bola zistená záporná polarizácia pred i po inverzii. (Platí pre medy zo supermarketov a priamo od včelárov.)

Podľa STN 57 0190, nektárové medy majú polarizáciu pred i po inverzii takmer vždy zápornú; medovicové medy sú zásadne pred i po inverzii pravotočivé (kladná hodnota) a zmiešané medy sú väčšinou pred inverziou pravo- (kladná hodnota) a po inverzii ľavotočivé (záporná hodnota). Persano Oddo et al. (2004) sledovali špecifickú rotáciu gaštanových, citrusových, eukalyptových, slnečnicových, levanduľových, rododendronových, agátových, rozmarínových, púpavových, tymiánových a lipových medov, pričom vo všetkých zistili zápornú špecifickú rotáciu. Všeobecne sú kvetové medy ľavotočivé a medovicové medy (alebo falšované kvetové medy) sú pravotočivé (Serrano et al., 2019).

Zmiešané medy mali hodnoty polarizácie pred i po inverzii cukru záporné a teda pred inverziou boli hodnoty vyššie (bližšie k 0) a po inverzii nižšie (teda ďalej od 0) tak ako sme zistili pri kvetových medoch. Čo sa týka medovicových medov, tu sme zistili hodnoty polarizácie pred i po inverzii kladné v 4 zo 6 vzoriek, pričom hodnota pred inverziou cukru bola vyššia (ďalej od 0, aj absolútna hodnota bola vyššia) a po inverzii cukru bola hodnota polarizácie nižšia (bližšie k 0, absolútna hodnota nižšia). V dvoch vzorkách medovicového medu sme zistili záporné hodnoty polarizácie pred i po inverzii cukru. Přidal a Vorlová (2002), cit. Přidal (2005) uvádzajú, že pravotočivé medy majú vždy prevahu medovicového

medu, hoci nie vždy musí byť splnený limit pre elektrickú vodivosť a obsah medovicových prvkov. Štyri vzorky medovicového medu mali kladnú polarizáciu, a taktiež vyhovujúcu elektrickú vodivosť (nad $0,8 \text{ mS.cm}^{-1}$). Vo dvoch vzorkách sme zistili zápornú polarizáciu i elektrickú vodivosť pod $0,8 \text{ mS.cm}^{-1}$. Serrano et al. (2019) vysvetľujú kladnú špecifickú otáčavosť medovicových medov tým, že medovicové medy zvyčajne obsahujú o čosi menej fruktózy (v porovnaní s kvetovými medmi) a obsahujú melecitózu alebo erlózu, ktoré tiež otáčajú rovinu polarizovaného svetla doprava.

Limitná hodnota obsahu sacharózy v mede, všeobecne, je max 5 % (Vyhláška 41/2012). Med prirodzene obsahuje malé množstvo sacharózy, pretože väčšina sacharózy z nektáru a medovice je rozložená pôsobením invertázy (pochádzajúcej z výlučkov hltanových žliaz včiel) na glukózu a fruktózu (Dobrovoda, 1986). Pre obsah sacharózy existujú aj výnimky. Agátové či levanduľové môžu mať prirodzene vyšší obsah sacharózy, najmä v čerstvom stave. Persano Oddo et al. (2004) zistili v levanduľových medoch 0 – 12,3 % sacharózy a v agátových medoch 0 – 6,1 % sacharózy. Adamchuk et al. (2020) našli 0,6 – 3,5 % sacharózy v mede s prevahou agátových peľových zŕn. Všetky kvetové medy vyhovelí tejto požiadavke. V zmiešaných medoch sme zistili obsah sacharózy od 0,4 % do 2,8 % a v medovicových medoch od 0,8 % do 5,7 %. V jednej vzorke medovicového medu bol zistený zvýšený obsah sacharózy. Polarimetrickým hodnotením medovicových medov sa okrem sacharózy môže zistiť aj obsah melecitózy, čo je nutné oddeliť dodatočným stanovením melecitózy a odpočítaním od orientačného obsahu sacharózy. Melecitózy býva v medovicových medoch 3 – 20 % (Dobrovoda, 1986). A teda, vzhľadom na určitú chybu merania, orientačnú výpovednú hodnotu polarimetrického stanovenia sacharózy v spojení s nutnosťou stanovenia melecitózy v medovicových medoch a jej odrátanie od obsahu sacharózy, obsah sacharózy v tejto vzorke môžeme považovať za vyhovujúci, aj vzhľadom na výsledky polarizácie a elektrickej vodivosti tejto vzorky.

ZÁVER

Všetky vzorky hodnoteného medu vyhovelí platným legislatívnym normám pre obsah vody (max 20 %), obsah voľných kyselín (max 50 mekv.kg^{-1}) a obsah sacharózy (max 5 %). V 2 vzorkách medovicových medov sme zistili elektrickú vodivosť nižšiu ako $0,8 \text{ mS.cm}^{-1}$. Hodnoty pH a optickej otáčavosti nie sú legislatívne dané pre med, predstavujú doplnkovú informáciu. Nezistili sme falšovanie medu cukrom v žiadnom z hodnotených medov. Čo sa týka klamlivého označenia pôvodu medu, v dvoch vzorkách medovicových medov sme zistili elektrickú vodivosť nižšiu ako $0,8 \text{ mS.cm}^{-1}$. Tieto vzorky by bolo potrebné podrobnejšie preskúmať, či ide naozaj o medy s prevahou medovice alebo sú skôr zmiešané, pretože polarizácia pred i po inverzii cukru bola negatívna, pričom v ostatných medovicových medoch sme zistili kladnú polarizáciu.

Pri medovicových medoch sa často stretáme s nižším obsahom vody, vyšším obsahom voľných kyselín, avšak aj vyšším pH a vyššou elektrickou vodivosťou a kladnou polarizáciou pri polarimetrickom hodnotení, v porovnaní s medmi kvetovými. Avšak, nedá sa to zovšeobecniť. Zistili sme vyššie pH aj vyšší obsah voľných kyselín v zmiešaných/medovicových medoch zo supermarketov a priamo od včelárov, avšak tieto rozdiely neboli štatisticky významné. Podobne sme zistili vyššiu elektrickú vodivosť v zmiešaných/medovicových medoch zo všetkých troch zdrojov (supermarket, menšia predajňa, priamo od včelára) v porovnaní s medmi kvetovými z týchto zdrojov. Polarizáciu (optickú otáčavosť) sme zistili vo všetkých kvetových, zmiešaných a 2 medovicových medoch zápornú pred i po inverzii cukru a v 4 medovicových medoch kladnú pred i po inverzii cukru. Práve elektrická vodivosť v spojitosti s hodnotením optickej otáčavosti sa javí

ako vhodná pri posudzovaní medovicových medov, avšak je potrebné takýto výskum urobiť na väčšom počte vzoriek medovicových medov, najmä slovenských.

Porovnaním medov z rôznych zdrojov sme zistili, že zmiešané/medovicové medy priamo od včelárov mali výrazne vyšší obsah voľných kyselín ($p < 0,05$) ako zmiešané/medovicové medy z menších predajní. A tiež, že kvetové medy zo supermarketov sa výrazne odlišovali od kvetových medov získaných priamo od včelárov v optickej otáčavosti pred i po inverzii cukru, čo potenciálne môže byť spôsobené väčšou rôznorodosťou rastlinných zdrojov pri medoch priamo od včelárov.

PodĎakovanie: Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a projektu aplikovaného výskumu pre Slovenský zväz včelárov: Sacharóza a elektrická vodivosť v medoch – Sledovanie falšovania medu prídavkom cukru a klamlivým označením pôvodu v medoch, dostupných na Slovensku.

LITERATÚRA

1. ADAMCHUK, L. – SUKHENKO, V. – AKULONOK, O. – BILOTSEKIVETS, T. – VYSHNIAK, V. – LISOHURSKA, D. – LISOHURSKA, O. – SLOBODYANYUK, N. – SHANINA, O. – GALYASNYJ, I. 2020. Methods for determining the botanical origin of honey. *Slovak Journal of Food Sciences* 2020;14:483-493. doi: <https://doi.org/10.5219/1386>
2. AL-FARSI, M. – AL-BELUSHI, S. – AL-AMRI, A. – AL-HADHRAMI, A. – AL-RUSHEIDI, M. – AL-ALAWI, A. 2018. Quality Evaluation of Omani Honey. *Food Chemistry* 2018;262:162-167. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.104>
3. BICUDO DE ALMEIDA-MURADIAN, L. – MONIKA BARTH, O. – DIETEMANN, V. – EYER, M. – DA SILVA DE FREITAS, A. – MARTEL, A.C. – MARCAZZAN, G.L. – MARCHESE, C.M. – MUCIGNAT-CARETTA, C. – PASCUAL-MATÉ, A. – REYBROECK, W. – SANCHO, M.T. – GASPAROTTO SATTTLER, J.A. 2020. Standard methods for *Apis mellifera* honey research. *Journal of Apicultural Research* 2020;59(3):1-62. doi: <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1738135>
4. BOGDANOV, S. 2009. *Chapter 5: Book of Honey*. B. m.: b. v. Dostupné na: <http://www.bee-hexagon.net>
5. CAVACO, T. – FIGUEIRA, A.C. 2016. Chapter 24: Functional Properties of Honey and Some Traditional Honey Products from Portugal. In *Functional Properties of Traditional Foods*. New York: Springer Science. pp. 339-352. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7662-8_24
6. COOPER, R. 2005. *Chapter 2: The antimicrobial activity of honey*. B. m. : b. v. Dostupné na: <http://www.medicalhoney.com>
7. DA SILVA, P.M. – GAUCHE, C. – GONZAGA, L.V. – COSTA, A.C.O. – FETT, R. 2016. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food chemistry* 2016;196:309-323. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>
8. DOBROVODA, I. 1986. *Včelie produkty a zdravie*. Bratislava: Príroda. 307 s.
9. HARAGSIM, O. 2013. *Včelařské dřeviny a byliny*. Praha: Grada Publishing. 200 s. ISBN 978-80-247-4647-0.
10. IHC. 2009. *Harmonised methods of the International Honey Commission*. B. m.: B. v. Dostupné na: www.ihc-platform.net

11. ISLAM, M.N. – KHALIL, M.I. – ISLAM, M.A. – GAN, S.H. 2014. Toxic compounds in honey. *Journal of Applied Toxicology* 2014;34:733-742. doi: <https://doi.org/10.1002/jat.2952>
12. KAROVIČOVÁ, J. – KOHAJDOVÁ, Z. – KUKUROVÁ, K. – LEHKOŽIVOVÁ, J. 2007. Metódy odhaľovania falšovania potravinárskych výrobkov. In *Životné podmienky a zdravie*. Bratislava: ÚVZ, pp. 161-165. ISBN 978-80-7159-166-5.
13. KWAKMAN, P.H.S. – ZAAT, S.A.J. 2012. Antibacterial Components of Honey. *IUBMB Life* 2012;64(1):48-55. doi: <https://doi.org/10.1002/iub.578>
14. MULI, E. – MUNGUTI, A. – RAINA, S.K. 2007. Quality of Honey Harvested and Processed Using Traditional Methods in Rural Areas of Kenya. *Acta Veterinaria Brno* 2007;76(2):315-320. doi: <https://doi.org/10.2754/avb200776020315>
15. OLAITAN, P.B. – ADELEKE, O.E. – IYABO, O.O. 2007. Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. *African Health Sciences* 2007;7(3):159-165.
16. PERSANO ODDO, L. – PIRO, R. – BRUNEAU, É. – GUYOT-DECLERCK, C. – IVANOV, T. – PIŠKULOVÁ, J. – FLAMINI, C. – LHERITIER, J. – MORLOT, M. – RUSSMANN, H. – VON DER OHE, W. – VON DER OHE, K. – GOTSIOU, P. – KARABOURNIOTI, S. – KEFALAS, P. – PASSALOGLOU-KATRALI, M. – THRASYVOULOU, A. – TSIGOURI, A. – MARCAZZAN, G.L. – PIANA, M.L. – PIAZZA, M.G. – SABATINI, A.G. – KERKVLIT, J. – GODINHO, J. – BENTABOL, A. – ORTIZ VALBUENA, A. – BOGDANOV, S. – RUOFF, K. 2004. Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie* 2004;35:S38-S81. doi: [10.1051/apido:2004049](https://doi.org/10.1051/apido:2004049)
17. PŘIDAL, A. 2005. Včelí produkty: cvičení. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 61 s. ISBN 80-7157-711-1.
18. REYNOLDS, A.F.P. 2019. Influence of microwave treatment on honey quality. *Progressive Agriculture* 2019;30(1):125-140. doi: <https://doi.org/10.3329/pa.v30i1.42219>
19. SERRANO, S. – RODRÍGUEZ, I. – MORENO, R. – RINCÓN, F. 2019. Detection of key factors affecting specific optical rotation determination in honey. *Cyta – Journal of Food* 2019;17(1):574-580. doi: <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1620338>
20. STN 57 0190: Metódy skúšania včelieho medu.
21. SZYMUSIK, I. 1953. *Analiza miodu*. Warszawa: Państwowe wydawnictwo rolnicze i leśne.
22. TITĚRA, D. 2006. *Včelí produkty mýtů zbavené: med, vosk, pyl, materi kašička, propolis, včelí jed*. Praha: Nakladatelství Brázda. 176 s. ISBN 80-209-0347-X.
23. VESELÝ, V. – BACÍLEK, J. – ČERMÁK, K. – DROBNÍKOVÁ, V. – HARAGSIM, O. – KAMLER, F. – KRIEG, P. – KUBIŠOVÁ, S. – PEROUTKA, M. – PTÁČEK, V. – ŠKROBAL, D. – TITĚRA, D. 2003. *Včelařství*. Praha: Nakladatelství Brázda. 272 s. ISBN 978-80-209-0399-0.
24. Vyhláška č. 41/2012 Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky z 26. januára 2012 o mede
25. Vyhláška č. 106/2012 Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky z 9. marca 2012, ktorou sa mení vyhláška MPRV SR č. 41/2012 Z. z. o mede
26. WHITE, J.W. 1969. Moisture in Honey: Review of Chemical and Physical Methods. *Journal of the AOAC* 1969;52(4):729-737. doi: <https://doi.org/10.1093/jaoac/52.4.729>

Kontaktná adresa:

Ing. Vladimíra Kňazovická, PhD., Ústav včelárstva Liptovský Hrádok, Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Dr. J. Gašperíka 599, 033 01 Liptovský Hrádok, e-mail: vladimira.knazovicka@nppc.sk

VPLYV MUCHOVNÍKA JELŠOLISTÉHO (*AMELANCHIER ALNIFOLIA* NUTT.) NA SENZORICKÉ VLASTNOSTI SUŠIENOK
EFFECT OF SASKATOON BERRY (*AMELANCHIER ALNIFOLIA* NUTT.)
ON SENSORY PROPERTIES OF BISCUITS

Kolesárová Anna, Solgajová Miriam, Mendelová Andrea, Zeleňáková Lucia, Mihalovičová Renáta

Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPUv Nitre

Summary

Recently, Saskatoon berry (*Amelanchier alnifolia*, Nutt.) is gaining popularity due to its taste and high biological value, and it can be promising for designing new products. The effect of 5, 10 and 15 % additions of freeze-dried Saskatoon berries on the sensory quality of the prepared biscuits was monitored in the work. Biscuits with Saskatoon berry addition (10 and 15 %) received higher sensory scores and consumer preferences due to a more attractive appearance and overall harmonious fruit flavor compared to wheat biscuits. The fruits of this non-traditional fruit (even higher additions) can be recommended for the preparation of long-lasting pastries, e.g. biscuits.

Key words: Saskatoon berry, wheat flour, sensory analysis, biscuits

ÚVOD

Dopyt po zdravých výrobkoch výrazne ovplyvnil návyky spotrebiteľov (Martinsen et al., 2020). Sušienky patria medzi najvyhľadávanejšie a najobľúbenejšie cereálne výrobky. Konzumujú ich takmer všetky skupiny spotrebiteľov na celom svete, preto ich môžeme považovať za hodnotný doplnok na zlepšenie výživy. Aby sme zvýšili nutričnú hodnotu sušienok, obohacujeme ich o funkčnú zložku (Chauhan et al., 2016). V súčasnosti je veľmi populárne obohacovať sušienky s menej typickými surovinami ako sú napríklad huby (Forzana a Mohajan, 2015), bergamotové vedľajšie produkty (Citrus bergamia, Risso) (Lagana et al., 2022), kôrou z melónu a zmesou múky z pomarančových výliskov (Ogo et al., 2021), práškom z banánových šupiek (Banana Peel Flour) (Alshehry, 2022), práškom z červenej kukurice (Nguyen a Nguyen, 2022), práškom z cvrčkov (Smarzyński et al., 2021) a ďalšími.

Bobule Saskatoon (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) patria do čeľade Rosaceae a pochádzajú z oblastí južného Yukonu, kanadských prérií a severných plání Spojených štátov amerických (Mazza a Cottrell, 2008). Jeho pestovanie sa rozšírilo aj do iných európskych krajín, vrátane Poľska, Fínska a Českej republiky (Lachowicz et al., 2017a; Moyo et al., 2018). U nás sa doteraz využívala ako okrasná plodina, no v poslednej dobe jej popularita stúpa pre svoju vysokú biologickú hodnotu (Juríková et al., 2013). Vďaka obsahu biologicky aktívnych polyfenolových zlúčenín, (Lachowicz et al., 2017a; Lachowicz et al., 2017b) plody muchovníka vynikajú silnými antioxidačnými účinkami (Loza-Mejía and Salazar, 2015). Sú tiež významným zdrojom minerálnych látok (mangánu, horčíka, železa, vápnika, draslíka, medi), vlákniny (Mazza, 2006; Fang, 2020), bohatým zdrojom vitamínov, najmä vitamínu C, tiamínu, riboflavínu, vitamínov B₆, A, E a kyseliny listovej (Mazza a Cottrell, 2008). Vzhľadom a sladkou chuťou sú podobné čučoriedkam, ale majú hrubšiu šupku (Mazza, 2006). V minulosti plody muchovníka väčšinou konzumovali čerstvé, pečené v koláčoch alebo spracované na džemy a nátierky. V súčasnosti nové a inovatívne metódy spracovania, mrazenia a balenia výrazne zvýšili využitie bobúľ (Mazza a Cottrell, 2008; Zhao et al., 2020).

Za najžiadanejšiu metódu sušenia sa považuje lyofilizácia, pretože vo veľkej miere zabráňuje poškodeniu štruktúry sušeného materiálu a umožňuje tým značné zachovanie nutričov v nezmenenom stave (Calín-Sánchez et al., 2020).

Cieľom tejto práce bolo sledovanie vplyvu prídavku lyofilizovaných plodov muchovníka jelšolistého (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) v zmesi so pšeničnou múkou v rôznych pomeroch na senzorické parametre (vzhľad, vôňa, chuť, konzistencia, celkové vnímanie) sušienok bez a s rôznym prídavkom tohto ovocia.

MATERIÁL A METÓDY

Použitým prídavkom boli plody Muchovníka jelšolistého, ktoré pochádzali z lokality Nitra – Chrenová, Slovenská republika a boli zbierané po dosiahnutí úplnej zrelosti (jún 2021). Zrelosť sa posudzovala na základe farby, ktorá je jednou z najspoľahlivejších ukazovateľov zrelosti. Bobule muchovníka sa oddelili od stopiek, prípadne prezreté, suché plody sa vyhodili a následne sa plody lyofilizovali 5 dní pri $-58\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ilShin Lab Co., Ltd., Korea). Lyofilizované plody boli homogenizované pomocou mixéra z nehrdzavejúcej ocele (BOSCH TSM6A01, Germany).

Príprava sušienok

Pri pekárskom pokuse boli pripravené štyri druhy sušienok – bez prídavku muchovníka (K) a s prídavkom 5 % (V5), 10 % (V10) a 15 % (V15) tohto lyofilizovaného ovocia, v počte 24 ks z každej dávky. Základná receptúra bola rovnaká, jednotlivé vzorky sa líšili prídavkom rôzneho pomeru pšeničnej múky a muchovníka. Receptúra na 150 g múky: maslo, práškový cukor, prášok do pečiva, vanilínový cukor, vajce, soľ. Suroviny boli zakúpené v maloobchodnej sieti. Zloženie a označenie vzoriek uvádzame v tab. 1. Všetky prísady boli dobre premiešané a cesto bolo rozvaľkané na hrúbku 0,5 cm a vykrojené sušienky mali priemer 5 cm. Sušienky sa piekli pri teplote $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ počas 18 minút (MIWE condo, Germany).

Tab. 1 Zloženie a označenie sušienok

vzorka	Múka (g)	Muchovník (g)	Maslo (g)	Cukor (g)	Vajce (g)	Vanilkový cukor (g)	Prášok do pečiva (g)	Soľ (g)
K	150	0	75	50	20	10	3	0,25
V5	142,5	7,5	75	50	20	10	3	0,25
V10	135	15	75	50	20	10	3	0,25
V15	127,5	22,5	75	50	20	10	3	0,25

Senzorická analýza

Senzorické hodnotenie pekárskeho výrobku v zmysle ISO 6658 bolo realizované senzorickým panelom, ktorý tvorila skupina 12 zaškolených hodnotiteľov. Ich úlohou bolo vyhodnotiť 9 senzorických znakov sušienok, a to: celkový vzhľad / atraktivita, vôňa (celkovo), vôňa (intenzita), cudzia vôňa, konzistencia (textúra), chuť (celkovo), chuť (intenzita), celkový dojem. Všetky parametre boli porovnané s kontrolnou vzorkou (K) bez prídania lyofilizovaného muchovníka. Hodnotenia boli na 9-bodovej hedonickej škále v rozsahu od 9 (vynikajúci) do 1 (neprijateľný) pre každú charakteristiku.

Štatistická analýza

Údaje sa podrobili analýze rozptylu (Duncanov test) na úrovni spoľahlivosti 0,05. Štatistická významnosť bola stanovená ako $p < 0,05$. Štatistická analýza sa uskutočnila

pomocou programu Statistica Cz verzia 10 (TIBCO Software, Inc., Palo Alto, CA, USA) a MS Excel 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledné pekárske výrobky sú zobrazené na obrázku 1. Senzorické charakteristiky celkový vzhľad, vôňa, intenzita vône, prítomnosť cudzej vône a konzistencia sušienok nepreukázali žiadne výrazné rozdiely ($p > 0,05$) v senzorickom hodnotení (tab. 2). Celkový vzhľad sušienok bol respondentmi najlepšie hodnotený vo vzorke V15 a najnižšie hodnotenie získala kontrolná vzorka, ktorá bola v porovnaní o ostatnými vzorkami považovaná za menej atraktívnu, čo mohlo byť spôsobené zaujímavým bordovo-fialovým sfarbením sušienok s prídavkom ovocia.



Obr. 1 Sušienky po upečení

Tab. 2 Vplyv náhrady pšeničnej múky lyofilizovanými plodmi muchovníka na senzorické vlastnosti sušienok

	K	V5	V10	V15
Vzhľad	$7,42 \pm 1,4^a$	$7,58 \pm 1,1^a$	$7,67 \pm 0,9^a$	$8,08 \pm 0,8^a$
Vôňa (celkovo)	$8,58 \pm 0,9^a$	$8,42 \pm 0,9^a$	$8,67 \pm 0,7^a$	$8,67 \pm 0,8^a$
Vôňa (intenzita)	$7,75 \pm 0,9^a$	$7,67 \pm 0,9^a$	$7,83 \pm 0,6^a$	$7,83 \pm 0,8^a$
Cudzia vôňa	$8,50 \pm 1,7^a$	$8,33 \pm 1,5^a$	$8,17 \pm 1,8^a$	$8,00 \pm 2,0^a$
Konzistencia	$8,08 \pm 1,2^a$	$8,00 \pm 0,9^a$	$8,25 \pm 0,8^a$	$8,33 \pm 0,8^a$
Chuť (celkovo)	$7,25 \pm 1,2^b$	$7,83 \pm 0,8^{ab}$	$8,25 \pm 0,8^a$	$8,42 \pm 0,8^a$
Chuť (intenzita)	$6,75 \pm 1,6^a$	$7,25 \pm 1,2^{ab}$	$7,83 \pm 0,9^{bc}$	$8,58 \pm 0,5^c$
Celkové vnímanie	$7,33 \pm 1,1^b$	$7,75 \pm 0,8^{ab}$	$8,33 \pm 0,8^a$	$8,33 \pm 0,7^a$

Vysvetlivky: Priemer + smerodajná odchýlka (súčet všetkých hodnotiteľov); priemery v riadkoch s rôznymi hornými indexmi sú významne odlišné pri $p < 0,05$

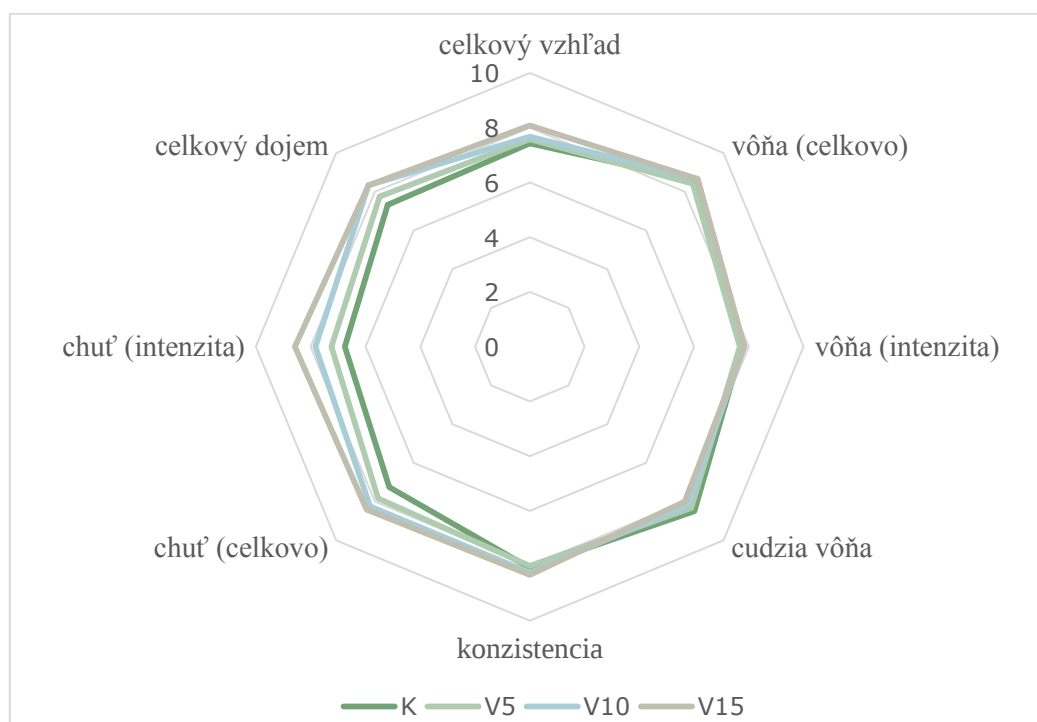
Farba je dôležitým parametrom, ktorý ovplyvňuje spotrebiteľskú akceptáciu potravín vo všeobecnosti (Spence, 2015) a najmä sušienok (Bajaj et al., 2006; Jan et al., 2018). Je veľmi významným parametrom pri posudzovaní správne upečených sušienok, ktoré odrážajú nielen vhodné suroviny použité na prípravu, ale poskytujú aj informácie o zložení a kvalite produktu (Ikpeme et al., 2010). Hodnotitelia uprednostňujú svetlejšiu farbu sušienok, čo môže vyplývať z toho, že ľudia tradične predpokladajú, že svetložltá súvisí s maslovou chuťou, ktorá je žiadaná a pri tmavej farbe predpokladajú horkú chuť (Nguyen a Nguyen, 2022).

Vo všeobecnosti boli všetky naše pripravené sušienky hodnotené ako príjemné a harmonické. Najvyššie hodnotenie dosiahli vzorky V10 a V15 ktoré boli posudzované ako výrazne príjemné, s menej silnou intenzitou, napriek tomu bola celková vôňa a jej intenzita vo

všetkých vzorkách pomerne vyrovnaná ($p > 0,05$). Texturálne vlastnosti boli najlepšie vyhodnotené pri vzorke V15 s najvyšším 15 % prídavkom muchovníka. V týchto vzorkách hodnotitelia pozorovali slabú prítomnosť cudzej vône.

Preukazne výraznejšie rozdiely ($p < 0,05$) sme zaznamenali pri hodnotení chuťových vlastností. Najlepšie bola vyhodnotená vzorka s najvyšším prídavkom muchovníka (V15), ktorá dosiahla najvyššie skóre (8,42), chuť bola hodnotená ako výborná, lahodná a tiež sa vyznačovala najvyššou intenzitou sladkej ovocnej chuti (8,58), čo sme aj vzhľadom na výšku prídavku predpokladali.

Prášok z muchovníka pridávali k pšeničnej múke tiež Lachowicz et al. (2021) a zistili že nižší prídavok prášku nevyvolal žiadny efekt, avšak pri prídavku 4 %, 5 % a 6 % čistého prášku muchovníka boli zistené významné rozdiely. Chlieb z tohto experimentu pri nižšom prídavku (4 % a 5 %) mal mierne horkastú príchuť, ale chlieb so 6 % prídavkom funkčnej prísady mal už sladkú ovocnú chuť. Výsledky výskumu senzorického hodnotenia autorov Ogo et al. (2021) ukázali, že pšeničnú múku možno nahradiť aj múkou z melónových šupiek a múkou z pomarančových výliskov až do 10 % bez nepriaznivého vplyvu na celkové kvalitatívne vlastnosti sušienok. Laganà et al. (2022) pozorovali nižšiu akceptáciu vzoriek formulovaných s vyššou koncentráciou bergamotovej múky (10 a 15 %), ktorá sa prejavila silnou horkosťou. Iní autori preukázali vplyv zloženia múky na vnímanie a celkovú prijateľnosť konzumentmi, konkrétne, ako môže nadmerný obsah funkčnej zložky znížiť prijateľnosť výrobku konzumentmi (Zbikowska a Kowalska, 2017; Man et al., 2021), čo sa v prípade našich vzoriek nepotvrdilo. Najlepší celkový dojem dosiahli vzorky s 10 % a 15 % prídavkom muchovníka ($p < 0,05$), pričom celkový dojem môžeme označiť ako veľmi dobrý.



Obr. 2 Porovnanie senzorických profilov sušienok

Autori Lachowicz et al., (2021) uvádzajú, že prášok z *Amelanchier alnifolia* Nutt. ako ovocnej prísady do chleba, významne ovplyvnil farbu kôrky a striedky pšeničného chleba. Čím vyššia bola použitá táto funkčná prísada, tým striedka obsahovala viac červeného a menej žltého pigmentu. V tomto ovocnom prášku boli stanovené pigmenty, ako sú antokyány patriace k derivátom kyanidínov (Lachowicz et al., 2021). Výtázky z tohoto ovocia, by vďaka

vysokému obsahu prírodných farbív (anthokyanínov), mohli byť v budúcnosti využívané pre potravinársky priemysel a nahrádzať tak syntetické farbivá (Mikulic-Petkovsek et al., 2020).

Podľa výsledkov senzorického hodnotenia môžeme konštatovať, že prídavok muchovníka pozitívne ovplyvnil senzorický profil pšeničných sušienok, najmä z hľadiska chuti, vrátane jej intenzity a celkového dojmu (vzhľad výrobku) (obr. 2).

ZÁVER

Všetky druhy sušienok boli pre hodnotiteľov senzoricky veľmi prijateľné, ale aplikácia lyofilizovaného prášku muchovníka jeľšolistého (najmä 10 a 15 %) viedla k zatraktívneniu chuťových vlastností aj celkového vnímania pšeničných sušienok.

Na základe našich výsledkov možno odporučiť overenú ovocnú prísadu na prípravu trvanlivého pečiva, resp. sušienok. V spojení so zaujímavou farbou cesta dokáže toto netradičné ovocie zvýšiť atraktivitu výrobkov a môže byť perspektívou pri navrhovaní nových produktov so zvýšeným potenciálom v prospech zdravia.

Pod'akovanie: Práca bola uskutočnená vďaka finančnej podpore projektu VEGA 1/0159/21.

LITERATÚRA

1. ALSHEHRY, G. A. 2022. Medicinal Applications of Banana Peel Flour Used as a Substitute for Computing Dietary Fiber for Wheat Flour in the Biscuit Industry, Applied Bionics and Biomechanics, 2022; 1- 9. doi: 10.1155/2022/2973153
2. BAJAJ, S. – UROOJ, A. – PRABHASANKAR, P. 2006. Effect of incorporation of mint on texture, colour and sensory parameters of biscuits. International Journal of Food Properties, 2006;9(4):691-700. doi: 10.1080/10942910600547632
3. CALÍN-SÁNCHEZ, Á. – LIPAN, L. – CANO-LAMADRID, M. – KHARAGHANI, A. – MASZTALERZ, K. – CARBONELL-BARRACHINA, Á.A. – FIGIEL, A. 2020. Comparison of traditional and novel drying techniques and its effect on quality of fruits, vegetables and aromatic herbs. Foods 2020;9:1261. doi: 10.3390/foods9091261
4. CHAUHAN, A. – SAXENA, D. C. – SINGH, S. 2016. Physical, textural, and sensory characteristics of wheat and amaranth flour blend cookies. Cogent Food & Agriculture 2016; 2(1). doi: 10.1080/23311932.2015.1125773
5. FANG, J. 2020. Nutritional composition of saskatoon berries. A review. Botany 2020; 99(4):175-184. doi: 10.1139/cjb-2019-0191
6. FORZANA, T. – MOHAJAN, S. 2015. Effect of incorporation of soy flour to wheat flour on nutritional and sensory quality of biscuits fortified with mushroom. Food Science and Nutrition 2015;3:363-369. doi: 10.1002/fsn3.228
7. IKPEME, C. A. – OSUCHUKWU, N. C. – OSHIEEL, L. 2010. Functional and Sensory Properties of Wheat (*Aestium triticism*) and Taro Flour (*Colocasia esculenta*) Composite Bread. African Journal of Food Science 2010;4(5):248-253. ISSN 1996-0794. Dostupné na: <https://academicjournals.org/journal/AJFS/article-full-text-pdf/4AAAB0C23570>
8. JAN, K.N. – PANESAR, P.S. – SINGH, S. 2018. Optimization of antioxidant activity, textural and sensory characteristics of gluten-free cookies made from whole Indian quinoa flour. LWT—Food Sci. Tech. 2018;93:573-582. doi: 10.1016/j.lwt.2018.04.013
9. JURÍKOVÁ, T. – BALLA, S. – SOCHOR, J. – POHANKA, M. – MLCEK, J. – BARON, M. 2013. Flavonoid profile of Saskatoon berries (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) and their health promoting effects, Molecules 2013;18(10):12571–12586. doi: 10.3390/molecules181012571

10. LACHOWICZ, S. – OSZMIAŃSKI, J. – PLUTA, S. 2017a. The composition of bioactive compounds and antioxidant activity of Saskatoon berry (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) genotypes grown in central Poland. Food Chemistry 2017;235:234-243. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.05.050
11. LACHOWICZ, S. – OSZMIAŃSKI, J. – SELIGA, L. – PLUTA, S. 2017b. Phytochemical composition and antioxidant capacity of seven Saskatoon berry (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) genotypes grown in Poland, Molecules 2017;22(5):853. doi: 10.1016/j.nbt.2018.02.001
12. LACHOWICZ, S. – ŚWIECA, M. – PEJCZ, E. 2021. Biological activity, phytochemical parameters, and potential bioaccessibility of wheat bread enriched with powder and microcapsules made from Saskatoon berry. Food Chemistry 2021;338:28026. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128026
13. LAGANÀ, V. – GIUFFRÈ, A.M. – DE BRUNO, A. – POIANA, M. 2022. Formulation of Biscuits Fortified with a Flour Obtained from Bergamot By-Products (Citrus bergamia, Risso). Foods 2022; 1(8):1137. doi: 10.3390/foods11081137
14. LOZA-MEJIA, M. A. – SALAZAR, J. R. 2015. Sterols and triterpenoids as potential antiinflammatories: Molecular docking studies for binding to some enzymes involved in inflammatory pathways. Journal of Molecular Graphics and Modelling 2015;62:18–25. doi: 10.1016/j.jmgm.2015.08.010
15. MAN, S.M. – STAN, L. – PAUCEAN, A. – CHIS, M.S. – MURESAN, V. – SOCACI, S. – POP, A. – MUSTE, S. 2021. Nutritional, sensory, texture properties and volatile compounds profile of biscuits with roasted flaxseed flour partially substituting for wheat flour. Appl. Sci. 2021;11:4791. doi: 10.3390/app11114791
16. MARTINSEN, B. K. – AABY, K. – SKREDE, G. 2020. Effect of temperature on stability of anthocyanins, ascorbic acid and color in strawberry and raspberry jams. Food Chemistry 2020;316:126297. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.126297.
17. MAZZA, G. 2006. Chemical composition of saskatoon berries (*Amelanchier alnifolia* nutt). J. Food Sci. 47 (5), 1730 –1731. doi: 10.1111/j.1365-2621.1982.tb05022.x
18. MAZZA, G. – COTTRELL, T. 2008. Carotenoids and cyanogenic glucosides in Saskatoon berries (*Amelanchier alnifolia* Nutt.). Journal of Food Composition and Analysis 2008;21(3):249–254. doi: 10.1016/j.jfca.2007.11.003
19. MIKULIC-PETKOVSEK, M. – KORON, D. – RUSJAN, D. 2020. The impact of food processing on the phenolic content in products made from juneberry (*Amelanchier lamarckii*) fruits. Journal of Food Science 2020;85:386-393. doi: 10.1111/1750-3841.15030
20. MOYO, M. – AREMU, A. O. – PLAČKOVÁ L. – PLÍHALOVÁ, L. – PĚNČÍK, A. – NOVÁK, O. – HOLUB, J. – DOLEŽAL, K. – VANSTADEN, J. 2018. Deciphering the growth pattern and phytohormonal content in Saskatoon berry (*Amelanchier alnifolia*) in response to in vitro cytokinin application, New Biotechnology 2018;42(1):85–94. doi: 10.1016/j.nbt.2018.02.001
21. NGUYEN, V. T. – NGUYEN, T. T. T. 2022. Preparation and quality evaluation of flour and biscuits made from red corn powder using as supplement with different ratios of red corn flour. International Journal of Scientific Research and Management 2022;10(02): 43-63. doi: 10.18535/ijsrcm/v10i2.nd02
22. OGO, A. – AJEKWE, D. – ENENCHE, D. – OBOCHI, G. 2021. Quality Evaluation of Novel Biscuits Made from Wheat Supplemented with Watermelon Rinds and Orange Pomace Flour Blends. Food and Nutrition Sciences 2021;12(3):332-341. doi: 10.4236/fns.2021.123026
23. SMARZYŃSKI, K. – SARBAK, P. – KOWALCZEWSKI, P.Ł. – RÓŻAŃSKA, M.B. – RYBICKA, I. – POLANOWSKA, K. – FEDKO, M. – KMIECIK, D. – MASEWICZ, Ł.

- NOWICKI, M. 2021. Low-Field NMR Study of Shortcake Biscuits with Cricket Powder, and Their Nutritional and Physical Characteristics. *Molecules* 2021;26(17):5417. doi: 10.3390/molecules26175417
24. SPENCE, C. 2015. On the psychological impact of food colour. *Flavour* 2015;4:21. doi: 10.1186/s13411-015-0031-3
25. ZBIKOWSKA, A. – KOWALSKA, M. 2017. The use of apple fiber as a fat substitute in the manufacture of bakery products. *Journal of Food Processing and Preservation* 2017; 41(6), e13241. doi: 10.1111/jfpp.13241
26. ZHAO, L. – HUANG, F. – HUI, A. L. – SHEN, G. X. 2020. Bioactive Components and Health Benefits of Saskatoon Berry, *Journal of Diabetes Research* 2020;1-8. doi: 10.1155/2020/3901636

Kontaktná adresa:

Ing. Anna Kolesárová, PhD., Ústav potravinárstva FBP SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: Anna.Kolesarova@uniag.sk

**ÚČINOK KONZUMÁCIE RAKYTNÍKOVEJ ŠŤAVY NA RIZIKOVÉ
FAKTORY KARDIOVASKULÁRNYCH OCHORENÍ U ŽIEN
V PRODUKTÍVNO M VEKU S HYPERCHOLESTEROLÉMIU
THE EFFECT OF SEA BUCKTHORN JUICE CONSUMPTION ON RISK
FACTORS FOR CARDIOVASCULAR DISEASES IN WOMEN OF
PRODUCTIVE AGE WITH HYPERCHOLESTEROLEMIA**

Kopčeková Jana¹, Mrázová Jana¹, Chlebo Peter¹, Habánová Marta¹, Fatrcová-Šramková Katarína¹, Gažarová Martina¹, Lenártová Petra¹, Schwarzová Marianna¹, Mendelová Andrea²

¹Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

²Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

Summary

Sea buckthorn is a natural source of vitamins and several other bioactive compounds such as carotenoids and flavonoids, which have been claimed to lower cholesterol, platelet aggregation, blood pressure and blood sugar. The aim of this study was to determine whether 8-week consumption of 100% sea buckthorn juice causes changes in the lipid profile and other risk factors of cardiovascular diseases in women with hypercholesterolemia. A clinical study involved 19 women over 50 years of age with a mean age of 54.05 ± 2.97 years who consumed 50 ml of sea buckthorn juice daily for 8 weeks. Anthropometric parameters and lipid profile in blood serum were monitored before the start of sea buckthorn consumption and after 8 weeks of consumption. We observed significant reductions in the body weight and body mass index ($p < 0.05$). The amount of total body fat as well as the percentage of body fat and visceral fat were statistically significantly reduced after 8 weeks of consumption of 100% juice ($p < 0.001$). Although there was no significant decrease in total cholesterol (T-C) in this intervention study, on the other hand there was a significant decrease in low-density cholesterol (LDL) ($p < 0.05$) and a significant increase in high-density cholesterol (HDL) ($p < 0.001$). The level of triglycerides (TG) decreased significantly during the study ($p > 0.05$). After the intervention, the average level of C-reactive protein (CRP) decreased significantly ($p < 0.05$), serum levels of creatine kinase (CK) increased non-significantly ($p > 0.05$). The obtained results support the hypothesis that the daily consumption of sea buckthorn juice could contribute to the beneficial effects of reducing the risk of cardiovascular diseases, such as the reduction of LDL-C, CRP and the increase of HDL-C.

Key words: sea buckthorn juice, cardiovascular diseases, hypercholesterolemia, obesity

ÚVOD

Moderný spôsob života charakterizovaný nadbytkom energeticky bohatých potravín v spojení so sedavým životným štýlom je spojený so zvýšeným výskytom obezity a kardiovaskulárnych ochorení (Hu et al., 2002). Kardiovaskulárne ochorenia (KVO) zostávajú celosvetovo hlavnou príčinou morbiditu a mortality (Brandhorst et al., 2019; Mahmoudi et al., 2018). Hlavným rizikovým faktorom KVO je dyslipidémia, ktorá sa celosvetovo vyskytuje hlavne u dospelých a je definovaná ako abnormálna hladina lipidov v krvi (Acharjee et al., 2013). Hoci zvýšený LDL-C sa považuje za hlavný rizikový faktor kardiovaskulárnych ochorení (FERENCE et al., 2017; Jacobson et al., 2015) sa u ľudí vyskytuje množstvo srdcových príhod bez klinicky abnormálnych koncentrácií LDL-C (Boekholdt et al., 2012). Diéta je dôležitým determinantom cholesterolu v sére, ale cholesterol z potravy má

len mierny vplyv na plazmatické koncentrácie LDL-C (Kanter et al., 2012). Diéta môže ovplyvniť KVO priamo moduláciou zloženia cievnych plakov a nepriamo ovplyvnením rýchlosti starnutia (Maugeri et al., 2020).

Mnohé štúdie dokazujú, že plody a listy niektorých bobuľových rastlín biosyntetizujú fytochemikálie s antioxidačnou aktivitou a môžu byť použité ako prírodný zdroj zlúčenín zachytávajúcich voľné radikály (Loo et al., 2016; Nazir et al., 2013). Predpokladá sa, že strava bohatá na bobule hrá významnú úlohu pri prevencii metabolických ochorení spojených s obezitou (Sikora et al., 2012).

Rakytník (latinsky *Hippophae*) sa radí do čeľade hlošninovitých (*Elaeagnaceae*). Rozlišujeme štyri základné druhy rakytníka: rakytník rešetliakový, rakytník vrbolistý, rakytník tibetský a rakytník rebrovitý. Jednotlivé druhy rakytníka sa líšia napríklad výškou vzrastu, nárokmi na pôdu či rastom v iných nadmorských výškach. V rámci Európy a Ázie bolo identifikovaných približne 150 druhov, poddruhov a odrôd rakytníka; líšili sa biotopom kríka, vzhľadom bobúľ a ich úžitkovou hodnotou (Ciesarová et al., 2020). Najdôležitejší a najrozšírenejší v Európe je rakytník rešetliakový *Hippophae rhamnoides* (Yang a Kallio, 2001).

Jednou z najzaujímavejších vlastností je, že rakytník rešetliakový obsahuje vysoké koncentrácie vitamínu C (Vilas-Franquesa et al., 2020). Obsah vitamínu C v plodoch rakytníka v odrode *Hippophae rhamnoides* pestovaného v európskych podmienkach sa pohybuje od 360 mg.100 g⁻¹ plodov (Rousi et al., 1977; Yao et al., 1992) až do 2500 mg.100 g⁻¹ plodov v čínskej odrode *Hippophae sinensis* (Zhao et al., 1991; Yao et al., 1994), čo predstavuje 5- až 100 násobne vyššiu koncentráciu vitamínu C než je obsiahnutá vo väčšine iných ovocných a zeleninových plodov (Stobdan et al., 2011). Napríklad obsah vitamínu C na 100 g plodov je v šípkach 250-800 mg, čiernych ríbezliach 120-215 mg a v malinách 15-30 mg (Malinowska and Olas, 2016).

Plody rakytníka majú vysokú nutričnú hodnotu, pretože okrem vitamínu C obsahujú iné významné chemické zložky. Bobule z rakytníka sú zdrojom mnohých bioaktívnych látok vrátane fenolických zlúčenín, ako sú flavonoidy (t. j. rutín, kvercetín, kaempferol, či myricetín (Christaki, 2012), vitamíny (tokoferoly, karotenoidy, kyselina askorbová, folát, vitamíny B1, B2 a K), proteíny, aminokyseliny a minerály (Fe, Ca, P a K) (Bekker and Glushenkova, 2001; Gao et al., 2001; Zeb, 2004; Malinowska and Olas, 2016).

Plody rakytníka sú zaujímavé nielen z chemického hľadiska, ale aj z hľadiska biologického a terapeutického pre ich antioxidačné, protinádorové, hepato-ochranné a imunologické vlastnosti (Zeb et al., 2004). Štúdie na ľuďoch a zvieratách naznačujú, že rakytník môže mať antiaterogénne, hypocholesteromické, hypotenzívne a protizápalové vlastnosti a preto by mohol byť využívaný na prevenciu alebo liečbu KVO (Chandra et al., 2018). Veľké množstvo dôkazov ukazuje, že šťava ako súčasť vyváženej stravy, prispieva k výraznému zníženiu rizika mnohých chorôb, ako sú rakovina, neurodegeneratívne choroby a kardiovaskulárne choroby (Bhardwaj et al., 2014).

Jedným z hlavných faktorov zmeny životného štýlu, je znížiť riziko kardiovaskulárnych ochorení prostredníctvom stravy, zahrnutím potravín s bioaktívnymi zložkami. V našej práci sme sa zamerali na zhodnotenie vplyvu pravidelnej konzumácie 100 % rakytníkovej šťavy na rizikové faktory kardiovaskulárnych ochorení u žien v produktívnom veku s hypercholesterolémiou.

MATERIÁL A METÓDY

Do štúdie bolo zaradených 19 žien s hypercholesterolémiou v produktívnom veku od 50 do 61 rokov, s priemerným vekom 54,05 ± 2,97 rokov, ktoré sa zúčastnili 8-týždňového intervenčného programu s cieľom vyhodnotiť vplyv konzumácie 100 % rakytníkovej šťavy na

rizikové faktory KVO. Štúdia bola vykonaná v súlade s Helsinskou deklaráciou a schválená etickou komisiou v Špecializovanej nemocnici sv. Svorada Zobor, n. o. Nitra, Slovenská republika (číslo protokolu 3/101921/2021). Dobrovoľníci konzumovali 50 ml 100 % rakytníkovej komerčnej šťavy podľa odporúčania výrobcu po dobu 8 týždňov ako súčasť bežnej stravy. Šťavu poskytla spoločnosť ZAMIO s. r. o., Trhovište, Slovensko. Zloženie šťavy (g/100 ml): tuky – 3,2; z toho nasýtené mastné kyseliny – 0,7; sacharidy – 5,1; z toho cukry – 4,7; bielkoviny – 1,0. Obsah vitamínu C – 385 mg/100 g a obsah celkových karotenoidov – 3,45 mg/100 g čerstvej šťavy. Účastníčky boli poučené, aby si počas štúdie zachovali svoje bežné stravovacie návyky, zdržali sa konzumácie doplnkov stravy a nemodifikovali svoju fyzickú aktivitu.

Antropometrické parametre – telesná hmotnosť (BW), index telesnej hmotnosti (BMI), hmotnosť telesného tuku (BFM), plocha viscerálneho tuku (VFA); lipidový profil v krvnom sére – celkový cholesterol (T-C), cholesterol s nízkou hustotou (LDL-C), cholesterol s vysokou hustotou (HDL-C), triglyceridy (TG); zápalové markery – C-reaktívny proteín (CRP) a kreatínkináza (CK) boli sledované pred začiatkom konzumácie rakytníka a po 8 týždňoch konzumácie.

Telesná výška bola meraná na ambulantnej elektronickej váhe Tanita WB-300 vo vzpriamenej polohe, bez obuvi. Na diagnostiku zloženia tela sme použili multifrekvenčnú bioelektrickú impedančnú analýzu (MFBIA) - InBody 720 (Biospace Co. Ltd., Soul, Kórea).

Venózna krv sa odoberala ráno po 8 hodinách nalačno štandardným spôsobom. Po oddelení krvného séra sa uskutočnili rutinné biochemické analýzy v akreditovanom laboratóriu Univerzitnej nemocnice automatickým biochemickým analyzátorom BioMajesty JCA-BM6010/C pomocou komerčných setov DiaSys (Diagnostic Systems GmbH, Holzheim, Nemecko) podľa pokynov výrobcu. Hladina LDL-C bola vypočítaná pomocou Friedewaldovej rovnice.

Na štatistickú analýzu bol použitý program Statistica Cz verzia 10 (TIBCO Software, Inc., Palo Alto, CA, USA) a MS Excel 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA). Všetky údaje boli vyjadrené ako priemer $\pm$ štandardná odchýlka (SD). Štatistické porovnanie medzi jednotlivými meraniami bolo uskutočnené pomocou párového t-testu, hodnota $p < 0,05$ bola považovaná za štatisticky významnú.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Sledovaný súbor tvorilo 19 žien v produktívnom veku od 50 do 61 rokov, s priemerným vekom $54,05 \pm 2,97$ rokov. Všetky ženy mali zvýšenú hladinu celkového cholesterolu, od $5,06$ - $8,34$ mmol.l⁻¹, priemerná hladina bola $6,49 \pm 1,07$ mmol.l⁻¹. Z jednotlivých získaných hodnôt sme vypočítali základné štatistické charakteristiky probandiek, ktorí sa zúčastnili 8 týždňovej konzumácie 100 % rakytníkovej šťavy (tab. 1).

Tab. 1 Charakteristika súboru (n=19)

Parameter	priemer $\pm$ SD	min.-max.
Vek (roky)	$54,05 \pm 2,97$	50-61
Výška (m)	$1,66 \pm 0,04$	1,57-1,76
Hmotnosť (kg)	$72,43 \pm 14,59$	49,2-100,8
Body mass index – BMI (kg.m ⁻²)	$26,13 \pm 5,27$	19,96-38,41

Diétne odporúčania na prevenciu chronických ochorení sa teraz posunuli smerom k strave s vysokým obsahom rastlinných potravín a nízkym obsahom živočíšnych potravín (Rodríguez-García et al., 2019; Guasch-Ferre et al., 2018) nielen kvôli nízkemu obsahu

nasýtených tukov a cholesterolu, ale aj kvôli značnému množstvu mikroživín a bioaktívnych zlúčenín (Turner-McGrievy et al., 2017; Eilat-Adar et al., 2010).

Výsledky antropometrických charakteristík a stavby tela po konzumácii rakytníkovej šťavy sú uvedené v tab. 2. Telesná hmotnosť a BMI žien sa v priebehu štúdie preukazne znížili ($p < 0,05$). Pozitívne hodnotíme aj vysoko preukazný pokles telesného a viscerálneho tuku po 8 týždňovej konzumácii rakytníkovej šťavy ($p < 0,001$). Z výsledkov Lehtonen et al. (2011) ktorí sledovali vplyv konzumácie rakytníkového oleja vyplýva, že suplementácia rakytníkovým olejom po dobu 33–35 dní mala pozitívny vplyv na výskyt metabolických ochorení u žien s nadhmotnosťou a obezitou. Larmo et al. (2013) tiež zaznamenali významný vplyv konzumácie plodov rakytníka na metabolické profily žien s nadhmotnosťou.

Tab. 2 Zmeny v telesnom zložení po konzumácii rakytníkovej šťavy

Parameter	1. meranie	2. meranie	p-hodnota
Hmotnosť (kg)	72,43 ± 14,59	71,95 ± 14,72	0,045
BMI (kg.m ⁻²)	26,13 ± 5,27	25,96 ± 5,32	0,040
BFM (%)	33,25 ± 8,42	32,17 ± 8,69	< 0,001
VFA (cm ²)	103,08 ± 39,90	99,46 ± 40,25	< 0,001

Vysvetlivky: BMI (body mass index) – index telesnej hmotnosti; BFM (body fat mass) – množstvo tuku v tele; VFA (visceral fat area)

Vplyv konzumácie 100 % rakytníkovej šťavy na lipidový profil je uvedený v tabuľke 3. Hoci v tejto intervenčnej štúdii nedošlo k významnému zníženiu T-C, na druhej strane došlo k významnému poklesu LDL-C ($p < 0,05$) a vysoko preukaznému nárastu HDL-C ($p < 0,001$). Hladina TG sa v priebehu štúdie nepreukazne znížila ($p > 0,05$). Eccleston et al. (2002) zistili, že šťava z rakytníka (testovaná koncentrácia flavonoidov bola okolo 1180 mg/l šťavy) mala ochranné vlastnosti proti hypertenzii a koronárnej chorobe srdca. Ďalšia štúdia zahŕňala 229 zdravých dobrovoľníkov, ktorí konzumovali 28 g plodov rakytníka (experimentálna skupina) alebo placebo (kontrolná skupina) na obdobie 3 mesiacov. Výsledky naznačili, že experimentálna skupina mala vyššie hladiny flavonolov (kvercetín a izohamnetín) cirkulujúce v krvi. Konzumácia plodov rakytníka však neovplyvnila celkový cholesterol, LDL-C, HDL-C a TG v sére (Larmo et al., 2009). Rizikový faktor predstavuje pomerné číslo, ktoré vyjadruje riziko vytvorenia kardiovaskulárnej príhody. Po 8 týždňovej konzumácii rakytníkovej šťavy sme zaznamenali preukazný pokles RF z $2,81 \pm 0,72$ na $2,63 \pm 0,72$ ($p = 0,0091$).

Tab. 3 Vplyv konzumácie rakytníkovej šťavy na lipidový profil a rizikový faktor

Parameter (mmol.l ⁻¹)	1. meranie	2. meranie	p-hodnota
T-C	6,49 ± 1,07	6,45 ± 1,06	0,6894
LDL-C	3,91 ± 1,32	3,38 ± 0,58	0,0257
HDL-C	1,70 ± 0,24	1,82 ± 0,27	< 0,001
TG	1,29 ± 0,70	1,27 ± 0,69	0,1857
RF	2,81 ± 0,72	2,63 ± 0,72	0,0091

Vysvetlivky: T-C (total cholesterol) – celkový cholesterol; LDL-C (low-density cholesterol) – cholesterol s nízkou hustotou; HDL-C (high-density cholesterol) – cholesterol s vysokou hustotou; TG (triglycerides) – triacylglyceroly; RF (risk factor) – rizikový faktor

Longitudinálne sledovania odhalili, že CRP je dokonca citlivejší ukazovateľ hroziaceho kardiovaskulárneho rizika ako ostatné zápalové ukazovatele (interleukín 6, serum amyloid A, solubilná intercelulárna adhezívna molekula typu 1-sICAM-1) či lipidové parametre (Koenig et al., 1999). Pretrvávajúce vysoké hodnoty CRP znamená vysoké riziko budúcej kardiovaskulárnej choroby, pretože je lineárny vzťah medzi kardiovaskulárnym rizikom a

koncentraciou CRP v celom rozsahu hodnôt (Ridker, 2007). Priemerná hladina CRP sa po konzumácii rakytníkovej šťavy preukazne znížila ($p < 0,05$). Znížená hladina CRP naznačuje, že výživová intervencia môže znížiť zápalové procesy v ľudskom tele, čo môže mať priaznivý vplyv na zníženie rizika KVO (Ridker et al., 2002). Sérové hladiny kreatínkinázy počas 8-týždňovej intervenčnej periódy sa v našej štúdii nepreukazne zvýšili, ale ako uvádza Vincent et al. (1997) sérové hladiny CK sa môžu prechodne zvýšiť po intenzívnom tréningu a následne sa môžu spájať s fyzickou aktivitou.

Tab. 4 Vplyv konzumácie rakytníkovej šťavy na CK a CRP

Parameter (mg.l ⁻¹)	1. meranie	2. meranie	p-hodnota
CK	1,68 ± 0,51	1,93 ± 0,87	0,1527
CRP	5,72 ± 2,39	4,75 ± 1,60	0,0038

Vysvetlivky: CK (creatine kinase) – kreatínkináza; CRP (C-reactive protein) – C-reaktívny proteín

ZÁVER

Cieľom tejto štúdie bolo zistiť, či 8 týždňová konzumácia 100 % rakytníkovej šťavy spôsobuje u žien s hypercholesterolémiou zmeny v lipidovom profile a ďalších rizikových faktoroch kardiovaskulárnych ochorení. Získané výsledky podporujú hypotézu, že denná konzumácia rakytníkovej šťavy by mohla prispieť k priaznivým účinkom na zníženie rizika KVO, ako je zníženie T-C, LDL-C, CRP a zvýšenie HDL-C. Na dôkladnejšie preskúmanie konzumácie rakytníkovej šťavy v prevencii a liečbe kardiovaskulárnych ochorení sú však potrebné dlhšie trvajúce štúdie s väčším počtom dobrovoľníkov.

PodĎakovanie: Táto práca bola podporená projektom VEGA 1/0159/21 Determinácia účinkov biologicky aktívnych látok drobného ovocia na zdravie konzumentov (50%) a APVV-18-0312 Modulačné účinky fytonutrientov vo vzťahu k zdraviu konzumenta (50%).

LITERATÚRA

1. ACHARJEE, S. – BODEN, W.E. – HARTIGAN, P.M. – TEO, K.K. – MARON, D.J. – SEDLIS, S.P. – KOSTUK, W. – SPERTUS, J.A. – DADA, M. – CHAITMAN, B.R. 2013. Low Levels of High-Density Lipoprotein Cholesterol and Increased Risk of Cardiovascular Events in Stable Ischemic Heart Disease Patients: A Post-Hoc Analysis from the COURAGE Trial (Clinical Outcomes Utilizing Revascularization and Aggressive Drug Evaluation). J. Am. Coll. Cardiol. 2013; 62(20):1826-33. doi: 10.1016/j.jacc.2013.07.051.
2. BEKKER, N.P. – GLUSHENKOWA, A.I. 2001. Components of certain species of Elaeagnaceae family. Chem. Nat. Compd. 37, 97–116.
3. CHENG, J. – KONDO, K. – SUZUKI, Y. – IKEDA, Y. – MENG, X. – UMEMURA, K. 2003. Inhibitory effects of total flavones of Hippophae Rhamnoides L on thrombosis in mouse femoral artery and in vitro platelet aggregation. Life Sci. 2003; 72(20):2263-71. doi: 10.1016/s0024-3205(03)00114-0.
4. BHARDWAJ, R.L. – NANDAL, U. – PAL, A. – JAIN, S. 2014. Bioactive compounds and medicinal properties of fruit juices. Fruits 2014; 69, 391-412.
5. BOEKHOLDT, S.M. – ARSENAULT, B.J. – MORA, S. – PEDERSEN, T.R. – LAROSA, J.C. – NESTEL, P.J. – SIMES, R.J. – DURRINGTON, P. – HITMAN, G.A. – WELCH, K.M.A. 2012. Association of LDL Cholesterol, Non-HDL Cholesterol, and Apolipoprotein B Levels with Risk of Cardiovascular Events among Patients Treated with Statins: A Meta-Analysis. JAMA 2012; 307, 1302–1309.
6. BRANDHORST, S. – LONGO, V.D. 2019. Dietary Restrictions and Nutrition in the Prevention and Treatment of Cardiovascular Disease. Circ. Res. 2019; 124, 952–965.

7. CIESAROVÁ, Z. – MURKOVIC, M. – CEJPEK, K. – KREPS, F. – TOBOLKOVÁ, B. – KOPLÍK, R. – BELAJOVÁ, E. – KUKUROVÁ, K. – DAŠKO, Ľ. – PANOVSÁ, Z. – REVENCO, D. – BURČOVÁ Z. 2020. Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) so exceptional? A review. *Food Res Int.* 2020;133:109170. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109170.
8. ECCLESTON, C. – BAORU, Y. – TAHVONEN, R. – KALLIO, H. – RIMBACH, GH. – MINIHANE AM. 2002. Effects of an antioxidant-rich juice (sea buckthorn) on risk factors for coronary heart disease in humans. *J Nutr Biochem.* 2002; 13(6):346-354. doi: 10.1016/s0955-2863(02)00179-1.
9. EILAT-ADAR, S. – GOLDBOURT, U. 2010. Nutritional Recommendations for Preventing Coronary Heart Disease in Women: Evidence Concerning Whole Foods and Supplements. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 2010, 20, 459–466.
10. FERENC, B.A. – GINSBERG, H.N. – GRAHAM, I. – RAY, K.K. – PACKARD, C.J. – BRUCKERT, E. – HEGELE, R.A. – KRAUSS, R.M. – RAAL, F.J. – SCHUNKERT, H. 2017. Low-Density Lipoproteins Cause Atherosclerotic Cardiovascular Disease. 1. Evidence from Genetic, Epidemiologic, and Clinical Studies. A Consensus Statement from the European Atherosclerosis Society Consensus Panel. *Eur. Heart J.* 2017; 38, 2459–2472.
11. GAO, X. – OHLANDER, M. – JEPPSSON, N. – BJORK, L. – TRAJKOVSKI, V. 2001. Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. *J. Agric. Food Chem.* 2001; 48, 1485-1490.
12. HU, F.B. – WILLETT, W.C. 2002. Optimal diets for prevention of coronary heart disease. *JAMA.* 2002, 288, 2569–2578. doi:10.1001/jama.288.20.2569.
13. CHANDRA, S. – ZAFAR, R. – DWIVEDI, P. – SHINDE, LP. – PRITA, B. 2018. Pharmacological and nutritional importance of sea buckthorn (*Hippophae*). *The Pharma Innovation Journal* 2018; 7(5): 258-263.
14. CHRISTAKI, E. 2012. *Hippophae rhamnoides* L (Sea buckthorn): a potential source of nutraceuticals. *Food Pub. Health* 2012; 2, 69-72.
15. JACOBSON, T.A. – MAKI, K.C. – ORRINGER, C.E. – JONES, P.H. – KRIS-ETHERTON, P. – SIKAND, G. – LA FORGE, R. – DANIELS, S.R. – WILSON, D.P. – MORRIS, P.B. 2015. National Lipid Association Recommendations for Patient-Centered Management of Dyslipidemia: Part 2. *J. Clin. Lipidol.* 2015;9(6 Suppl):S1-122.e1. doi: 10.1016/j.jacl.2015.09.002.
16. KANTER, MM. – KRIS-ETHERTON, PM. – FERNANDEZ, ML. – VICKERS, KC. – KATZ, DL. 2012. Exploring the factors that affect blood cholesterol and heart disease risk: Is dietary cholesterol as bad for you as history leads us to believe? *Adv. Nutr.* 2012; 3, 711–717.
17. KOENIG, W. – SUND, M. – FRÖHLICH, M. – FISCHER, HG. – LÖWEL, H. – DÖRING, A. – HUTCHINSON, WL. – PEPYS, MB. 1999. C-reactive protein, a sensitive marker of systemic inflammation, predicts future risk of coronary heart disease in initially healthy middle-aged men. Results from the MONICA-Augsburg cohort study. 1984–1992. *Circulation.* 1999; 99: 237–242.
18. LARMO, PS. – KANGAS, AJ. – SOININEN, P. – LEHTONEN, HM. – SUOMELA, JP. – YANG, B. 2013. Effects of sea buckthorn and bilberry on serum metabolites differ according to baseline metabolic profiles in overweight women: a randomized crossover trial. *Am. J. Clin. Nutr.* 2013; 98, 941-951.
19. LEHTONEN, HM. – SUOMELA, JP. –TAHVONEN, R. – YANG, B. – VENOJÄRVI, M. – VIIKARI, J. –KALLIO, H. 2011. Different berries and berry fractions have various but slightly positive effects on the associated variables of metabolic diseases on overweight and obese women. *Eur J Clin Nutr.* 2011; 65(3):394-401. doi: 10.1038/ejcn.2010.268.
20. LOO, BM. – ERLUND, I. – KOLI, R. – PUUKKA, P. – HELLSTRÖM, J. – WÄHÄLÄ, K. – MATTILA, P. – JULA A. Consumption of chokeberry (*Aronia mitschurinii*) products modestly lowered blood pressure and reduced low-grade inflammation in patients with mildly

- elevated blood pressure. Nutr Res. 2016; 36(11):1222-1230. doi: 10.1016/j.nutres.2016.09.005.
21. MAHMOUDI, M. 2018. The Pathogenesis of Atherosclerosis. Medicine 2018; 46, 505–508.
 22. MALINOWSKA, P. – OLAS, B. 2016. Sea buckthorn-valuable plant for health. KOSMOS 2016; 65, 2, 285–292.
 23. MAUGERI, A. – VINCIGUERRA, M. 2020. The Effects of Meal Timing and Frequency, Caloric Restriction, and Fasting on Cardiovascular Health: An Overview. J. Lipid Atheroscler. 2020; 9, 140–152.
 24. NAZIR, A. – WANI, S. – GANI, A. – MASOODI, F. A. – HAQ, E. – MIR, S. A. – RIYAZ, U. 2013. Nutritional, antioxidant and antiproliferative properties of persimmon (*Diospyros kaki*)-a minor fruit of J&K India. International Journal of Advanced Research 2013; 1, 545-554.
 25. RIDKER, PM. – BURING, JE. – COOK, NR. – RIFAI, N. 2003. C-reactive protein, the metabolic syndrome, and risk of incident cardiovascular events. Circulation 2003;107:391-397. doi:10.1161/01.CIR.0000055014.62083.05.
 26. RIDKER, PM. – HENNEKENS, CH. – BURING, JE. – RIFAI, N. 2002. C-reactive protein and other markers of inflammation in the prediction of cardiovascular disease in women. N Engl J Med 2002;342:836-843. doi:10.1056/NEJM200003233421202.
 27. RODRÍGUEZ-GARCÍA, C. – SÁNCHEZ-QUESADA, C. – TOLEDO, E. – DELGADO-RODRÍGUEZ, M. – GAFORIO, JJ. 2019. Naturally Lignan-Rich Foods: A Dietary Tool for Health Promotion? Molecules 2019; 24, 917.
 28. ROUSI, A. – AULIN, H. 1977. Ascorbic acid content in relation to ripeness in fruit of six *Hippophae rhamnoides* clones from Pyhärinta, SW Finland. Annales Agricol. Fennici, 16, 1977, s. 80–87.
 29. SIKORA, J. – BRONCEL, M. – MARKOWICZ, M. – CHAŁUBIŃSKI, M. – WOJDAN, K. – MIKICIUK-OLASIK, E. 2012. Short-term supplementation with Aronia melanocarpa extract improves platelet aggregation, clotting, and fibrinolysis in patients with metabolic syndrome. Eur J Nutr. 2012; 51(5):549-56. doi: 10.1007/s00394-011-0238-8.
 30. TURNER-MCGRIEVEY, G. – MANDES, T. – CRIMARCO, AA. 2017. plant-based diet for overweight and obesity prevention and treatment. J Geriatr Cardiol. 2017; 14(5):369-374. doi: 10.11909/j.issn.1671-5411.2017.05.002.
 31. VILAS-FRANQUESA, A. – SALDO, J. – JUAN, B. 2020. Potential of sea buckthorn-based ingredients for the food and feed industry – a review. Food Prod Process and Nutr 2020; 17. <https://doi.org/10.1186/s43014-020-00032-y>.
 32. YANG, B. – KALLIO, H. 2002. Supercritical Co-extracted sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) oils as new food ingredients for cardiovascular health. Proc. Health Ingred. 2002; 17(19):7.
 33. YAO, Y. – TIGERSTEDT, PMA. – JOY, P. 1992. Variation of vitamin C concentration and character correlation between and within natural sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) populations. Acta Agriculturae Scandinavica, 1992; 42, 12–17.
 - ZHAO, H. – ZHU, C. – GAO, C. – LI, H. – LIU, Z. – SUN, W. 1991. Geographic variation of fruit traits of the Chinese sea buckthorn and selection of provenances for fruit use. *Hippophae* 1991; 4, 15-18.
 34. VINCENT, H.K. - VINCENT, K.R. 1997. The effect of training status on the serum creatine kinase response, soreness and muscle function following resistance exercise. In Int. J. Sports Med. 1997; 18, (6), 431-437.

Kontaktná adresa:

Ing. Jana Kopčeková, PhD., Ústav výživy a genetiky FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jana.kopceкова@uniag.sk

DĚŽKOVÝ POLYMORFIZMUS HOMOLÓGOV VICILÍNU V GENÓME CÍCERA BARANIEHO LENGTH POLYMORPHISM OF VICILIN HOMOLOGS IN THE GENOME OF *CICER ARIETINUM*

Kováčik Adam¹, Klongová Lucia², Zeleňáková Lucia³, Žiarovská Jana¹

¹Ústav rastlinných a environmentálnych vied, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

²Oddelenie Agrobiológie, Výskumné centrum AgroBioTech, SPU v Nitre

³Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

Summary

Legumes, in addition to the number of nutritional properties, also contain a relatively wide range of anti-nutritional substances, where perhaps the most serious are allergens, which are classified as anti-nutritional proteins. Vicilin is a naturally occurring substance in food, but it also acts as an allergen that shows resistance to digestive enzymes in the human body and thus causes difficulties for people whose bodies cannot process this substance. The aim of this study was to analyze the length polymorphism of vicilin homologues of selected chickpea varieties. Visualization of PCR products in the analyzed chickpea varieties identified 3 amplified fragments with lengths of 172 bp, 344 bp and 916 bp, whose distribution corresponds to the three main clusters of the analyzed varieties in the dendrogram. Homologous distributions of the generated profiles were in all cases, except for the Sefiros variety.

Key words: chickpea, vicilin based polymorphism, variability

ÚVOD

Strukoviny predstavujú 27 % celosvetovej primárnej produkcie plodín (Smýkal et al., 2015). Okrem množstva nutričných vlastností, ktoré strukoviny bez pochyby majú, obsahujú aj pomerne širokú škálu antinutričných látok, kde azda najzávažnejšie sú alergény, ktoré sa zaraďujú do antinutričných proteínov (Sicherer a Sampson, 2010).

Strukoviny môžu vyvolať aj nebezpečné alergické reakcie. Podzemnica olejná a sójové bôby sú dve z ôsmich potravín, ktoré sú príčinou najvýznamnejších potravinových alergií v Európe a v USA (Nwaru et al., 2014). Okrem toho sa v Európe čoraz častejšie využívajú aj iné strukoviny ako bôb, ktorý je častou prísadou v pšeničnej múke (Villarino et al., 2016). Schopnosť alergénov vlčieho bôbu vyvolávať alergické reakcie bola zdokumentovaná od začiatku 90. rokov 20. storočia. Spočiatku bola uvádzaná ako výsledok krížovej reakcie s alergénmi podzemnice olejnej, avšak neskôr bola opísaná aj ako primárna senzitivácia (Jappe a Vieths, 2010). Alergia na iné druhy strukovín ako je šošovica, zelená fazuľka, hrach a cícer môžu byť dôležité aj v stredomorských krajinách, kde sú tieto potraviny zdrojom vlákniny a cenných bielkovín (Verma et al., 2013).

Podzemnica olejná s jej sedemnástimi alergénmi registrovanými podvýborom pre nomenklatúru alergénov Svetovej Zdravotníckej Organizácie (WHO) / Medzinárodnej Únie Imunologických Spoločností (IUIS) je najlepšie charakterizovanou strukovinou pokiaľ ide o jej obsah alergénov. V prípade sóje je počet charakterizovaných alergénov pomerne obmedzený, oficiálne registrovaných je osem alergénov (<http://bioinfo.unipune.ac.in>). Zvyšuje sa aj záujem o charakterizáciu alergénov z iných druhov strukovín, ako je bôb, šošovica, cícer, hrach alebo fazuľa, ktoré boli opísané ako alergické elicitory hlavne v

stredomorských krajinách a Indii, kde tvoria veľkú zložku ľudskej stravy, najmä ako cenný zdroj bielkovín.

Vicilíny zaraďujeme medzi globulíny 7/8S čo je nadrodina cupínov. Globulíny sú klasifikované aj ako dominantné alergény. Nadrodina cupínov zahŕňa zásobne proteíny semien. Vicilíny sa najčastejšie vyskytujú v orechoch, strukovinách a semenách, kde majú rôzne podoby. Alfa- podjednotka, Gly m Bd 60K, je jednou z hlavných alergénnych proteínov v sóji (Kleber-Janke et al., 2001). Vo varenej šošovici bol identifikovaný alergén s molekulovou hmotnosťou 12 – 16 kd nazývaný Len c 1 zodpovedajúci gama podjednotke vicilínu (Beyer et al., 2001), avšak najznámejším vicilínom je Ara h 1 lokalizovaný v podzemniciach, ktorý spôsobuje väčšinu prípadov smrteľnej anafylaxie vyvolanej rastlinnou potravou. (Taylor et al., 2002) Monoméry alergénu Ara h 1 sú usporiadané do vysoko stabilného trimerického komplexu, ktorý zabezpečuje molekule čiastočnú ochranu pred trávením, denaturáciou proteázami a umožňuje prechod cez tenké črevo (Peeters et al., 2009). Viac ako 50 % jedincov s reakciou na orechy má alergickú reakciu aj na sóju. Tiež sa vyskytuje v strukovinách ako napríklad hrach, ktorého globulínovú frakciu tvorí vicilín a legumín, je stabilný voči teplu a proteázam, senzibilizácia na tieto proteíny je považovaná za dôležitý znak vzácných systémových reakcií a skrížená reaktivita sa často vyskytuje u nepříbuzných druhov orechov a semien, a pravdepodobne sa vyskytuje vekom (Hieta et al., 2009). Vicilín, hlavný globulínový proteín hrachu, bol opísaný O'Kane et al. (2004) ako extrémne heterogénny z hľadiska jeho polypeptidového zloženia.

Vicilín je prirodzene sa vyskytujúca látka v potravinách, lenže zároveň pôsobí aj ako alergén, ktorý vykazuje odolnosť voči tráviacim enzýmom v ľudskom organizme a tak spôsobuje ťažkosti ľuďom, ktorých organizmus nedokáže túto látku spracovať (Carlsson et al., 1977).

Vicilín je možné rozdeliť na rôzne molekulárne druhy, pretože dokáže vytvárať kombinácie spolu s podjednotkami odlišného typu a tak vytvárať molekuly s rôznymi vlastnosťami. Vicilín je taktiež glykozylovaný, čo predstavuje ďalšie molekulové rozdiely (San Ireneo et al., 2008).

Cieľom tejto štúdie bola analýza dĺžkového polymorfizmu homológov génu pre vicilín vo vybraných odrodách cícera baranieho.

MATERIÁL A METÓDY

Analyzované odrody cícera baranieho boli získané z génovej banky Slovenskej republiky so sídlom v Piešťanoch. Biologický materiál na analýzy bol dopestovaný ako zelená hmota v podmienkach *in vitro* v rastových komorách v Laboratóriu explantátových kultúr vo výskumnom centre AgroBioTech SPU v Nitre. Celkovo bolo analyzovaných 24 odrôd.

Na izoláciu DNA bola použitá metodika extrakcie celkovej genomickej DNA pomocou izolačnej súpravy GeneJETTM Plant Genomic DNA Purification Mini Kit (Thermo Scientific), s nasledovnou modifikáciou úvodného lyzačného kroku:

1. Rozdrviť 100 mg zelenej hmoty tekutým dusíkom (morským pieskom).
2. Pridať 400 µl 2X CTAB a 20 µl RNase.
3. Premiešavať 1 minútu.
4. Inkubácia vzoriek v termomixéri po dobu 55 minút pri teplote 65 °C.
5. Pridať 130 µl chloroform/izoamyl alkohol (24:1) a inkubovať 5 minút na suchom ľade.
6. Odstrediť 5 minút na 14 000 rpm (20 000 x g) pri izbovej teplote (20 °C).
7. Supernatant (450 – 550 µl) preniesť do novej 1,5 mL skúmavky.

8. K supernatantu pridať 400 µl 96% etanolu a 400 µl Plant gDNA Binding Solution a premiešať.

Kvalita a kvantita izolovanej DNA bola stanovená spektrofotometricky, pomocou NanoPhotometerTM (IMPLEN). Na amplifikáciu homológov alergénu vicilínu v analyzovaných odrodách boli použité špecifické oligonukleotidové primery, ktoré boli navrhnuté podľa vicilínu hrachu (Klongová et al., 2021).

Zloženie reakčnej zmesi, teplotný a časový režim PCR reakcie je uvedený v tabuľkách 1 a 2.

Tab. 1 Zloženie PCR reakčnej zmesi

Komponent	µl
DreamTaq DNA master mix (2x)	5
Priamy primér (100 mMol × dm ⁻³)	0,4
Spätný primér (100 mMol × dm ⁻³)	0,4
Sterilná voda	2,2
DNA (20 ng/ µl)	2

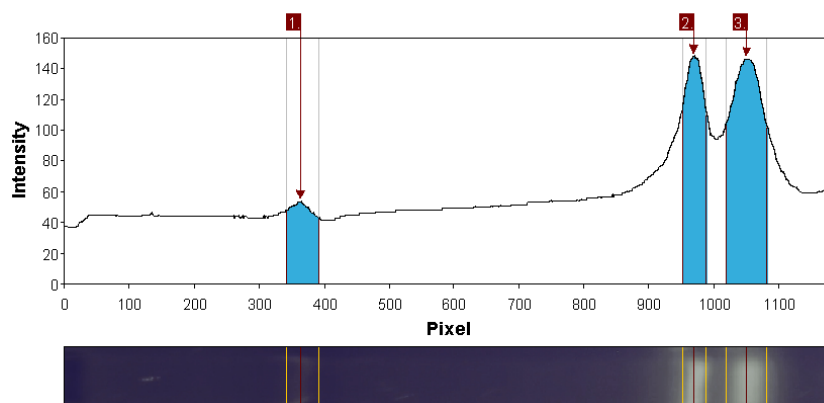
Tab. 2 Teplotný a časový režim PCR reakcie

Kroky	Cyklus	Teplota	Čas	Počet cyklov
1.	Úvod	95 °C	5 min	-
2.	Denaturácia	95 °C	45 s	40
3.	Annealing	55 °C	45 s	
4.	Polymerizácia	72 °C	35 s	
5.	Elongácia	72 °C	10 min	-

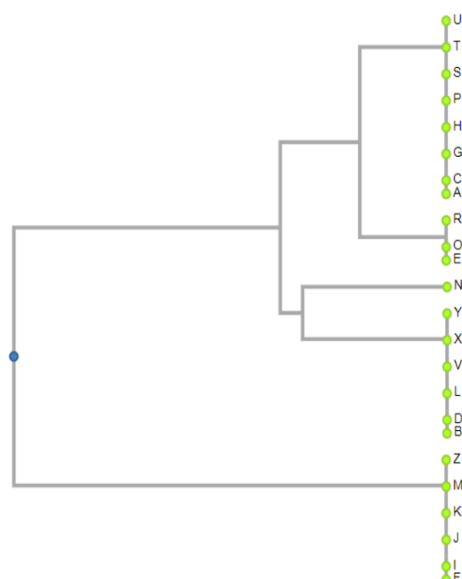
Separácia získaných amplikónov bola uskutočnená elektroforeoticky v 1,5 %-tnom agarózovom géle. Produkty boli farbené interkalačným farbivom GelRed (Biotium). Amplikóny boli analyzované pomocou programu GelAnalyzer a výsledky boli spracované do binárnej matice. Výsledné binárne matice boli vizualizované pomocou voľne dostupného programu dendroUPGMA, ktorý jednotlivé odrody v medziodrodovej variabilite zoskupil v dendrograme do klastrov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vizualizácia PCR produktov v analyzovaných odrodách cíceru identifikovala 3 amplifikované fragmenty s dĺžkami 172 bp, 344 bp a 916 bp (obrázok 1), ktorých rozloženie zodpovedá trom hlavným zhlukom týchto odrôd v dendrograme (obrázok 2). Homologické rozloženia generovaných VBAP profilov boli vo všetkých prípadoch, okrem odrody Sefiros.



Obr. 1 Analýza generovaných amplikónov alergénu vicilínu v prostredí softvéru GelAnalyzer 1.01.



Obr. 2 Vizualizácia polymorfizmu a príslušnosti k rovnakým profilom amplifikácie homológov alergénu vicilínu v analyzovaných odrodách cíceru

V dendrograme je možné vidieť rozdelenie odrôd cíceru do celkovo piatich zhlukov. Najväčšiu homológnu skupinu odrôd tvorí skupina označená pod písmenami U, T, S, P, H, G, C, A, ktoré reprezentujú odrody: A – ILC 482, C – Alfa, G – Evros, H – Zahor, P – Sultano, S – Plovdiv 019, T – Lyons 512300, U – Yialousa. Najmenšou homológnu skupinou sú odrody: E – Castuo, O – Calia, R – Obraztsov chiflik 1. Odroda, ktorá ako jediná nemala homológnu odrodu je odroda N – Sefiros. Ďalej boli vizualizované 2 rovnako veľké homológne skupiny a to skupina tvorená odrodami: B – Kalika, D – 215055, L – Alcazaba, V – Rabat, X – Sovhonzni 14, Y – Gipsaphyla belaia a skupina: F – Ciflik, I – Farihame, J – Douyet, K – Wad hamid, M – Kompolti bordo, Z – Bekescabai 1, v ktorej sme vicilín nedetegovali.

V prípade strukovín existuje v oblasti poznatkov o jednotlivých alergénoch rozdielna situácia. V mnohých prípadoch dokonca aj klinicky najvýznamnejšie alergénne molekuly nie sú charakterizované na oboch úrovniach, proteomickej aj genómovej. Pri strukovinách je

najviac informácií dostupných pre modelové druhy a klinicky najviac relevantné – podzemnicu olejnú a sóju fazuľovú. Alergia na cícer je klinicky špecifická a pomerne vzácna, pričom najčastejšie je asociovaná s alergiou na šošovicu (Jukanti et al., 2012). Alergénom cícera je práve vicilín Cic a VCL, ktorý skrížene reaguje s alergénmi hrachu a šošovice (Bar El Dadon et al., 2013).

Proteíny homologické k hlavným alergénom sú v rastlinách vysoko abundantné a sekvenčná podobnosť ich génov poskytuje dostatočný základ pre funkčnosť DNA markérov. Na základe sekvencií vicilínov bola vyvinutá markérovacia technika dĺžkového polymorfizmu homológov vicilínu (Vicilin Based Amplicon Polymorphism; VBAP), ktorej aplikácia bola preukázaná pre rôzne druhy strukovín (Klongová et al., 2021).

ZÁVER

Genomický prístup k analýzam variability jednotlivých alergénov rastlín umožňuje určiť medzidruhovú aj medziodrodovú variabilitu na úrovni genómu. V štúdiu bola aplikovaná metóda dĺžkového polymorfizmu homológov vicilínu (Vicilin Based Amplicon Polymorphism; VBAP), pomocou ktorej bolo v analyzovaných odrodách cícera baranieho identifikovaných päť skupín generovaných profilov. V budúcnosti bude možné po preverení korelácií genetických markérov s potenciálnou alergénnosťou jednotlivých rastlín cielene začleniť do šľachtiteľských a pestovateľských programov ako aj do špecifickej ponuky na trhu pre ľudí trpiacich potravinovými alergiami.

PodĎakovanie: Táto publikácia vznikla vďaka podpore KEGA 020SPU-4/2021 Inovácia metodologického zázemia a obsahu profilových potravinársko-gastronomických predmetov so zameraním na zvýšenie konkurencieschopnosti absolventov.

LITERATÚRA

1. BAR-EL DADON, S. et al. 2013. Vicilin and the basic subunit of legumin are putative chickpea allergens. Food Chemistry. 2013;138(1):13–8. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.10.031
2. BEYER, K. et al. 2001. Effects of cooking methods on peanut allergenicity. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 2001;107.6: 1077-1081.
3. CARLSSON, L., et al. 1977. Actin polymerizability is influenced by profilin, a low molecular weight protein in non-muscle cells. Journal of molecular biology, 1977;115.3: 465-483.
4. HIETA, Niina, et al. Lupin allergy and lupin sensitization among patients with suspected food allergy. Annals of Allergy, Asthma & Immunology, 2009, 103.3: 233-237.
5. JAPPE, U. – VIETHS, S. 2010. Lupine, a source of new as well as hidden food allergens. Molecular nutrition & food research, 2010; 54.1: 113-126.
6. JUKANTI, A.K. et al. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. British Journal of Nutrition. 2012;108(Suppl 1):S11–26. doi: <https://doi.org/10.1017/S0007114512000797>.
7. KLEBER-JANKE, T. et al. 2001. Patient-tailored cloning of allergens by phage display: peanut (*Arachis hypogaea*) profilin, a food allergen derived from a rare mRNA. Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications, 2001;756.1-2: 295-305.
8. KLONGOVA, Lucia, et al. Utilization of specific primers in legume allergens based polymorphism screening. Science, Technology and Innovation. Tarnow: Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Tarnowie, 2021, 13(2).

9. NWARU, B.I. et al. 2014. Prevalence of common food allergies in Europe: a systematic review and meta-analysis. *Allergy*, 2014;69.8: 992-1007.
10. O'KANE, F.E. et al. 2004. Characterization of pea vicilin. 1. Denoting convicilin as the α -subunit of the Pisum vicilin family. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004;52.10: 3141-3148.
11. PEETERS, K. et al. 2009. Clinical relevance of sensitization to lupine in peanut-sensitized adults. *Allergy*, 2009;64.4: 549-555.
12. SAN IRENEO, M.M. et al. 2008. In vitro and in vivo cross-reactivity studies of legume allergy in a Mediterranean population. *International archives of allergy and immunology*, 2008;147.3: 222-230.
13. SICHERER, S.H. – SAMPSON, H. 2010. A. Food allergy. *Journal of allergy and clinical immunology*, 2010;125.2: S116-S125.
14. SMÝKAL, P. et al. 2015. Legume crops phylogeny and genetic diversity for science and breeding. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2015;34.1-3: 43-104.
15. TAYLOR, S.L. et al. 2002. Factors affecting the determination of threshold doses for allergenic foods: how much is too much?. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 2002;109.1: 24-30.
16. VERMA, A.K. et al. 2013. A comprehensive review of legume allergy. *Clinical reviews in allergy & immunology*, 2013;45.1: 30-46.
17. VILLARINO, C. B. J., et al. Nutritional, health, and technological functionality of lupin flour addition to bread and other baked products: Benefits and challenges. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2016;56.5: 835-857.

Kontaktná adresa:

Jana Žiarovská, prof. Ing. PaedDr. PhD., Ústav rastlinných a environmentálnych vied FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jana.ziarovska@uniag.sk

OSTRUŽINA ČERNICOVÁ (*RUBUS FRUTICOSUS* L.) AKO BOHATÝ ZDROJ ANTIOXIDANTOV BLACKBERRY (*RUBUS FRUTICOSUS* L.) AS A RICH SOURCE OF ANTIOXIDANTS

Krivosudská Eleonóra, Rigel'ská Veronika

Ústav rastlinných a environmentálnych vied, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
SPU v Nitre

Summary

The objective of this study was to determine the antocyanins and antioxidant activity in selected varieties of blackberry (*Rubus fruticosus* L.). The highest value of total anthocyanins was in the sample from domestic production from Veľká Lomnica (2792 – 2813 mg.kg⁻¹). Antioxidant activities were determined by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). The highest antioxidant activity was in the forest sample from Starý Smokovec (89,0 – 89,6 % inhibition DPPH).

Key words: blackberry, antioxidant activity, anthocyanins, human nutrition

ÚVOD

Oxidačný stres je také narušenie rovnováhy dvojice systémov oxidant – antioxidant v prospech prooxidanta, ktoré spôsobuje poškodenie (Sies, 1991).

Pred účinkom voľných radikálov existuje ochrana, ktorou sú antioxidanty. Sú to všetky systémy a látky, ktoré inhibujú tvorbu voľných radikálov alebo ak sa už vytvorili, znižujú ich účinok (Rovňáková a kol., 2001).

Na nerovnováhu voľných radikálov sú potrebné antioxidanty, respektíve antioxidačný ochranný systém organizmu. Organizmus môže zabrániť zvýšenej tvorbe voľných radikálov, môže ich nielen zachytávať, ale aj odstraňovať. Organizmus má schopnosť opravovať poškodené časti DNA, ktoré boli voľnými radikálmi poškodené. Aby sme zabránili nadmernej tvorbe voľných radikálov a systém fungoval čo najdokonalejšie, je potrebné dbať na dostatočný príjem protektívnych faktorov. Najväčšiu časť tvorí najmä strava a z menšej časti suplementy (Dittrich a Leitzmann, 2007; Kunová, 2011).

Na vychytávanie voľných radikálov majú ideálnu chemickú štruktúru polyfenoly. Stovky týchto látok sú súčasťou rastlinnej stravy. Bohatými a prirodzenými zdrojmi na rastlinné polyfenoly sú zelenina, ovocie, víno, obilniny, čokoláda, čaj, liečivé rastliny (Edwards et al., 2017; Kang, 2019).

Ku skupine polyfenolových zlúčenín patria aj antokyaníny, ktoré kvetom, zelenine a ovociu dodávajú rôzne odtiene ružovej, červenej, purpurovej a modrej (Košťálová et al., 2012; Alappat et al., 2020).

Bobuľové ovocie, ako sú maliny (*Rubus idaeus* L.), čučoriedky (*Vaccinium myrtillus* L.), černice (*Rubus fruticosus* L.), červené ríbezle (*Ribes rubrum*) a brusnice (*Vaccinium vitis-idaea* L.), predstavujú v Európe dôležitý zdroj čerstvých produktov z hľadiska objemu výroby a ekonomickej hodnoty. Plody sa často konzumujú po minimálnom spracovaní a produkcia pozostáva z rôznych prístupov a techník pestovania (Macori et al., 2018).

V roku 1992 boli práve plody ostružiny černicovej odporúčané ako ovocie tretej generácie Organizáciou OSN pre výživu a poľnohospodárstvo (FAO) kvôli jeho vlastnostiam „vysoká výživa, vysoká odolnosť, žiadne znečistenie a čistá príroda“ (Wu et al., 2022).

Bobule predstavujú nenahraditeľnú zložku zdravej výživy, poskytujú široké spektrum látok, ako je vláknina, minerály, vitamíny, ďalšie esenciálne živiny a fytochemikálie, najmä

polyfenoly. Černice ako aj maliny obsahujú veľké množstvo zložiek, ako je fruktóza, glukóza, bielkoviny, minerálne látky (K, Ca, Mg, Fe, Zn a Mn), kyselina askorbová, karotenoidy, a fenolové látky (najmä antokyaníny, ďalšie flavonoidy a fenolové kyseliny), ktoré sa líšia podľa druhu (Schulz a Chim, 2019).

Ostružina černicová je nízkoenergetické ovocie, zložené predovšetkým z prírodných sacharidov a vlákniny. Černice sú pozoruhodné svojou vysokou nutričnou hodnotou. Obsahujú množstvo vitamínu C, A, E, vlákniny, kyseliny listovej, fenolových kyselín, vitamíny skupiny B, z minerálov je to hlavne železo, vápnik, horčík, fosfor, draslík, zinok a mangán. Sú plné antioxidantov, ktoré chránia bunky pred pôsobením voľných radikálov, čím spomaľujú starnutie. Antioxidanty sa preukázali aj ako účinní bojovníci s rakovinou (Probst, 2015).

V podstate bežne tieto lesné plody dozrievajú v júli, auguste a septembri. V severských krajinách, v porovnaní s nižšími zemepisnými šírkami, je vegetačné obdobie krátke, denné dĺžky sú oveľa dlhšie a teplota je v lete nižšia, čo výrazne ovplyvňuje fytochemické zloženie a obsah plodov (Nestby et al., 2019).

Počas dozrievania majú tendenciu zvyšovať antokyanínové pigmenty, antioxidačnú kapacitu, celkové rozpustné pevné látky a cukry. Naopak, titrovateľná kyslosť a pH majú tendenciu klesať, zatiaľ čo neantokyanínové fenoly a minerály údajne nevykazujú špecifický trend. Tieto zmeny počas dozrievania sú spôsobené sériou kombinovaných biochemických a fyziologických procesov (Schultz a Chim, 2019).

MATERIÁL A METÓDY

V rámci experimentálnych meraní bol sledovaný obsah antokyanínov a antioxidačnej aktivity vybraných vzoriek ostružiny černicovej. Pre porovnanie boli vybrané a voľne zozbierané plody ostružiny černicovej v lesnom poraste a taktiež dopestované z domácej produkcie v rôznych oblastiach Slovenska. Po zbere boli vzorky uskladnené v plastových nádobách v mraziacom boxe pri teplote -18°C až do vykonania analýz. Domáce vzorky pochádzali z lokality Veľká Lomnica a Nitra a lesné vzorky z lokality Starý Smokovec a Hincovce.

Pre samotným stanovením antokyanínov bolo potrebné vzorky ostružiny rozmraziť a navážiť z každej vzorky 25 g. Rozdrvenú hmotu sme zaliali 70 % etanolom (50 ml) a ponechali 18 hodín na trepačke v laboratóriu. Po uplynutí doby extrakcie sa extrakt prefiltraval cez filtračný papier. Extrakt bol zriedený Folin-Ciocalteulovým skúmadlom, vodným roztokom Na_2CO_3 a destilovanou vodou.

Na samotné stanovenie obsahu antokyanínov bola následne použitá spektrofotometrická metóda podľa Lapornika (2005). Stanovenie antokyanínov sa realizovalo v troch opakovaniach.

Stanovenie antioxidačnej aktivity sa realizovalo metódou DPPH podľa Brand-Williams et al. (1995) spektrofotometricky v štyroch opakovaniach.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

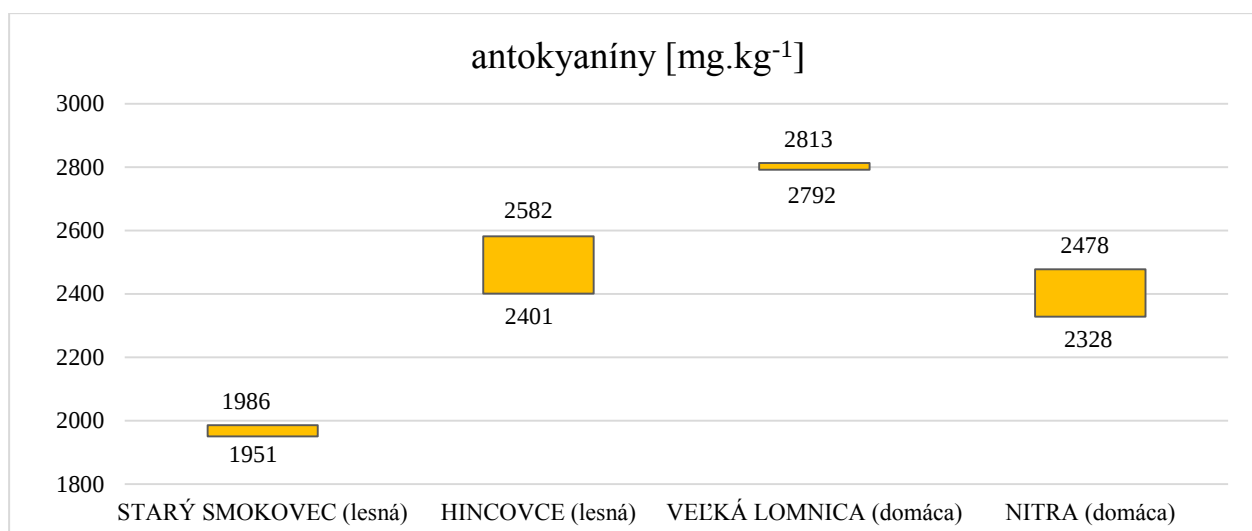
V posledných rokoch sa uskutočnilo veľké množstvo štúdií, ktoré skúmali terapeutické účinky bobuľového ovocia pri prevencii mnohých chorôb. Klinickými štúdiami sa potvrdilo, že biologická dostupnosť obsahových látok v prirodzenej forme z bobuľového ovocia je oveľa vyššia ako z výživových doplnkov. Biologicky aktívne látky v bobuľovom ovocí okrem antioxidačnej aktivity a provitamínového účinku môžu mať aj ďalšie pozoruhodné účinky na človeka (Košťálová et al., 2012).

Ostružinu černicovú (*Rubus fruticosus* L.) poznali ľudia už v dávnych časoch. O plodoch a listoch sa písalo v Hippokratových spisoch. Využívali sa pri krvácajúcich a zapálených ranách. V súčasnosti má ostružina černicová využitie pri liečbe akútnych a chronických žalúdočných ochorení. Ľudia, ktorí konzumujú bobuľové ovocie v čerstvom stave, majú nižšie riziko vzniku kardiovaskulárnych a iných chorôb ako ľudia, ktorí prijímajú sekundárne metabolity vo forme liečiv (Subash et al., 2014).

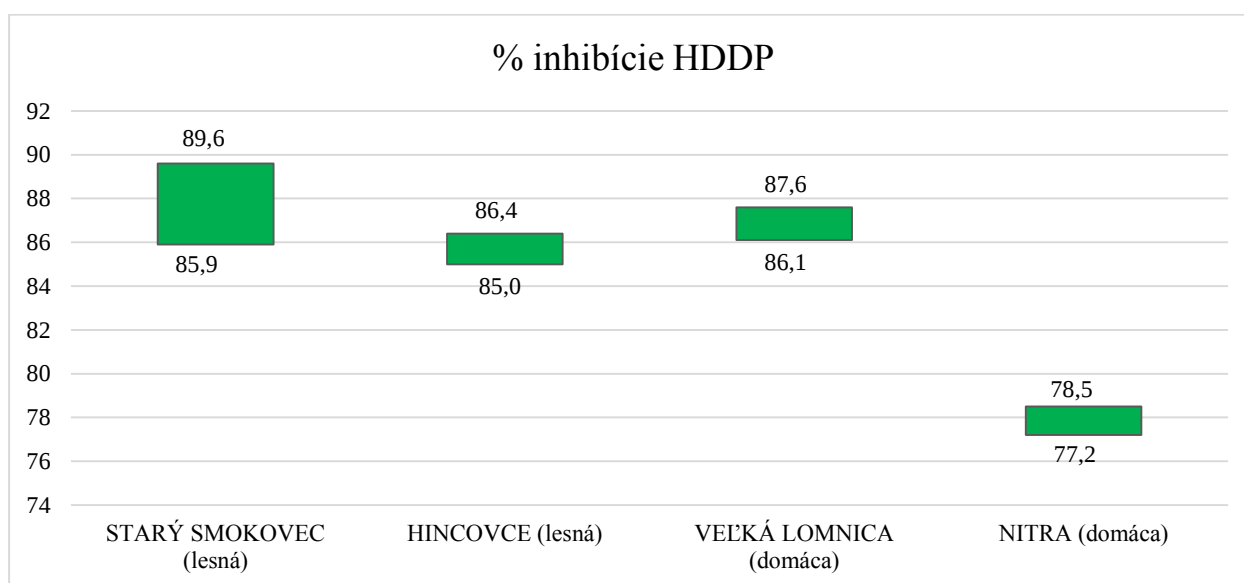
Antokyanín je podskupina veľkých sekundárnych rastlinných metabolitov nazývaných flavonoidy, vyskytujúcich sa v kvetoch, zelenine a ovocí dodávajú rôzne odtiene ružovej, červenej, purpurovej a modrej. Antokyaníny sú vlastne polyfenoly, ktoré majú priaznivý účinok nielen na rastliny ale aj na ľudský organizmus (Alappat et al., 2020). Nami sledovaný obsah antokyanínov (Obr. 1) sa celkovo pohyboval v rozpätí hodnôt 1951 – 2813 mg.kg⁻¹. Najvyšší obsah antokyanínov bol stanovený v plodoch ostružiny černicovej z lokality Veľká Lomnica (2792 – 2813 mg.kg⁻¹) z domácich vzoriek. Naopak výrazne nižší podiel antokyanínov bol zistený v lesnej vzorke zo Starého Smokovca (1951 – 1986 mg.kg⁻¹). Porovnávaním vzoriek, pochádzajúcich z domácich zdrojov a lesných plodov jednoznačne bol zistený vyšší obsah antokyanínov z domácej produkcie. Na rozdiely v obsahu celkových antokyanínov v plodoch bobuľového ovocia vplyva niekoľko vonkajších, ale aj vnútorných faktorov ako napríklad ich genetická variabilita, klimatické faktory (teplota, vlhkosť, intenzita svetla), environmentálne faktory a podobne (Cheng et al., 2020).

Primárne zdroje prirodzene sa vyskytujúcich antioxidantov sú všetky obilniny, ovocie a zelenina (Prakash et al., 2001). V poslednej dobe sa zvyšuje záujem o prírodné antioxidanty vrátane polysacharidov, polyfenolových látok, vitamínu E a C a karotenoidov, ktoré sú považované za významné látky v prevencii proti oxidačnému stresu. Z chemického hľadiska sa za antioxidant považuje látka, ktorá zabraňuje autooxidácii. Autooxidácia je spôsobená prevažne radikálovou reťazovou reakciou medzi kyslíkom a substrátom. Antioxidanty sú zbierače radikálov, ktoré rušia radikálovú reťazovú reakciu.

Kalt et al. (1999) popisujú, že antioxidačná aktivita je v pozitívnej korelácii s obsahom antokyanínov i polyfenolov, môže ju ovplyvňovať aj skladovanie, prítomnosť iných výživných látok a vzájomné interakcie medzi nimi. Pri porovnaní výsledkov antioxidačnej aktivity (Obr. 2) vo vzorkách ostružiny vyplýva, že najvyššiu antioxidačnú aktivitu sme zistili v lesnej vzorke z lokality Starý Smokovec (89,0 – 89,6 % inhibícia DPPH). V prípade plodov černíc z domácej produkcie v lokalite Nitry bol zistený nižší stupeň antioxidačnej aktivity (77,2% – 78,5 % DPPH). Ostatné vzorky ostružiny černicovej dosiahli hodnotu antioxidačnej aktivity nad 80% inhibície DPPH. Marquez-Lopez et al. (2020) v práci uvádzajú pre ostružinu černicovú percento inhibície DPPH v rozpätí hodnôt 76 – 86 %, čo koreluje aj s našimi výsledkami. Na obsah celkových polyfenolov a antokyanínov a antioxidačnej aktivity v ostružine černicovej má vplyv množstvo faktorov od genetických, klimatických, ako aj podmienok pestovania, stupňa zrelosti až po spracovanie a skladovanie. Obsah celkových antokyanínov koreluje s celkovým obsahom polyfenolových látok ako aj s obsahom sacharidov a organických kyselín a so stupňom zrelosti plodov černíc (ako aj genetickými, klimatickými faktormi a podmienkami pestovania a technikami pozberovej manipulácie (Souza et. al., 2014; Samaniego et al., 2020; Yan et al., 2021).



Obr. 1 Obsah antokyanínov vo vybraných vzorkách ostružiny černicovej



Obr. 2 Antioxidačná aktivita vo vybraných vzorkách ostružiny černicovej

ZÁVER

Cieľom tejto štúdie bolo poukázať na význam bobuľového ovocia, konkrétne ostružiny černicovej. Čerstvé plody ostružiny černicovej sú pozoruhodné pre svoju vysokú nutričnú hodnotu. Počas experimentu sme sa zamerali na stanovenie obsahu antokyanínov a antioxidačnej aktivity v plodoch ostružiny černicovej, pochádzajúcej z konkrétnych lokalít Slovenska. Je dôležité pre ľudí uprednostniť konzumáciu bobuľového ovocia v čerstvom stave so zreteľom na nižšie riziko vzniku kardiovaskulárnych, prípadne iných chorôb v porovnaní s konzumáciou liečiv.

Na druhej strane je dôležité sa zamyslieť aj nad ich dostupnosťou, keďže sme nútení stále dovážať bobuľové ovocie zo zahraničia. Pokiaľ sa pestovanie ostružín nerozšíri na väčších plochách, bude produkcia u nás klesať.

Pod'akovanie: Práca bola podporená projektom Vedeckej grantovej agentúry pri MŠVVŠ SR číslo VEGA 1/0683/20 a vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dlhodobý strategický výskum prevencie, intervencie a mechanizmov obezity a jej komorbidít (ITMS: 313011V344) spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

1. ALAPPAT, B. – ALAPPAT, J. 2020. Anthocyanin Pigments: Beyond Aesthetics. *Molecules* [online], vol. 25, no. 23, a.n. 5500. <https://doi.org/10.3390/molecules25235500>
2. BRAND-WILLIAMS, W. – CUVELIER, ME – BERSSET, C. 1995. Use of the free-radical method to evaluate antioxidant activity. *Food science and technology-lebensmittel-wissenschaft & technologie*, vol. 28, no. 1, pp. 25-30.
3. DITTRICH, K. – LEITZMANN, C. 2007. *Bioaktívni látky proti rakovine a infarktu*. Olomouc: Fontána, 2007. 101 s. ISBN 9788086179513.
4. EDWARDS, C. A. et al. 2017. Polyphenols and health: Interactions between fibre, plant polyphenols and the gut microbiota. In *Nutrition bulletin* [online], vol. 42, no. 4, pp. 356-360, <https://doi.org/10.1111/nbu.12296>
5. CHENG, Z. – LIN, J. – GAO, N. – SUN, X. – MENG, X. – LIU, R. – WANG, Y. 2020. Blueberry malvidin-3-galactoside modulated gut microbial dysbiosis and microbial TCA cycle KEGG pathway disrupted in a liver cancer model induced by HepG2 cells. *Food Science and Human Wellness*, vol. 9, no. 3, pp. 245-255 <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2020.04.006>.
6. KALT, W. – FORNEY, C. F. – MARTIN, A. – PRIOR, R. L. 1999. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocanins after fresh storage and small fruits. *Agric. Food Chem.* 47(11):4638-44. Dostupné na: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf990266t>
7. KANG, H. 2019. MicroRNA-Mediated Health-Promoting Effects of Phytochemicals. In *International journal of molecular sciences* [online], vol. 20, no. 10, a.n. 2535, doi.org/10.3390/ijms20102535
8. KOŠTÁLOVÁ, D. – FIALOVÁ, S. – RAČKOVÁ, L. 2012. *Fytoterapia v súčasnej medicíne*. Martin: Osveta, 2012. 379 s. ISBN 978-80-8063-384-4.
9. KUNOVÁ, V. 2011. *Zdravá výživa*. Praha: Grada, 2011. 140 s. ISBN 978-80-247-3433-0.
10. LAPORNIK, B. – PROŠEK, M. – WONDRA, A. G. 2005. Comparision of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. *Journal of food engineering*. roč. 71, s. 214-222.
11. MACORI, G. et al. 2018. Microbiological Parameters in the Primary Production of Berries: A Pilot Study. In *Foods* [online], vol. 7, no. 7, a.n. 105, DOI:10.3390/foods7070105
12. MARQUEZ-LOPEZ, A. et al. 2020. Extract of Ellagitannins starting with Strawberries (*Fragaria* sp.) and Blackberries (*Rubus* sp.). *Food science and technology* [online], vol. 40, no. 2, pp. 430-439, doi:10.1590/fst.42918
13. NESTBY, R. – HYKKERUD, A. L. – MARTINUSSEN, I. 2019. Review of botanical characterization, growth preferences, climatic adaptation and human health effects of Ericaceae and Empetraceae wild dwarf shrub berries in boreal, alpine and arctic areas. *Journal of berry research* [online], vol. 9, no. 3, pp. 515-547, doi:10.3233/JBR-190390.
14. PRAKASH, A. – RIGELHOF, A. – MILLER, E. 2001. Antioxidant Activity. In *Medallion Laboratories Analytical Progress* [online] 19, 2. Dostupné na: <https://www.yumpu.com/en/document/view/6157100/antioxidant-activity-medallion-labs>

15. PROBST, Y. 2015. A review of the nutrient composition of selected Rubus berries. Nutrition & food science [online], vol. 45, no. 2, pp. 242-254. doi.org/10.1108/NFS-07-2014-0063
16. RACEK, J. 2003. Oxidační stres a možnosti jeho ovlivnění ISBN 80-7262-231-5. Praha: Galén, 2003. 90 s. ISBN 80-7262-231-5.
17. ROVNÁKOVÁ, D. – ŠAŠINKA, M. – PODRACKÁ, Ľ. 2001. Voľné radikály a ich pôsobenie v organizme. Lekársky Obzor 2001, roč. 50, s. 143-148.
18. SAMANIEGO, I. et. al. 2020. Influence of the Maturity Stage on the Phytochemical Composition and the Antioxidant Activity of Four Andean Blackberry Cultivars (Rubus glaucus Benth) from Ecuador. Plants-basel [online], vol. 9, no. 8, a.n. 1027, https://doi.org/10.3390/plants9081027
19. SCHULZ, M. – CHIM, J. F. 2019. Nutritional and bioactive value of Rubus berries. Food bioscience [online], vol. 31, a.n. 100438, ISSN 2212-4292, https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100438
20. SIES, H. 1991. Oxidative stress: Oxidants and antioxidants. ISBN 9780126427622. London: Academic Press, 1991. 619 s.
21. SOUZA, V.R. – PEREIRA, P.A. – LIMA, C. O. – PIO, R. – QUEIROR, F. 2014. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. Food Chemistry, vol 156, p. 362-268. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.125
22. SUBASH, S. – ESSA, M. M. – AL-ADAWI, S. – MEMON, M. A. – MANIVASAGAM, T. – AKBAR, M. 2014. Neuroprotective effects of berry fruits on neurodegenerative diseases. Neural Regeneration Research vol. 9, no. 16, pp. 1557-1566. doi: 10.4103/1673-5374.139483
23. WU, Y. et al. 2022. Integrative analysis of the metabolome and transcriptome provides insights into the mechanisms of flavonoid biosynthesis in blackberry. Food Research International [online], vol. 153, a.n. 110948, ISSN 0963-9969, doi: 10.1016/j.foodres.2022.110948
24. YAN, Y. et al. 2021. Phenolic profiles and their responses to pre- and postharvest factors in small fruits: a review. Critical reviews in food science and nutrition [online], pp. 1-28, doi: 10.1080/10408398.2021.1990849

Kontaktná adresa:

Ing. Eleonóra Krivosudská, PhD. Ústav rastlinných a environmentálnych vied FAPZ SPU v Nitre, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: eleonora.krivosudska@uniag.sk

ZELENÉ POTRAVINY V HUMÁNNEJ VÝŽIVE GREEN FOODS IN HUMAN NUTRITION

Lenártová Petra¹, Gažarová Martina¹, Habánová Marta¹, Kopčková Jana¹, Mrázová Jana¹, Jančichová Kristína², Zeleňáková Lucia³, Bihari Maroš¹, Verešpejová Michaela⁴

¹Ústav výživy a genetiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

²Výskumné centrum AgroBioTech pri SPU v Nitre

³Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

⁴Absolventka študijného programu výživa ľudí

Summary

Superfoods are known in the society for their significant content of healthy substances such as vitamins, minerals, antioxidants, fibre, and others. In this work we characterized selected superfoods and their possible nutritional and therapeutic benefits. The monitored group of superfoods are green foods: chlorella, green barley, spirulina and moringa. For data acquisition we used an online questionnaire. The aim of this study was to determine the frequency of green foods intake and their possible effects on the body of consumers and the awareness of respondents about green foods and their effects on the human body. A total of 130 respondents aged 18-40 responded. We found that green foods are the least consumed of all superfood groups, with up to 56 respondents never consuming green foods. We found that respondents are sufficiently informed about the nutritional benefits of selected foods. Respondents who consume green foods regularly expressed their positive observations, while respondents who do not consume green foods regularly observe any changes.

Key words: green foods, nutrition, health

ÚVOD

Zelené potraviny sú riasy, baktérie a trávy s vysokým obsahom mikroživín a makroživín. Najvýznamnejšími zástupcami zelených potravín sú chlorella, zelený jačmeň, spirulina a moringa. Patria skupiny tzv. superpotravín (Slimáková, 2016). Označenie superpotravina nemá doteraz žiadnu odbornú definíciu. Tento názov je skôr komerčným a marketingovým ťahom. Superpotravina je však v spoločnosti známa pre svoj významný podiel zdraviu prospešných látok ako sú vitamíny, minerálne látky, antioxidanty, vláknina a iné. Superpotravina obsahuje vysoké množstvo týchto látok prirodzene, bez akéhokoľvek pridávania. Pozitívne účinky takýchto potravín sú pozorovateľné pri dlhodobej a pravidelnej konzumácii (Hellerbrandová, 2018).

Zreteľne pozitívne účinky v prevencii vážnych civilizačných ochorení ako sú kardiovaskulárne ochorenia, *diabetes mellitus*, onkologické ochorenia či neurodegeneratívne ochorenia majú fytochemikálie obsiahnuté napríklad v chlorelle, mladom jačmeni, čo dokázali aj klinické štúdie (Kubatka et al., 2015).

Chlorella je jedným z derivátov morských rias, je to jednobunková zelená riasa, žijúca v sladkej vode, ktorá má vhodný celkový profil aminokyselín a vysoký obsah omega-3 mastných kyselín, dokozahexaénovej a eikosapentaénovej kyseliny a tiež vysoký obsah chlorofylu. Uvádza sa tiež, že u ľudí znižuje krvný tlak, znižuje hladiny cholesterolu v sére, zvyšuje imunitu a dokonca bojuje proti rakovine. Treba však pripomenúť, že hoci chlorella ako organizmus existuje už miliardy rokov, z pochopiteľných dôvodov nemôže tvoriť významnú časť ľudskej stravy. Je potrebné s ňou zaobchádzať s určitou opatnosťou a považovať ju za potravinu modernej doby. Chémiu chlorelly v ľudskom tele sme pochopili

len nedávno. V bunkovej stene chlorelly bol objavený lipopolysacharid (Armstrong et al. 2002).

Lipopolysacharid je endotoxín nachádzajúci sa na povrchu všetkých gramnegatívnych baktérií *Escherichia coli* alebo *Salmonella* a je silným aktivátorom imunitného systému. Keď sa lipopolysacharid naviaže na receptory na povrchu makrofágov, fagocytárne bunky vrodenného imunitného systému, aktivuje sa a indukuje ich uvoľňovanie prozápalových cytokínov. Chlorella v skutočnosti stimuluje našu vrodennú imunitu prostredníctvom lipopolysacharidu. Príliš veľa lipopolysacharidu vedie k sepe, ktorej by sme sa mali z pochopiteľných dôvodov vyhnúť, no aj nízke dávky chlorelly môžu vyvolať nežiaduce príznaky. Stimulovaný aktívny imunitný systém môže byť prospešný v situáciách, ako je epidémia infekčného ochorenia. Chronická expozícia lipopolysacharidu vedie k chronickému systémovému zápalu, ktorý nie je pre naše telo zdravý (Qin et al., 2007).

Zelený jačmeň má svoje pomenovanie vďaka svojej zelenej farbe a to pre svoj skorý zber mladých lístkov. V tejto mladšej fáze zberu obsahuje jačmeň najviac živín a aktívnych látok. Dôležité je jeho následné spracovanie a sušenie, ktoré prebieha pri nízkych teplotách, aby bolo zachovaných čo možno najviac vitamínov a živín. Uvádza sa, že je bohatý hlavne na vitamín C, na vitamíny skupiny B a taktiež vitamíny A a K. Vyniká aj obsahom minerálnych látok a stopových prvkov. Zelený jačmeň je predovšetkým známy pre jeho veľké množstvo prospešných enzýmov, ktoré predstavujú až 40% jeho hmotnosti a podieľajú sa na zmierňovaní zápalov a zlepšení trávenia. Zelený jačmeň produkuje enzým superoxid dismutáza, ktorý pomáha neutralizovať účinky voľných radikálov. Má preventívnu ale aj liečebnú funkciu, jeho nízka hladina v bunkách môže byť jednou z príčin vzniku nádorov, artrózy, predčasného starnutia či chronických ochorení (Dallen, 2010).

Spirulina je jednoduchá riasa žijúca v teplých alkalických sladkých vodách. Spirulina je obchodný názov pre *Arthrospira platensis* a *Arthrospira maxima* (Tomaselli, 1997), ktoré boli predtým známe ako *Spirulina platensis* a *Spirulina maxima*, a ktoré sa bežne používajú ako potraviny, doplnky stravy či doplnky krmiva (Belay, 2008). Spirulina patrí medzi modrozelené riasy, okrem chlorofylu obsahuje aj modré farbivo fykocyanín. Pigmenty obsiahnuté v spiruline sú chlorofyl a, β -karotén, zeaxantín, kryptoxantín, C-fykocyanín a alofykokyanín (Yan et al., 2011; Kumar et al., 2015), z ktorých všetky organizmus využíva na fotosyntézu a chráni ho pred fotooxidačným poškodením. Chlorofyl a jeho deriváty sú dobre známe, ich bioaktivita zahŕňa prevenciu rakoviny vďaka antioxidačnej a antimutagénnej aktivite, zachytávanie mutagénov, moduláciu metabolizmu xenobiotík a indukciu apoptózy (Ferruzzi a Blakeslee 2007). Je známe, že fykocyanín, jeho hlavný pigment, má silné antioxidačné, protizápalové, hepatoprotektívne a antikarcinogénne vlastnosti (Sekar a Chandramohan, 2008; Soni et al., 2015).

Spirulina obsahuje vysokú koncentráciu ľahko stráviteľných látok, vitamínov, minerálnych látok, enzýmov a iných živín. Z vitamínov obsiahnutých v spiruline je najdôležitejší vitamín B₁₂, pretože je typickejší pre živočíšne tkanivá (Dallen, 2010). Tento v spiruline obsiahnutý vitamín však nie je úplne využiteľný pre ľudskú spotrebu pretože ide o pseudovitamín (Slimáková, 2016). Znovuobjavenie spiruliny a jej biochemických vlastností v 60. rokoch 20. storočia viedlo koncom 70. rokov k masovej produkcii mikrorias na komerčné účely a rozvoju priemyslu založeného na riasach (Durand-Chastel 1980; Shimamatsu 2004; de la Jara et al. 2016).

Moringa je stále zelený strom. Každá časť moringy obsahuje veľa pre človeka významných živín. Pestuje sa hlavne v Indii ale tiež v Afrike. Moringa obsahuje vitamíny, minerálne látky, aminokyseliny, beta karotén, protizápalové živiny, omega-3 a omega-6 mastné kyseliny. Je zriedkavé, aby jedna rastlina obsahovala tak veľa živín a navyše vo veľkých množstvách. Moringa má sama o sebe vyšší obsah živín v porovnaní so živinami, ktoré sa nachádzajú individuálne v rôznych druhoch potravín a zeleniny. Tento významný

obsah živín môže zohrávať dôležitú úlohu v oblastiach výživy. Vzhľadom na prítomnosť niekoľkých druhov antioxidantov ako sú flavonoidy, kyselina askorbová, karotenoidy a fenoly, je moringa schopná predĺžiť trvanlivosť potravín obsahujúcich tuky. Podľa organizácie Trees For Life International, 100 gramov suchého listu moringy obsahuje desať násobok vitamínu A voči jeho obsahu v mrkve, dvanásť násobok vitamínu C av porovnaní s pomarančmi, sedemnásť násobok vápnika voči jeho obsahu v mlieku, pätnásť násobok draslíka v porovnaní s obsahom v banánoch a dvadsaťpäť násobok železa ako sa nachádza v špenáte (Razis et al., 2014).

Cieľom práce bolo prostredníctvom anonymného dotazníka zistiť frekvenciu príjmu zelených potravín, ich účinky na organizmus konzumentov ako i informovanosť o týchto potravinách v bežnej populácii.

MATERIÁL A METÓDY

Pre získavanie potrebných údajov sme využil dotazníkovú metódu, ktorá bola realizovaná formou online anonymného dotazníka. Dotazníková metóda predstavuje systém otázok zjednotených jedným výskumným plánom zameraným na identifikáciu kvantitatívnych a kvalitatívnych charakteristík objektu a predmetu analýzy. Nami použitý dotazník tvorili otázky zamerané na frekvenciu konzumovania jednotlivých druhov zelených potravín a na zistenie informovanosti respondentov o ich účinkoch na ľudský organizmus. Dotazník tvorili otázky otvoreného i uzavretého typu.

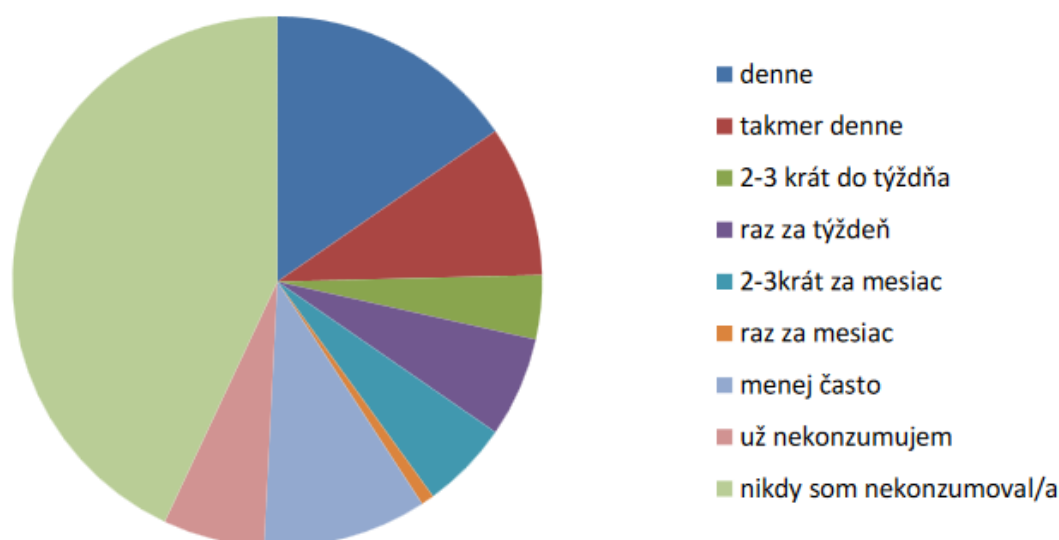
Respondenti boli získaní náhodným výberom, z bežnej populácie, pričom zastúpené boli obe pohlavia. Sledovaný súbor bol tvorený 130 respondentmi vo veku 18 – 40 rokov. Dáta získané pomocou online dotazníka sme následne vyhodnocovali prostredníctvom matematicko-štatistických metód v programe Microsoft Office Excel 2010.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Najskôr nás v dotazníkovom prieskume zaujímalo, či naši respondenti poznajú pojem superpotraviny. Zo všetkých respondentov až 59 odpovedalo, že pojem superpotraviny poznajú a vedia čo tento pojem znamená. 46 z nich o superpotravinách už počuli, ale nevedia čo presne to znamená a 25 respondentov o superpotravinách nikdy nepočulo. Podobné výsledky zaznamenala vo svojej práci Loulová (2020), kde zo 40 respondentov až 90 % odpovedalo, že sa s pojmom superpotraviny už stretli. V podobne zameranej práci Bouzková (2019) uviedla, že zo 184 respondentov sa s pojmom superpotraviny stretlo 69 % z nich.

V nadväznosti na prvú otázku sme u respondentov zisťovali, či majú vedomosť o tom, že do skupiny superpotravín patria aj tzv. zelené potraviny (zelený jačmeň, chlorella, spirulina, moringa). Takmer 60 % (77) respondentov vedelo, že do skupiny superpotravín patria zelené potraviny, 53 respondentov o tomto zaradení nevedelo.

Ďalej sme sa sústredili v dotazníku na zisťovanie frekvencie príjmu zelených potravín (zelený jačmeň, chlorellu, spirulinu, moringu). Zistili sme, že až 56 (43 %) respondentov nikdy nekonzumovalo zelené potraviny. Viac ako 15 % respondentov konzumuje zelené potraviny denne a približne 9 % respondentov ich konzumuje takmer denne. Nad 6 % respondentov konzumuje zelené potraviny raz do týždňa, a rovnaké percento už zelené potraviny nekonzumuje – teda s ich konzumáciou skončilo (obr. 1).



Obr. 1 Frekvencia príjmu zelených potravín

Bouzková (2019) uviedla vo výsledkoch, že 64 % zo 184 respondentov vôbec nekonzumuje zelený jačmeň.

Okrem frekvencie príjmu týchto skupín potravín sme chceli získať informáciu o tom, či respondenti poznajú vlastnosti superpotravín (zelený jačmeň, chlorella, spirulina, moringa) na ľudský organizmus. 96 respondentov v odpovediach označilo, že majú vysoký obsah antioxidantov, 68 respondentov si myslí, že zelené potraviny dokážu viazať ťažké kovy a odvádzať ich z tela. Protizápalový účinok označilo 78 respondentov, 97 označilo, že zlepšujú trávenie. Väčšina respondentov (103) si myslí, že zelené potraviny podporujú imunitný systém a 94 respondentov si myslí, že majú vysoký obsah výživných látok.

Extrakt z listov mladého jačmeňa (zelený jačmeň), je často konzumovaný ako doplnok stravy (Robles-Escajeda et al., 2013). Okrem obsahu vitamínov a minerálnych látok štúdie naznačujú, že zelený jačmeň vykazuje antioxidačné vlastnosti a môže pomôcť zmierniť zápalové ochorenia (Cremer et al., 1998; Osawa et al., 1992). Frakcie zeleného jačmeňa sú schopné znížiť produkciu a uvoľňovanie tumor nekrotizujúceho faktora alfa (TNF- α) v ľudských monocytoch (Cremer et al., 1996).

Väčšina zdravotných benefitov vo vybraných klinických štúdiách preukázala významné prínosy v dennej konzumácii biomasy spiruliny počas obdobia od 1 do 12 mesiacov užívania pri dávkach 0,5 – 20 g.deň⁻¹. Niektoré choroby, ako je dyslipidémia, sa zlepšili priamym obnovením fyziologických hodnôt, zatiaľ čo iné ochorenia ako napríklad diabetes a vírusové infekcie, profitovali zo zníženej prevalence sprievodných príznakov alebo zlepšenej imunity. Hlavná výhoda konzumácie spiruliny by preto podľa doterajších zistení mohla súvisieť s vysokou antioxidačnou kapacitou tohto organizmu, aj keď ju výrobcovia a dodávatelia komercializujú ako zdroj bielkovín (De la Jara et al., 2018).

Podľa výsledkov môžeme konštatovať, že respondenti sú dostatočne informovaní o účinkoch zelených potravín. Najviac respondentov (103) označilo, že zelené potraviny podporujú imunitný systém. Armstrong (2002) tvrdí, že chlorella naozaj podporuje imunitný systém a dokonca bojuje proti rakovine. Výsledkom ďalšej štúdie (Arshad et al., 2020) bolo zistenie, že starší ľudia by mali konzumovať spirulinu a kurkumín, pretože sú mimoriadne bohaté na vitamín C a minerálne látky. Tieto superpotraviny pomáhajú pri budovaní a posilňovaní imunity na výbornej úrovni aj v seniorskom veku. Druhou najčastejšou odpoveďou (97) respondentov označilo možnosť, že zelené potraviny zlepšujú trávenie.

Thurová (2014) sa priamo respondentov pýtala, aké zmeny zaznamenali po užívaní zelených potravín. Medzi najčastejšie odpovede patrilo zlepšenie trávenia a tiež posilnenie imunity.

De la Jara et al. (2018) uvádza, že pre všeobecné zlepšenie zdravotného stavu pomocou užívania spirulíny sú potrebné veľké randomizované, dvojito zaslepené, placebom kontrolované štúdie, nakoľko pri odporúčaní ku jej konzumácii je potrebné vziať do úvahy veľa premenných, vrátane kvality biomasy, dávkovania, pohlavia a veku.

ZÁVER

V práci sme sa venovali zeleným potravinám a ich úlohe v humánnej výžive. Sústredili sme sa na informovanosť o účinku zelených potravín na ľudský organizmus i na frekvenciu ich príjmu v bežnej populácii. Zistili sme, že väčšina respondentov sa s pojmom superpotraviny a zelené potraviny už stretla. Takmer 60 % si s týmto pojmom spájalo skupinu zelených potravín (chlorellu, zelený jačmeň, spirulinu, moringu). Napriek tomu sme v sledovanej skupine respondentov zistili, že až 43 % zelené potraviny nikdy nekonsumovalo. V skupine zelených potravín sme videli dve výrazne zastúpené skupiny respondentov. Skupinu, ktorá zelené potraviny nikdy nekonsumovala a skupinu, ktorá ich konzumuje denne.

PodĎakovanie: Práca vznikla s podporou projektu Grantovej agentúry FAPZ, SPU v Nitre GA 1/2021 Vplyv konzumácie vybraných potravinových zdrojov rastlinného pôvodu na nutričný a zdravotný stav probandov a výskumného projektu VEGA 1/0159/21 Determinácia účinkov biologicky aktívnych látok drobného ovocia na zdravie konzumentov.

LITERATÚRA

1. ARMSTRONG, P. – ARMSTRONG, M. – PARDY, R. L. – CHILD, A. – WAINWRIGHT, N. 2002. Immunohistochemical Demonstration of a Lipopolysaccharide in the Cell Wall of a Eukaryote, the Green Alga, Chlorella. In The Biological Bulletin. [online], vol. 203, no. 2 [cit. 2022-02-20]. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.2307/1543397>
2. ARSHAD M. S. – KHAN U. – SADIQ A. – KHALID W. – HUSSAIN M. – YASMEEN A. – ASGHAR Z. – REHANA H. Coronavirus disease (COVID-19) and immunity booster green foods: A mini review. Food Science & Nutrition 2020;8(8):3971-3976. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1719>
3. BELAY A. 2008. *Spirulina (Arthrospira)*: production and quality assurance. In: Gershwint ME, Belay A (eds) *Spirulina in human nutrition and health*. CRC Press, Boca Raton, pp 1–25
4. BOUZKOVÁ, K. 2019. Superpotraviny ve výžive: bakalárska práca. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni
5. CREMER, L. – HEROLD, A. – AVRAM, D. – SZEGLI, G. 1996. Inhibitory capacity of some fractions isolated from a green barley extract upon TNF alpha production by the cells of the THP-1 human monocytes line. *Roum Arch Microbiol Immunol* 55, 285–294 (1996).
6. CREMER, L. – HEROLD, A. – AVRAM, D. – SZEGLI, G. 1998. A purified green barley extract with modulatory properties upon TNF alpha and ROS released by human specialised cells isolated from RA patients. *Roum Arch Microbiol Immunol* 57, 231–242 (1998).
7. DALLEN, M. 2010. *Zelené potraviny*. Praha: Ratio Bona. 120s. ISBN:978-80-254-4590-7
8. de la JARA, A. – ASSUNÇÃO, P. – PORTILLO, E. – FREIJANES, K. – MENDOZA, H. 2016. Evolution of microalgal biotechnology: a survey of the European Patent Office database. *J Appl Phycol* 2016;28:2727–2740.
9. De la JARA, A. – RUANO-RODRIGUEZ, C. – POLIFRONE, M. et al. Impact of dietary *Arthrospira* (Spirulina) biomass consumption on human health: main health targets and

- systematic review. J Appl Phycol 2018;30:2403–2423. <https://doi.org/10.1007/s10811-018-1468-4>.
10. DURAND-CHASTEL, H. 1980. Production and use of *Spirulina* in Mexico. In: Shelef G, Soeder CJ (eds) Algae biomass. Elsevier/North Holland Biomedical Press, Amsterdam, pp 51–64
 11. FERRUZZI, M.G. – BLAKESLEE, J. 2007. Digestion, absorption, and cancer preventative activity of dietary chlorophyll derivatives. Nutr Res 2007;27:1–12.
 12. HELLERBRANDOVÁ, L. 2018. Potraviny nového typu tzv. Superpotraviny : bakalárska práca. Brno : Mendelova univerzita v Brne. 52 s.
 13. KUBATKA, P. – PÉČOVÁ, R. – PÉČ, M. 2015. Prehľad klinických a predklinických štúdií o účinkoch *Chlorella pyrenoidosa* a listov mladého jačmeňa na organizmus. Via pract. 2015;12(5):204–207.
 14. KUMAR P. – DESAI, N. – DWIVEDI, M. 2015. Multiple potential roles of *Spirulina* in human health: a critical review. Malaysian J Nutr 2015;21(3):375–387.
 15. LOULOVÁ, L. 2020. Fenomén zvaný superpotraviny : Bakalárska práca. Brno : Masarykova univerzita. 84s.
 16. OSAWA, T. – KATSUZAKI, H. – HAGIWARA, Y. – HAGIWARA, H. – SHIBAMOTO, T. 1992. A novel antioxidant isolated from young green barley leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1992;40:1135–1138.
 17. QIN, L. – WU, X. – BLOCK, M. L. – LIU, Y. – BREESE, G. R. – HONG, J.-SH. – KNAPP, D.J. – CREWS, F.T. 2007. Systemic LPS causes chronic neuroinflammation and progressive neurodegeneration. In GLIA. 2007; 55(5):453–462. <https://doi.org/10.1002/glia.20467>
 18. RAZIS, A. – FAIZAL, A. I. – DIM, M. K. – BRINDHA, S. 2014. Health Benefits of *Moringa oleifera*. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention 2014;15(20):8571–8576. <https://doi.org/10.7314/>
 19. ROBLES-ESCAJEDA, E. *et al.* Searching in mother nature for anti-cancer activity: anti-proliferative and pro-apoptotic effect elicited by green barley on leukemia/lymphoma cells. PLoS One. 2013;8(9):e73508. doi: 10.1371/journal.pone.0073508
 20. SEKAR, S. – CHANDRAMOHAN, M. 2008. Phycobiliproteins as a commodity: trends in applied research, patents and commercialization. J Appl Phycol 2008;20:113–136
 21. SHIMAMATSU, H. 2004. Mass production of *Spirulina*, an edible microalga. Hydrobiologia 2004;512:39–44.
 22. SLIMÁKOVÁ, M. 2016. Zelené potraviny – Mýty a fakta. In Praktické lékarenství 2016;12:66–70. <https://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2016/02/07.pdf>
 23. SONI, A. – DUBEY, M. – VERMA, M. – DHANKHAR, R. – KAUSHAL, V. – ATRI, R. – SABHARWAL, R. 2015. Revisiting the role of phycocyanin in current clinical practice. Int J Pharm Sci Res 2015;6:4588–4600.
 24. THÜROVÁ, A. 2014. Význam zelených potravin : Bakalárska práca. Plzeň : Západočeská univerzita. 76 s.
 25. TOMASELLI, L. 1997. Morphology, ultrastructure and taxonomy of *Arthrospira* (*Spirulina*) *maxima* and *Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis*. *Spirulina Platensis Arthrospira*. London : CRC Press Taylor & Francis. 16pp. ISBN 978-04-29079-94-8.
 26. YAN, S.G. – ZHU, L.P. – SU, H.N. – ZHANG, X.Y. – CHEN, X.L. – ZHOU, B.C. – ZHANG, Y.Z. 2011. Single-step chromatography for simultaneous purification of C-phycocyanin and allophycocyanin with high purity and recovery from *Spirulina* (*Arthrospira*) *platensis*. J Appl Phycol 2011;23:1–6.

Kontaktná adresa:

Ing. Petra Lenártová, PhD., Ústav výživy a genomiky FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: petra.lenartova@uniag.sk

ZHODNOTENIE NUTRIČNÉHO PRÍJMU U KONZUMENTOV PEKÁRENSKÝCH VÝROBKOV S OBSAHOM LEPKU ASSESSMENT OF NUTRITION INTAKE OF GLUTEN BAKERY PRODUCTS CONSUMERS

Lenártová Petra¹, Gažarová Martina¹, Lorková Marta², Jurášová Kristína³

¹Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

²Výskumné centrum AgroBioTech pri SPU v Nitre

³Absolvent študijného programu výživa ľudí

Summary

Bread and pastry are basic very universal nutritive which is in many cases consumed regularly and it means that it contributes to nutrition in significant extent. The aim of the work was to evaluate the total nutritional intake of gluten bakery products consumers. Group of 30 participants aged 21 – 53 years old participated in 6 weeks long research whose aim was to find out impact of consummation of pastry to health and nutrition status. The group consisted of 13 men and 17 women. Rate of pastry was differentiated by gender – women got 150 – 200 g.day⁻¹; men got 200 – 250 g.day⁻¹. Participants of research participated in valuation of their nutritional status. In the first phase of study participants got nutritional protocols for three days which were valued by nutritional software Mountberry – Nutrition & Fitness Software, 2011, Version 1.1. From the evaluated results of nutritional protocols, we can state that in nine parameters were exceeded standards and it was concretely in energy (104.52–112.69%), fats (124.77–155.86%), proteins (168.89–179.56%), vitamin B₁ (123.41–130.22%), phosphorus (102.99–114.38%), sodium (239.90–272.78%), iron (110.73–124.59 %), unsaturated fatty acids (108.17–117.40 %) and saturated fatty acids (110.47–128.64 %). In energy the standards were exceeded during the working days and in the other parameters in all three days. In unsaturated fatty acids was the standard exceeded during one day of week and weekend day. We noticed the most significant exceeding of standards in sodium (even 272.78%).

Key words: bread, pastry, gluten, nutrition intake,

ÚVOD

Pekárenské výrobky sú významnou potravinou, ktorá je pre ľudský organizmus bohatým zdrojom živín. Patrí sem celý sortiment chleba a pečiva (Kubicová, 2004). Kvalitu chleba a pečiva, predovšetkým jeho objem, ovplyvňuje vo veľmi významnej miere bielkovinový komplex surovín použitých na ich výrobu (Bojňanská a Urminská, 2010). Zoznam špeciálnych pekárenských výrobkov, obzvlášť chleba, je nekonečný. Stačí povedať, že ak je v meste 5 pekární, každá z nich vyrába odlišný druh chleba. Tajomstvo výroby chleba neleží len v samotnom recepte, ale i v spôsobe akým je chlieb vyrábaný (Zhou, 2014). Podľa Vyhlášky MPRV SR č. 24/ 2014 Z. z. o pekárskych výrobkoch, cukrárskych výrobkoch a cestovinách sa chlebom rozumie pekársky výrobok s hmotnosťou viac ako 400 g nakyprený kvasom alebo droždím; ak je chlieb krájaný alebo porciovaný, môže mať aj nižšiu hmotnosť.

Chlieb je jedným z prvých spracovávaných potravín produkovaných a konzumovaných ľudstvom. Kontrola produkcie a distribúcie bola používaná ako prostriedok výkonu politickej moci nad populáciami posledných 2000 rokov (Arendt a Zannini, 2013).

Jeho spotreba bola v minulých rokoch oveľa vyššia ako dnes. Je bohatým zdrojom sacharidov, najmä škrobu obsiahnutého v múke, a preto je dôležitou súčasťou vyváženej stravy a stabilnej konzumácie v Západnej Európe (Kubicová, 2004; Gellynck, 2009).

Chlieb tvorí základnú potravinu, z čoho vyplýva, že je konzumovaný pravidelne a významne prispieva k výžive. Taktiež sa považuje za veľmi univerzálnu potravinu. To znamená, že môže byť podávaný sám o sebe, rovnako ako sa môže používať na výrobu širokej škály potravinových produktov, ktoré môžu tvoriť časť hlavného jedla, alebo ľahší typ jedla k raňajkám a obedu, rovnako aj na občerstvenie. Existuje veľa odlišných druhov chleba vzhľadom k multikultúrnej spoločnosti, v ktorej žijeme. Druhy chlebov môžu byť rozličnej textúry, napr. môžu byť mäkké, žuvacie, chrumkavé alebo vzdušné (Buckland a Keepin, 2016). Biely chlieb je väčšinou vyrobený z rafinovanej pšeničnej múky. Rafinovaná pšenica obsahuje škrob a proteín, ktorý bol chemicky ošetrený, ale chýbajú jej enzýmy, vitamíny a minerálne látky, ktoré pomáhajú telu tráviť pšenicu. Preto trávenie rafinovanej pšenice využíva rezervy z tela (McKenna, 2013).

Podľa Vyhlášky MPRV SR č. 24/ 2014 Z. z. o pekárskych výrobkoch, cukrárskych výrobkoch a cestovinách považujeme za pečivo pekársky výrobok hladký, narezaný, posypaný, neposypaný, plnený, neplnený, potretý, nepotretý, nakyprený droždím alebo iným spôsobom. Pečivo je podobne ako chlieb bohaté na sacharidy. Väčšinou sa vyrába zo pšeničnej hladkej múky s pridaním tuku.

Bežné pečivo je výrobok z pšeničnej alebo žitnej múky (alebo ich zmesi) s pridaním prísad rôzneho typu, obsahujúce menej než 8,2 % tuku a menej než 5 % sacharózy, glukózy, fruktózy, alebo ich kombinácie. Jemné pečivo môže obsahovať viac než 8,2 % tuku, alebo viac než 5 % cukru (alebo oboch dohromady) a môže byť s rôznou náplňou (Fořt, 2007).

Lepok je zložená bielkovina, ktorá sa primárne vyskytuje v zrnách pšenice, jačmeňa a raže. Obyčajne menej známe druhy pšenice ako špalda, tritikale, kamut, farro a cinkorn taktiež obsahujú lepok. Ovos lepok neobsahuje, i keď komerčne dostupný môže byť kontaminovaný počas rastu, transportu a mletia, so zrnami, ktoré lepok obsahujú (Mullani, 2011). Gliadín a glutenín tvoria lepok, t. j. napučanú, pružnú a ťažnú hmotu, ktorá sa získava vypieraním cesta, čo zistil už v roku 1728 Beccari. Po vypraní zostávajú v lepku adsorbované asi 2 % cukru, 6 % škrobu, 2 % lipidov a iných zložiek. Podstatu, viac ako 80 % však tvoria vo vode nerozpustné bielkoviny – gliadín (asi 43 %) a glutenín (39 %), pričom gliadín je považovaný za nositeľa ťažnosti, glutenín pružnosti a napučievania lepku (Muchová, 2011).

Vzhľadom k tomu, či sa lepok metabolizuje, alebo zostáva nerozštiepený, môže človeku spôsobiť problémy. Imunitný systém človeka ho môže vnímať ako toxín a preto zahájiť v tele voči nemu atak. Rozličné symptómy vznikajú v závislosti od tkaniva tela, ktoré napádajú (Petersen a Petersen, 2009).

Obilniny sa spracovávajú na množstvo výrobkov, pričom ich výživová hodnota závisí na stupni vymieľania múky a prídavku ďalších zložiek. Z hľadiska výživového si viac ceníme výrobky vysoko vymieľaných a celozrnných (tmavých) múk, ktoré obsahujú viac obalových vrstiev zrna a tým aj viac bielkovín, tuku, vitamínov, minerálnych látok, vlákniny a menej energie. Nízko vymieľané (biele) múky sú energeticky bohaté a chudobné na cenné výživové látky, a preto by sa ich spotreba mala obmedziť. Jemné pečivo a väčšina druhov trvanlivého pečiva obsahuje vyššie množstvo energie a pridaný tuk spravidla obsahuje viac nasýtených a *trans*-nenasýtených mastných kyselín (Pánek, 2002).

Cieľom práce bolo zhodnotiť celkový nutričný príjem konzumentov pekárskych výrobkov s obsahom lepku a posúdiť, či je pre zdravie prospešný alebo škodlivý.

MATERIÁL A METÓDY

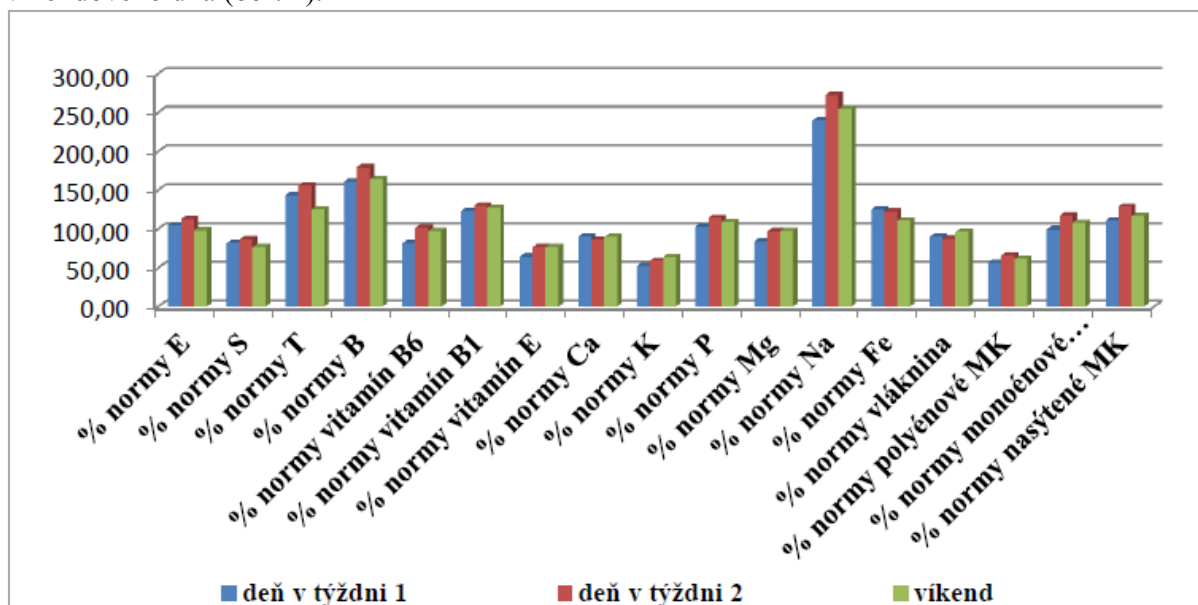
V rámci štúdie sme hodnotili skupinu 30 probandov vo veku 21 – 53 rokov (s priemerným vekom 29,7 r.). Výskum bol intervenčného charakteru, doba intervencie bola metodicky stanovená na obdobie 6 týždňov. Účastníci výskumu dostávali trikrát týždenne balíček, v ktorom sa nachádzalo pečivo s obsahom lepku. Dávka pečiva bola stanovená

nasledovne: ženy dostávali 150 – 200 g.deň-1; muži 200 – 250 g.deň-1. Všetci účastníci boli vyzvaní k tomu, aby nijak zvlášť nevenovali svoje stravovacie zvyklosti a taktiež, aby nenechali zvyklosti týkajúce sa pohybovej aktivity. Medzi kritériami výberu probandov bola aj podmienka, aby všetci účastníci boli na začiatku štúdie zdraví, netrpeli žiadnymi chronickými trávaciimi ťažkosťami, boli informovaní o výskume, podpísali informovaný súhlas a participovali pri tejto štúdii dobrovoľne. Na zhodnotenie nutričného príjmu probandov boli využité nutričné protokoly, ktoré boli následne hodnotené prostredníctvom nutričného softvéru. Nutričný protokol bol použitý za účelom zistenia celkových stravovacích zvyklostí probandov, dodržiavania pomeru sacharidov, bielkovín, tukov a individuálneho hodnotenia napĺňania OVD. Nutričný protokol je podrobný retrospektívny záznam obsahujúci zoznam potravín skonzumovaných osobou za stanovený čas. Je potrebné zaznačiť druh a množstvo zjedenej potravy, dennú dobu konzumácie danej potraviny, prípadne úpravu jedla. Existuje viacero druhov podrobnej nutričnej anamnézy: 24-hodinový nutričný protokol, rozhovor o frekvencii príjmu potravy a výživový protokol (pre jeden, tri alebo sedem dní) (Mazula, 2001). Pre potreby našej štúdie sme využili trojdňový nutričný protokol, pričom sa dni rozdelili na dva dni v týždni a jeden deň víkendový. Výhodou tejto metódy je, že poskytuje presnejšie kvantitatívne údaje a vo väčšom množstve. Nevýhodou je nutnosť spolupráce jedinca (Mazula, 2001). K spracovaniu trojdňového nutričného protokolu sme použili program Mountberry – Nutrition & Fitness Software, 2011, Version 1.1. Okrem základných sledovaných parametrov ako boli energia, sacharidy celkové, tuky, bielkoviny a alkohol, sme si vybrali ďalších 13 parametrov: vitamín B6, vitamín B1, vitamín E, vápnik, draslík, fosfor, horčík, sodík, železo, potravinová vláknina, nenasýtené mastné kyseliny polyénové, nenasýtené mastné kyseliny monoénové a nasýtené MK. Jednotlivé sledované parametre sme následne vyhodnotili a výsledky spracovali do prehľadných grafov a uviedli v kapitole výsledky práce a diskusia. Program Mountberry je výživový a fitness poradca, ktorý rýchlo a presne analyzuje a vyhodnocuje stravovací a pohybový režim. Poskytuje úplnú analýzu potravín, jedál a receptúr podľa aktualizovanej databázy potravín z hľadiska príjmu nutričných živín, zásad diétológie, zdravotných indispozícií a individuálnych potrieb užívateľov. Taktiež poskytuje detailné informácie neobmedzeného počtu užívateľov vrátane hodnotiacich údajov, vlastných cieľov a celého procesu cvičenia. Zabezpečuje prehľadným a jednoduchým spôsobom plánovanie jedálneho lístka so zreteľom na osobné zdravotné a nutričné požiadavky.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Podľa Kohouta (2011) prostredníctvom nutričného protokolu zistujeme, či je strava energeticky chudobná, alebo naopak bohatá, koľko potrebných makronutrientov a mikronutrientov prijímame vo svojej strave, nakoľko pokrývame svoje potreby a zistujeme taktiež vyváženosť a pestrosť stravy. Správna výživa má z hľadiska prísunu energie, stavebných látok a esenciálnych živín zabezpečiť fyziologické potreby organizmu, udržiavať dobrý zdravotný stav, rovnováhu látkovej premeny, imunitný stav, optimálnu psychickú a fyzickú aktivitu, dlhý vek a správny vývin (Kajaba, 2003). Nesprávna výživa môže mať za následok poruchy alebo ochorenia. Rakovina hrubého čreva je častejšia medzi skupinami ľudí, ktorí konzumujú vyššie množstvo živočíšneho tuku a málo vlákniny, tiež sú záznamy o tom, že rakovina prsníka môže byť spojená so stravou s vysokým obsahom tuku, nízkym obsahom vlákniny a vysokou konzumáciou mäsa (Tamparo, 2016). Na hodnotenie použitý 3-dňový nutričný protokol sme rozdelili na dva dni v týždni a jeden deň víkendový, preto aj pri samotnom hodnotení sme zachovali toto rozdelenie. Môžeme skonštatovať, že v deviatich parametroch, a to konkrétne pri energii (104,52 – 112,69 %), tukoch (124,77 – 155,86 %), bielkovinách (168,89 – 179,56 %), vitamíne B₁ (123,41 – 130,22 %), fosfore (102,99 – 114,38 %), sodíku (239,90 – 272,78 %), železe (110,73 – 124,59 %), monoénových mastných kyselinách (108,17 – 117,40 %)

a nasýtených mastných kyselín (110,47 – 128,64 %) došlo k výraznému prekročeniu noriem. Pri energii došlo k prekročeniu normy počas dní v týždni, pri tukoch, bielkovinách, vitamíne B₁, fosfore, sodíku, železe a nasýtených mastných kyselín vo všetkých troch dňoch. Pri monoénových mastných kyselín došlo k prekročeniu normy počas jedného dňa v týždni a víkendového dňa (obr. 1).



Obr. 1 Priemerné plnenie nutričného príjmu (%)

Príjem energie hodnotíme v rámci príjmu raňajok, desiatej, obedu, olovrantu, večere a II. večere. Priemerný príjem energie bol 10 755,24 kJ. V priemere najvyšší energetický príjem pokrýval obed, pričom u jedného probanda došlo k výraznému príjmu energie počas II. večere (10 183,61 kJ). Z hľadiska zachovania optimálnej telesnej hmotnosti sa energetický príjem musí rovnať energetickému výdaju (vo forme telesnej aktivity a tepla). V porovnaní s odporúčaniami bolo rozdelenie príjmu energie počas dňa vyhovujúce. Raňajky tvorili 18,8 % (2 016,81 kJ), desiatka 7 % (747,50 kJ), olovrant 10,40 % (1 114,94 kJ), II. večera 9 % (963,27 kJ). Odlišnosti sa ukázali len pri príjme obeda (3063,71 kJ) a večere (2849,01 kJ), kedy by sa mal zvýšiť príjem energie počas obeda o 6,5 % (odporúčaný – 35 %; aktuálny príjem – 28,5 %), a zároveň znížiť o rovnaké množstvo počas večere (odporúčaný – 20 %; aktuálny príjem – 26,5 %). Naopak, môžeme skonštatovať porušenie jedného z pravidiel racionálnej výživy, v ktorom sa hovorí o častejšej frekvencii menšej porcie jedla, ktorá by mala byť 5 – 6-krát denne. Naš výskum poukázal na jedného účastníka, ktorý neraňajkuje, piati participanti nedesiatujú, traja neolovrantujú a 11 (36,67 %) vo svojej strave vynechávajú II. večeru. Dôležitý je tiež vyvážený pomer jednotlivých živín: 10 – 15 % bielkovín, 25 – 30 % tukov a 60 – 65 % sacharidov. V našom súbore bolo rozdelenie nasledovné: 20,3 – 24 % bielkovín; 14,9 – 29,3 % tukov a 50,4 – 61 % sacharidov. Celkové zloženie stravy môže mať oveľa väčší vplyv na riziká vzniku neinfekčných ochorení hromadného výskytu ako jednotlivé živiny. Preto sa odborníci viac sústreďajú na celkovú skladbu stravy ako na jednoduché výpočty jednotlivých živín (Brát, 2015).

Sledovaná skupina probandov svojou priemernou spotrebou energie vo výške 10 755,24 kJ prekročila odporúčané množstvo 10 216,67 kJ o celých 5,27 %, čo tvorí 538,57 g. Jeden z probandov prekročil so svojim príjmom 32 412,45 kJ trojnásobne odporúčanú spotrebu. Ako je spomenuté vyššie, pre udržanie hmotnosti je dôležité zachovať rovnováhu v príjme a výdaji energie. Ak je energetický príjem dlhodobo vyšší ako je fyziologická potreba organizmu, dochádza k zvyšovaniu telesnej hmotnosti a k vzniku rizika rozvoja obezity a s ňou spojených zdravotných komplikácií. Príčinou nadmerného energetického príjmu je najčastejšie vysoko-

energetická strava, ktorá zvyšuje riziko nadhmotnosti a obezity najmä u osôb so sedavým spôsobom života (Dobiášová a Bučková, 2013). Na druhej strane, v našom súbore sa nachádzali aj probandi, ktorí nedosahovali svojou spotrebou energie odporúčané množstvá. Jeden z nich prijal 4403,46 kJ, čo pokrýva 41 % odporúčaného množstva. V prípade dlhodobého nenaplnenia energetickej potreby organizmu, dochádza k strate hmotnosti, čo môže viesť až k vzniku podhmotnosti a s ňou pridruženým ťažkostiam. Znižovanie hmotnosti, ktoré je spojené s nízkym príjmom energie súvisí nielen so stratou tukovej, ale najmä so stratou svalovej hmoty. Taktiež môže dôjsť k deficiencii dôležitých minerálnych látok a vitamínov čo vedie k ďalším zdravotným poruchám spojeným s konkrétnymi deficitnými mikroživinami a makroživinami.

Bielkoviny sú nevyhnutné pre obnovu buniek, rast, tvorbu protilátok a podieľajú sa na tvorbe niektorých hormónov. V prípadoch, keď organizmus nemá už žiadne zásoby, využíva bielkoviny aj na pokrytie potrieb energie. 1 g bielkovín má 17 kJ (URL 2). Príjem bielkovín by sa mal počas dňa postupne zvyšovať a nahrádzať sacharidy. Obr. 25 nám zobrazuje hlavný príjem bielkovín na raňajky, obed a večeru. Najvyšší príjem bielkovín je na obed (37,75 g), na večeru je príjem nižší (24,74 g), ale zároveň vyšší ako na raňajky (17,56 g), na olovrant a desiati klesol pod 6,68 g. Jeden z probandov mal veľmi vysoký príjem bielkovín v čase II. večere, a to 93,04 g. Príjem bielkovín v množstve 99,73 g sa pohybuje mimo odporúčané množstvá 51 – 66 g. Priemerná spotreba prekračuje odporúčané maximálne množstvo o 33,73 g. Jeden z účastníkov výskumu prekročil maximálnu hranicu 4,5-násobne; z čoho môžu vzniknúť zdravotné komplikácie. Bez známk metabolického stresu podporuje krátkodobé zvýšenie príjmu bielkovín znižovanie hmotnosti tým, že vyvoláva pocit plnosti (Boscoe a Listow, 2008). V prípade krátkodobého stravovania zdravých ľudí vysoko bielkovinovou stravou nedochádza k poškodeniu zdravia (URL 3). Dlhodobým metabolizmom veľkého množstva bielkovín dochádza k zaťaženiu obličiek z dôvodu zvýšenej tvorby močoviny, ktorá so sebou odnáša dusík a je odpadovým produktom nášho tela. Telo nedokáže skladovať bielkoviny do zásoby, takže je dôležitý ich pravidelný príjem a správne načasovanie (URL 15). Taktiež dlhodobá konzumácia väčšieho množstva bielkovín ako potrebuje telo spôsobuje dehydratáciu a vyplavovanie dôležitých kostných minerálov (Mercola, 2017). Vo Weigleovej (2005) štúdii bola zistená, porovnateľnosť medzi zvýšením obsahu bielkovín v strave s nízkosacharidovými diétami, čo znamená rýchly úbytok hmotnosti a telesného tuku. V tomto prípade táto zmena nebola dôsledkom redukcie obsahu sacharidov v strave, ale trvalým znížením chuti do jedla. Ďalej bolo zistené, že ak sa nahradia tuky bielkovinami môže sa očakávať vyšší úbytok hmotnosti v porovnaní s nahradením tukov sacharidmi. Medzi probandmi sa nachádzali účastníci, ktorí nenapĺňali stanovené odporúčané množstvá. Ich príjem bol 40,69 g, čo je o 0,8 % menej. V prípade dlhodobého nedostatočného príjmu bielkovín vznikajú zdravotné komplikácie, ako sú oslabenie imunity, zhoršené hojenie rán, častejší výskyt zápalov a infekcií, psychické poruchy, znížená detoxikačná funkcia pečene, opuchy a i.

Sacharidy sa využívajú predovšetkým ako zdroj energie (1 g sacharidov poskytuje 17 kJ energie). V prípade, ak sa získaná energia nespotrebuje, uloží sa vo forme tuku (Blatná, 2005). Preto by sa mal príjem sacharidov sústrediť najmä na raňajšie a doobedňajšie hodiny, kedy je najvyššia možnosť spotrebovať prijaté sacharidy na aktivity vykonávané počas celého dňa. Príjem sacharidov by mal počas dňa postupne klesať. V rámci uskutočneného výskumu, ako ukazuje Obr. 18, mali účastníci najvyšší príjem na obed (87,04 g), pričom na večeru (79,74 g) bol príjem vyšší ako na raňajky (69,25 g) a najnižší bol počas II. večere (22,79 g). Na olovrant (36,89 g) účastníci skonzumovali 1,32 x viac sacharidov ako počas desiatej (27,93 g). Sledovaný súbor svojim príjmom 323,47 g nedosahoval v priemere odporúčanú spotrebu sacharidov (395,43 g). Rozdiel medzi hodnotami je 71,96 g. Jeden z probandov vykazoval príjem sacharidov 708,10 g čo je o 266,10 g viac ako je maximálna hodnota odporúčanej spotreby. Úloha sacharidov pri rozvoji nadhmotnosti a obezity závisí od ich charakteru. Jednoduché cukry (sacharóza, fruktóza) sú spojené so zvyšovaním hmotnosti, zatiaľ čo komplexné sacharidy neprispievajú k rozvoju obezity. Na rozdiel od tukov dochádza pri zvýšenom príjme sacharidov k adaptačnému zvýšeniu ich spaľovania. Až pri dlhodobom nadmernom príjme ich začne organizmus premieňať na zásobný

tuk (Hainer, 2011). Naopak, pri nedostatočnom zásobení sacharidmi dokáže ľudské telo premeniť určité bielkovinové zložky, kyselinu mliečnu a glycerol na glukózu. Pri dlhodobejšom nedostatku sacharidov sa organizmus prispôbuje tak, že produkuje určité enzýmy, ktoré umožňujú mozgu a svalom využiť ketolátky (Großhauserová, 2015).

Hodnotením nutričných protokolov sme ďalej zistili, že probandi so svojou priemernou spotrebou vlákniny (22,38 g) nenaplnili odporúčanú spotrebu, ktorá sa pohybovala v rozmedzí 24 – 26 g. Môžeme skonštatovať, že stav zníženého príjmu vlákniny, môže viesť k rôznym zdravotným problémom, ako sú napr. zápcha či spomalenie črevnej peristaltiky (Stackeová, 2013). Ľudia s nižším príjmom vlákniny majú tendenciu priberať, nakoľko dostatočný príjem vlákniny spomaľuje vyprázdňovanie žalúdka, zvyšuje pocit sýtosti a znižuje energetický príjem. Vlákninu považujeme za jeden z významných faktorov prevencie obezity. Taktiež s príjmom vlákniny súvisí spomalené vstrebávanie a trávenie priamo v tráviacom ústrojenstve. Potraviny s obsahom vlákniny majú nižší glykemický index a tým prispievajú k redukcii nadhmotnosti. Znižuje hladinu tukov v krvi, čím pôsobí preventívne voči ateroskleróze (Středa, 2009). Pri vláknine sa zistili aj ďalšie pozitívne dopady na zdravie, mimo iné znižuje riziko srdcových a mozgových cievnych príhod a pomáha pri kontrole diabetu (Clark, 2013).

ZÁVER

Chlieb, spolu so všetkými pekárskymi výrobkami, tvorí základnú potravinu výživy takmer každého jednotlivca. Potraviny z obilnín tvoria základ Mojej potravinovej pyramídy, podľa ktorej je odporúčaný denný príjem 6 – 11 porcií. Novší potravinový sprievodca MyPlate odporúča $\frac{1}{4}$ taniera venovať takémuto typu potravín. Záleží najmä na výbere druhu pečiva. Podľa zásad racionálnej výživy, by sme mali uprednostňovať pečivo celozrnné, biele pečivo by sme sa mali snažiť obmedziť alebo úplne vylúčiť zo svojho jedálnička, nakoľko sa vyrába z bielej múky, ktorá má vysoký glykemický index. Sledovali sme skupinu 30 zdravých ľudí, z toho 13 mužov a 17 žien, vo veku 21 – 53 rokov. Výskum bol realizovaný po dobu 6 týždňov, kedy všetci účastníci dostávali pečivo trikrát týždenne v dávke diferencovanej podľa pohlavia. Ženy dostávali 150 – 200 g.deň⁻¹ a muži 200 – 250 g.deň⁻¹ pečiva. Všetci probandi podpísaním informovaného súhlasu potvrdili nielen informovanosť ale aj ich dobrovoľnú účasť na tejto štúdii. V štúdii sme na hodnotenie nutričného stavu použili metódu trojdňového nutričného protokolu. V ňom mali probandi zaznamenať dva dni v týždni a jeden víkendový deň. Na jeho spracovanie sme použili program Mountberry – Nutrition & Fitness Software, 2011, Version 1.1. Po vyhodnotení všetkých protokolov môžeme skonštatovať prekročenie noriem viacerých parametrov, konkrétne energie (104,52 – 112,69 %), tukov (124,77 – 155,86 %), bielkovín (168,89 – 179,56 %), vitamínu B1 (123,41 – 130,22 %), fosforu (102,99 – 114,38 %), sodíka (239,90 – 272,78 %), železa (110,73 – 124,59 %), monoénových mastných kyselín (108,17 – 117,40 %) a nasýtených mastných kyselín (110,47 – 128,64 %). Probandi v porovnaní s odporúčaniami mali vyhovujúce rozdelenie príjmu energie počas dňa. Raňajky tvorili 18,8 % (2016,81 kJ), desiata 7 % (747,50 kJ), olovrant 10,40 % (1114,94 kJ), II. večera 9 % (963,27 kJ). Odchýlky sa preukázali pri obede 28,5 % (3063,71 kJ) a večeri 26,5 % (2849,01 kJ). Probandi porušili zásadu – konzumovať jedlo viackrát za deň v menšej porcii. Ukázalo sa, že jeden proband vynechával raňajky, piati probandi desiatu, traja olovrant a 11 do svojej stravy nezaraďovali II. večeru. Taktiež sme sa zamerali na trojpomer jednotlivých živín, ktorý bol v nami sledovanej skupine nasledovný: 20,3 – 24 % bielkovín; 14,9 – 29,3 % tukov a 50,4 – 61 % sacharidov. Dôležitá je aj štruktúra prijímaných tukov v závislosti od zloženia mastných kyselín. Odporúčaný je nasledovný model: nasýtené mastné kyseliny – 10 %; monoénové mastné kyseliny (radu n-9) 10 – 12 %; nenasýtené mastné kyseliny (radu n-3 a n-6) 8 – 10 %. V našom výskume sme zistili 14,52 % príjem polyénových mastných kyselín; 25,33 % monoénových mastných kyselín a 29,92 % nasýtených mastných kyselín. Celkové zloženie stravy môže mať oveľa väčší vplyv na riziká

vzniku neinfekčných ochorení hromadného výskytu ako jednotlivé živiny. Po zhodnotení nutričných protokolov, môžeme skonštatovať, že stravovacie návyky našich probandov nekorešpondujú so zásadami racionálnej stravy, čo môže viesť k rôznym poruchám zdravia. Z tohto výskumu vyplýva najvyššie riziko vzniku obezity, kardiovaskulárnych ochorení, aterosklerózy, infarktu myokardu, hypertenzie, a taktiež u niektorých môže dochádzať k zaťažovaniu obličiek pri dlhodobo vyššej konzumácii bielkovín. Naopak, ak je konzumácia bielkovín zvýšená iba krátkodobo, dochádza k dlhšiemu pocitu sýtosti.

Pod'akovanie: Práca vznikla s podporou projektu „Vplyv konzumácie vybraných potravinových zdrojov rastlinného pôvodu na nutričný a zdravotný stav probandov“ Grantovej agentúry FAPZ, SPU v Nitre (**GA 1/2021**); projektu „Zhodnotenie efektivity implementácie Nutri-score ako nástroja Front-of-Pack Labelling (FOPL) vo vzťahu k výživovému a spotrebiteľskému správaniu slovenskej populácie“ Grantovej agentúry FAPZ SPU v Nitre (**GA FAPZ 1/2022**) a projektu „Prepojenie vysokoškolského vzdelávania s praxou prostredníctvom implementácie praktickej výučby v rámci nového predmetu Nutričné poradenstvo“ (**KEGA 003SPU-4/2022**).

LITERATÚRA

1. ARENDT, E. K. – ZANNINI, E. 2013. *Cereal grains for the food and beverage industries*. Cambridge : Woodhead Publishing Limited. 512 pp. ISBN 978-0- 85709-892-4.
2. BLATTNÁ, J. *Výživa na začiatku 21. storočia, aneb, O výživě aktuálně a se zárukou*. Praha: Nadace NutriVIT, 2005. 79 s. ISBN 8023962027.
3. BOJŇANSKÁ, T. – URMINSKÁ, D. 2010. Influence of natural additives on protein complex of bread. *Potravinářstvo* 2010;4(4)1-5. doi: 10.5219/77.
4. BOSCOE, A. B. – LISTOW, Ch. R. 2008. *Protein research progress*. New York : Nova Science Publishers. 253 pp. ISBN 978-1-60021-663-3.
5. BRÁT, J. 2015. Vývoj výživových doporučení pro tuky. *Výživa a potraviny* 2015;70(6):146-149. ISSN 1211-846X
6. BUCKLAND, H. – KEEPIN, J. 2016. *WJEC GCSE Food and Nutrition*. [s. l.] : Hodder Education. 272 pp. ISBN 978-1471867514.
7. CLARK, Nancy. 2013. *Sports Nutrition Guidebook*. 5th ed. [s. l.] : Human Kinetics. 520 pp. ISBN 9781450467278.
8. DOBIÁŠOVÁ, V. – BUČKOVÁ, Ľ. 2013. *Zdravý štýl života a nadhmotnosť a obezita*. Kampaň „Odstráň obezitu“ [online]. © 2013 [cit. 2022-08-24]. Dostupné na internete: <<http://szstn.edupage.org/files/Obezita.pdf>>.
9. FORT, Petr. 2007. *Tak co mám jíst?* Praha : Grada Publishing. 417 s. ISBN 978-80- 247-1459-2.
10. GELLYNCK, X. et al. 2009. Consumer perception of bread quality. *Appetite* 2009;53(1):16-23. doi: 10.1016/j.appet.2009.04.002.
11. GROßHAUSEROVÁ, M. 2015. *Sportovní výživa pro vegetariány a vegany*. Praha : Grada Publishing. 136 s. ISBN 978-247-5913-5.
12. HAINER, V. et al. 2011. *Základy klinické obezitologie*. 2 preprac. a dopl. vyd. Praha : Grada Publishing. 464 s. ISBN 978-80-247-7530-2.
13. KAJABA, I. – ROSIVAL, L. Racionálna výživa. In *Vademecum Medici*. 6. preprac., akt., dopl. a roz. vyd. Martin : Osveta. s. 445 – 457. ISBN 80-8063-115-8.
14. KOHOUT, P. 2011. *Dokumentace a hodnocení nutričního stavu pacientů: Svazek III*. Praha : Forsapi. 60 s. ISBN 978-80-87250-12-9.

15. KUBICOVÁ, D. et al. 2004. *Náuka o požívatinách*. Martin : Osveta. 159 s. ISBN 80-8063-165-4.
16. MAZULA, R. – WOHL, P. – WOHL, P. 2009. Nutriční stav pacienta a možnosti jeho hodnocení. *Interní medicína pro praxi* 2009;11(1):45- 47. Dostupné na internete: <http://kramerius.medvik.cz/search/nimg/IMG_FULL/ uuid:32ae9c5b-69c3-11e3- 93fe-d485646517a0#page=2>.
17. McKENNA, J. 2013. *Good food: Can you trust what you are eating?* [s. l.] : Gill & Macmillan. 224 pp. ISBN 978-0717154258.
18. MERCOLA, J. et al. 2017. *Fat for fuel: A revolutionary diet to combat cancer, boost brain power, and increase your energy*. [s. l.] : Hay House. 368 pp. ISBN 978-141953775.
19. MUCHOVÁ, Z. et al. 2011. *Hodnotenie surovín a potravín rastlinného pôvodu*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita. 220 s. ISBN 978-80-552-0564-9.
20. MULLANI, K. 2011. *Food 101 – Gluten: What gluten is, why it affects so many people, and natural ways to reduce symptoms of intolerance*. Boise : Tru Endeavors. 33 pp.
21. PÁNEK, J. – POKORNÝ, J. – DOSTÁLOVÁ. 2002. *Základy výživy a výživová politika*. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická. 219 s. ISBN 80-7080-468- 8.
22. PETERSEN, V. – PETERSEN, R. 2009. *The gluten effect: How „innocent“ wheat ruining your health*. DC : True Health Publishing. 347 pp. ISBN 978-0-9822711-00.
23. STACHEOVÁ, D. 2013. *Fitness manuál pro ženy: cvičení ve fitness centru*. Praha : Grada Publishing. 136 s. ISBN 978-80-247-4437-7.
24. STŘEDA, L. 2009. *Univerzita hubnutí*. 2 vyd. [s. l.] : www.euroinstitut.eu. 251 s. ISBN 978-87372-00-5.
25. TAMPARO, C. D. 2016. *Diseases of the Human body*. 6th edition. Philadelphia : F. A. Davis Company. 509 pp. ISBN 9780803644519.
26. URL 1: <http://www.biochemicka.cz/clanek-37/nadmerny-prijem-bilkovin> [cit. 2017-03-18]
27. URL 2: <http://www.galenus.cz/clanky/vyziva/bilkoviny-bilkoviny-ve-vyzive> [cit. 2017-03-20]
28. URL 3 :<http://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/expertanswers/high-protein-diets/faq-20058207> [cit. 2017-03-20]
29. WEIGLE, D. S. et al. 2005. A high-protein diet induces sustained reductions in appetite, ad libitum caloric intake, and body weight despite compensatory changes in diurnal plasma leptin and ghrelin concentrations. *American Journal of Clinical nutrition* 2005;82(1):41-48. ISSN: 1938-3207.
30. ZHOU, W. et al. 2014. *Bakery products science and technology*. 2nd ed. [s. l.] : Wiley Blackwell. 743 pp. ISBN 9781118792001.

Kontaktná adresa:

Ing. Petra Lenártová, PhD., Ústav výživy a genomiky FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: petra.lenartova@uniag.sk

METABOLICKY ZDRAVÁ OBEZITA U ŽIEN V PRODUKTÍVNO VEKU

METABOLIC HEALTH OBESITY IN WOMEN OF PRODUCTIVE AGE

Lorková Marta¹, Gažarová Martina², Habánová Marta², Lenártová Petra², Jančichová Kristína¹, Bihari Maroš²

¹Výskumné centrum AgroBioTech, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

²Ústav výživy a genetiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

Summary

Obesity creates prerequisites for the development of metabolic and cardiovascular diseases. The concept of metabolically healthy obesity (MHO) suggests that a subset of obese individuals may be free of the cardiometabolic risk factors that are commonly present in obese individuals. The reported prevalence of MHO varies widely and is likely due to the lack of generally accepted criteria for the definition of metabolic health and obesity. In our monitored group of women with an average age of 54, we recorded 11.54% of metabolically healthy individuals in the obese group.

Key words: obesity, metabolic health, women

ÚVOD

Počet ľudí s nadhmotnosťou a obezitou stále celosvetovo rastie. Problémom je aj narastajúci počet detí a adolescentov s týmto problémom (Caballero, 2019). Obezita je aktuálne považovaná za ochorenie s rôznou etiológiou vzniku a ovplyvnená viacerými genetickými, socioekonomickými a kultúrnymi faktormi (Apovian, 2016). Podľa Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO) je obezita komplexné multifaktoriálne ochorenie definované nadmernou adipozitou a je spojená so zvýšeným rizikom mnohých neprenosných ochorení. Na rozdiel od názoru, že obezita predstavuje len rizikový faktor chorôb, Svetová federácia obezity vyhlásila samotnú obezitu za chronické, recidivujúce progresívne ochorenie (Bray et al., 2017). Nadhmotnosť a obezita postihuje takmer 60 % dospelých a takmer každé tretie dieťa (29 % chlapcov a 27 % dievčat) v európskom regióne (WHO).

Pri každom zvýšení body mass indexu (BMI) o 5 jednotiek nad 25 kg.m⁻² sa celková úmrtnosť zvýši o 29 %, vaskulárna úmrtnosť o 41 % a úmrtnosť súvisiaca s diabetom o 210 % (Whitlock et al., 2009).

Obezita sa zvyčajne klasifikuje podľa BMI. Vypočítava sa ako telesná hmotnosť v kilogramoch delená výškou v metroch na druhú (kg.m⁻²). Podľa BMI sú jednotlivci zaradení do piatich rôznych kategórií, a to normálna hmotnosť: 18,5 – 24,9 kg.m⁻², nadhmotnosť: 25,0 – 29,9 kg.m⁻², obezita 1. stupňa: 30,0 – 34,9 kg.m⁻², obezita 2. stupňa: 35,0 – 39,9 kg.m⁻² a ≥ 40 kg.m⁻² predstavuje obezitu 3. stupňa (WHOa).

Bennasar-Veny et al. (2013) uvádzajú, že pomer obvodu pásu k obvodu bokov (WHR) a obvod pásu (WC) sú lepšie ukazovatele adipozity ako BMI. Index telesnej hmotnosti nám neposkytuje presnú predstavu o zložení tela, ako je podiel telesnej hmotnosti pozostávajúci z tuku alebo rozloženie tuku (Ashwell et al., 2014). Napriek tomu je BMI teraz medzinárodne uznávanou štandardnou metódou používanou výskumníkmi a ostatnými, ktorí sa zaoberajú ľudským zdravím, a to aj napriek jej alternatívam (Whitlock et al., 2009; Jensen et al., 2014).

Presná príčina obezity nie je známa. Vedci predpokladajú, že existuje zložitý vzťah medzi biologickými, psychosociálnymi a behaviorálnymi faktormi, medzi ktoré patrí genetická výbava, socioekonomický stav a kultúrne vplyvy (Skelton et al., 2011). Obezita je spojená s mikroorganizmami, epigenetikou, zvyšujúcim sa vekom matiek, nedostatkom

spánku, endokrinným narušením, vplyvom niektorých farmaceutík a pod. (McAllister et al., 2009).

Epidemiologicky v krajinách s nízkymi príjmami postihuje obezita väčšinou dospelých v strednom veku, zatiaľ čo v krajinách s vysokými príjmami postihuje obe pohlavia a všetky vekové kategórie (Swinburn et al., 2011). Na druhej strane zvýšená miera obezity spôsobuje vysoké zaťaženie zdravotníckeho systému a k veľkej ekonomickej záťaži vo všetkých krajinách (Rtveladze et al., 2014). Keavera et al. (2013) odhadujú, že nadhmotnosť a obezita do roku 2030 dosiahnu úroveň 89 % u mužov a 85 % u žien. To povedie k zvýšeniu prevalencie koronárnej choroby srdca súvisiacej s obezitou o 97 %, rakoviny o 61 % a diabetu 2. typu o 21 %. Tým sa výrazne zvýšia priame náklady na zdravotnú starostlivosť. V tomto ohľade by sa vynaloženie nákladov na zdravotnú starostlivosť v súvislosti s chorobami s obezitou malo vyhodnotiť na základe epidemiologických údajov s ohľadom na to, či je obézna populácia metabolicky zdravá alebo nie (Engin, 2017).

Metabolicky zdravá obezita (MHO) je koncept odvodený z klinických pozorovaní, že podskupina ľudí s obezitou nevykazuje zjavné kardiovaskulárne abnormality (Iacobini et al., 2018; Blüher, 2020). Hoci neexistuje štandardizovaná definícia MHO, okrem diagnózy obezity boli navrhnuté nasledujúce kritériá ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg.m}^{-2}$): triacylglyceroly v sére nalačno $\leq 1,7 \text{ mmol.l}^{-1}$; koncentrácie HDL cholesterolu v sére $> 1,0$ (u mužov) alebo $> 1,3 \text{ mmol.l}^{-1}$ (u žien); systolický krvný tlak $\leq 130 \text{ mmHg}$; diastolický krvný tlak $\leq 85 \text{ mmHg}$; glukóza v krvi nalačno $\leq 6,1 \text{ mmol.l}^{-1}$ ($\leq 100 \text{ mg.dl}^{-1}$); žiadna liečba dyslipidémie, diabetu alebo hypertenzie; a žiadne prejavy kardiovaskulárnych ochorení (Tsatsoulis et al., 2020; Blüher, 2020). Jedinci s MHO sa vyznačujú nižším obsahom pečeneového a viscerálneho tuku, ale vyšším obsahom podkožného tuku v nohách. Vyskytuje sa u nich vyššia fyzická aktivita, čo sa prejavuje vyššou kardiorespiračnou kondíciou, vyššou citlivosťou na inzulín, nižšími hladinami zápalových markerov a normálnou funkciou tukového tkaniva v porovnaní s pacientmi s metabolicky nezdravou obezitou (MUO). Metabolicky zdravá obezita s najväčšou pravdepodobnosťou predstavuje prechodný fenotyp a jedinci s MHO majú stále indikáciu pre intervencie na chudnutie, pretože ich riziko vzniku kardiovaskulárnych ochorení môže byť nižšie v porovnaní s MUO, ale je stále vyššie ako u metabolicky zdravých chudých ľudí (Blüher, 2020).

Cieľom práce bolo zistiť a porovnať antropometrické a biochemické parametre žien s metabolicky zdravou a nezdravou obezitou vo vybranej skupine v produktívnom veku.

MATERIÁL A METÓDY

V našej práci sme sa rozhodli zhodnotiť metabolické zdravie žien v produktívnom veku (41 až 64 rokov). Náhodne vybraná skupina žien podstúpila antropometrické a biochemické merania. Každá z probandiek nám poskytla písomný informovaný súhlas s meraním a so spracovaním osobných údajov na výskumné účely. Výskum schválila Etická komisia pri Špecializovanej nemocnici sv. Svorada Zobor, n.o. Nitra.

Antropometrické merania boli realizované na prístroji InBody 720 (Biospace Co. Ltd., Seoul, republic of Korea), ktorý analyzuje kompozíciu tela. Prístroj InBody využíva technológiu DSM-BIA a DSMF-BIA (priama segmentálna multifrekvenčná frekvenčná bioelektrická impedančná analýza). Meranie bolo realizované po 12 hodinovom lačnení, za presne definovaných podmienok. Z merania boli vylúčené tehotné ženy a ženy s kardiostimulátorom.

Biochemické parametre boli analyzované z venóznej krvi pomocou plnoautomatického analyzátoru BIOLIS 24i premium (Tokyo Bocki Medisys, Japonsko), odobratej stanoveným štandardným spôsobom po 12 hodinovom lačnení.

Metabolické zdravie obéznych žien bolo definované na základe kritérií Blühera (2020), pričom probandky museli spĺňať všetky nasledujúce kritéria: hladina triacylglycerolov v sére nalačno $\leq 1,7 \text{ mmol.l}^{-1}$; koncentrácie HDL cholesterolu v sére $> 1,3 \text{ mmol.l}^{-1}$ u žien; systolický krvný tlak $\leq 130 \text{ mmHg}$; diastolický krvný tlak $\leq 85 \text{ mmHg}$; glukóza v krvi nalačno $\leq 6,1 \text{ mmol.l}^{-1}$; žiadna liečba dyslipidémie, diabetu alebo hypertenzie.

Všetky údaje boli spracované pomocou programu Microsoft Office Excel 2016 (Los Angeles, CA, USA) v kombinácii s XLSTAT (Data Analysis and Statistical Solution for Microsoft Excel, Addinsoft, Paris, France 2017, verzia 2019). Premenné boli vyjadrené ako relatívny počet (%). Výsledky boli hodnotené prostredníctvom popisnej štatistiky (priemer, smerodajná odchýlka).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Štúdie sa zúčastnilo 86 žien s priemerným vekom $54,99 \pm 5,41$ roka. Základná charakteristika súboru vo vzťahu k antropometrickým a biochemickým ukazovateľom je uvedená v tabuľke 1. Hodnotené parametre sú uvedené ako priemer a smerodajná odchýlka. Pri antropometrických parametroch (BMI, pomer pás boky (WHR), percento tuku v tele, viscerálny tuk a obvod pásu) sme zaznamenali priemerne vyššie hodnoty ako je odporúčaná norma pre daný parameter.

Tab. 1 Základná charakteristika súboru

	Ženy (n=86)	Norma
Antropometrické parametre		
BMI (kg.m^{-2})	$28,49 \pm 4,39$	18,5 – 24,9
WHR	$0,98 \pm 0,05$	0,75 – 0,85
Percento tuku v tele (%)	$39,08 \pm 5,82$	18 - 28
Viscerálny tuk (cm^2)	$121,97 \pm 26,91$	< 100
Obvod pásu (cm)	$99,25 \pm 10,48$	< 80
Kostrové svalstvo (kg)	$25,49 \pm 2,96$	
Tuk v tele (kg)	$30,66 \pm 8,66$	
Celková voda v tele (l)	$34,14 \pm 3,65$	
Bazálny metabolizmus (kJ)	$1375,75 \pm 107,97$	
Biochemické parametre		
Glukóza (mmol.l^{-1})	$5,37 \pm 1,07$	$\leq 6,1$
Celkový cholesterol (mmol.l^{-1})	$6,16 \pm 1,05$	$< 5,19$
Triacylglyceroly (mmol.l^{-1})	$1,38 \pm 0,57$	$\leq 1,7$
Lipoproteíny nízkej hustoty (LDL) (mmol.l^{-1})	$3,76 \pm 0,80$	$< 2,6$
Lipoproteíny vysokej hustoty (HDL) (mmol.l^{-1})	$1,55 \pm 0,36$	$> 1,3$
Krvný tlak – systolický (mmHg)	$135,14 \pm 17,14$	≤ 130
Krvný tlak – diastolický (mmHg)	$85,46 \pm 9,17$	≤ 85

Vysvetlivky: BMI – index telesnej hmotnosti, WHR – pomer obvodu pásu k obvodu bokov v cm

Ženy boli podľa hodnoty BMI rozdelená na tri skupiny (BMI 18,5 – 24,99 kg.m^{-2} – normálna hmotnosť; 25 – 29,99 kg.m^{-2} – nadhmotnosť; viac ako 30 kg.m^{-2} – obezita). Pri všetkých hodnotených antropometrických parametroch vidíme nárast priemernej hodnoty v závislosti od narastajúceho BMI. Tento trend pozorujeme aj pri hodnotení biochemických parametrov. Údaje sú uvedené v tabuľke 2.

Tab. 2 Základné antropometrické a biochemické parametre žien v závislosti od BMI

Katégoria BMI	Normálna hmotnosť	Nadhmotnosť	Obezita
Počet (%)	19,77	50	30,23
Antropometrické parametre			
BMI (kg.m ⁻²)	23,16 ± 1,41	27,33 ± 1,38	33,88 ± 3,07
WHR	0,93 ± 0,03	0,97 ± 0,04	1,01 ± 0,06
Percento tuku v tele (%)	32,87 ± 3,34	37,94 ± 3,78	45,04 ± 4,33
Viscerálny tuk (cm ²)	90,32 ± 11,72	117,62 ± 15,27	149,85 ± 21,49
Obvod pásu (cm)	87,32 ± 4,36	97,43 ± 5,34	110,50 ± 9,15
Kostrové svalstvo (kg)	23,03 ± 2,12	25,62 ± 2,31	26,86 ± 3,44
Tuk v tele (kg)	20,84 ± 3,16	28,57 ± 3,89	40,38 ± 7,25
Celková voda v tele (l)	31,24 ± 2,48	34,21 ± 0,92	35,92 ± 4,25
Čistá hmotnosť bez tuku (kg)	42,60 ± 3,40	46,71 ± 4,03	48,92 ± 5,81
Biochemické parametre			
Glukóza (mmol.l ⁻¹)	5,30 ± 0,47	5,38 ± 1,41	5,40 ± 0,64
Kyselina močová (mmol.l ⁻¹)	239,05 ± 34,61	315,15 ± 73,96	339,31 ± 75,67
Celkový cholesterol (mmol.l ⁻¹)	6,12 ± 0,91	6,16 ± 1,09	6,17 ± 1,12
Triacylglyceroly (mmol.l ⁻¹)	1,20 ± 0,47	1,38 ± 0,56	1,48 ± 0,63
Lipoproteíny nízkej hustoty LDL (mmol.l ⁻¹)	3,82 ± 0,82	3,77 ± 0,81	3,71 ± 0,82
Lipoproteíny vysokej hustoty HDL (mmol.l ⁻¹)	1,53 ± 0,38	1,55 ± 0,37	1,55 ± 0,34
Krvný tlak – systolický (mmHg)	142,12 ± 21,93	134,09 ± 16,36	132,31 ± 14,09
Krvný tlak - diastolický (mmHg)	84,53 ± 10,36	84,67 ± 9,28	87,37 ± 8,19

Vysvetlivky: BMI – index telesnej hmotnosti, WHR – pomer obvodu pásu k obvodu bokov v cm

Následne sme hodnotili skupinu žien s definovanou obezitou (BMI ≥ 30 kg.m⁻²). Metabolické zdravie v tejto skupine sme určili na základe kritérií Blühera (2020), ktorý stanovuje hladinu triacylglycerolov v sére nalačno $\leq 1,7$ mmol.l⁻¹; koncentrácie HDL cholesterolu v sére $> 1,3$ mmol.l⁻¹ u žien; systolický krvný tlak ≤ 130 mmHg; diastolický krvný tlak ≤ 85 mmHg; glukóza v krvi nalačno $\leq 6,1$ mmol.l⁻¹; žiadna liečba dyslipidémie, diabetu alebo hypertenzie. Ženy s metabolicky zdravou obezitou (MHO) museli spĺňať všetky definované kritéria. V nami sledovanom súbore ich splnilo 11,54 % obéznych žien. Táto skupina nevykazovala lepšie hodnoty antropometrických parametrov. Pri hodnotení BMI percentuálneho podielu tuku v tele, obsahu viscerálneho tuku a obvodu pásu mali mierne lepšie priemerné hodnoty ženy s metabolicky nezdravou obezitou, ktoré tvorili 88,46 % sledovaného súboru. Táto skupina žien ale vykazovala nepriaznivejšie hodnoty sledovaných biochemických parametrov. Výsledky sú uvedené v tabuľke 3.

Hlásená prevalencia MHO sa značne líši a je to pravdepodobne spôsobené nedostatkom všeobecne akceptovaných kritérií na definíciu metabolického zdravia a obezity. Prevalencia MHO bola vo všeobecnosti vyššia u žien v porovnaní s prevalenciou u mužov, pričom u oboch pohlaví s vekom klesá. Systematický prehľad uvádza, že MHO sa pohybovala od 6 do 75 %, v závislosti od niekoľkých sociodemografických premenných, ako je pohlavie, vek a rasová a etnická príslušnosť (Tsatsoulis a Paschou, 2020). Najvyššia prevalencia MHO u žien bola zistená vo Veľkej Británii (28,4 %) a v Holandsku (23,1 %). Najnižšia prevalencia bola pozorovaná vo Fínsku (7,3 %) a Nórsku (14 %) (van Vliet-Ostaptchouk et al., 2014).

Magkos (2019), uvádza, že približne 35 % všetkých jedincov s obezitou je metabolicky zdravých. Títo jedinci majú približne polovicu rizika vzniku diabetu 2. typu a kardiovaskulárnych ochorení v porovnaní s metabolicky nezdravými jedincami s obezitou, ale stále majú výrazne vyššie riziko (o 50 – 300 %) v porovnaní s metabolicky zdravými chudými jedincami. Metabolicky zdravá obezita musí byť liečená a táto potreba je posilnená

skutočnosťou, že tento fenotyp nie je stabilný v priebehu času, pretože približne 50 % týchto jedincov prestane byť metabolicky zdravými v priebehu 10 rokov.

Tab. 3 Rozdelenie žien s obezitou vo vzťahu k metabolickému zdraviu

	Metabolický nezdravá obezita	Metabolicky zdravá obezita
Počet (%)	88,46 %	11,54 %
Antropometrické parametre		
BMI (kg.m ⁻²)	33,74 ± 3,16	34,98 ± 2,48
WHR	1,01 ± 0,06	1,01 ± 0,02
Percento tuku v tele (%)	44,73 ± 4,49	47,46 ± 1,53
Viscerálny tuk	148,73 ± 22,62	158,42 ± 4,07
Obvod pásu (cm)	110,24 ± 9,69	112,36 ± 3,64
Kostrové svalstvo (kg)	26,82 ± 3,63	27,20 ± 1,80
Množstvo tuku v tele (kg)	44,90 ± 1,30	39,79 ± 7,51
Celková voda v tele (l)	35,85 ± 4,47	36,47 ± 2,32
Čistá hmotnosť bez tuku (kg)	48,80 ± 6,12	49,80 ± 2,96
Biochemické parametre		
Glukóza (mmol.l ⁻¹)	5,47 ± 0,63	4,86 ± 0,40
Kyselina močová (mmol.l ⁻¹)	344,49 ± 74,74	299,60 ± 86,31
Celkový cholesterol (mmol.l ⁻¹)	6,28 ± 1,05	5,34 ± 1,44
Triacylglyceroly (mmol.l ⁻¹)	1,58 ± 0,61	0,74 ± 0,15
Lipoproteíny nízkej hustoty LDL (mmol.l ⁻¹)	3,82 ± 0,74	2,84 ± 1,04
Lipoproteíny vysokej hustoty HDL (mmol.l ⁻¹)	1,52 ± 0,34	1,78 ± 0,36
Krvný tlak - systolický	135 ± 12,24	111,67 ± 10,5
Krvný tlak - diastolický	88,83 ± 7,43	76 ± 3,61

Vysvetlivky: BMI – index telesnej hmotnosti, WHR – pomer obvodu pásu k obvodu bokov v cm

Dôležité je, že koncept MHO je možné aplikovať len na jednotlivcov, ktorí spĺňajú opísané kardiometabolické kritériá a nemal by byť nesprávne interpretovaný ako podskupina ľudí s obezitou bez akéhokoľvek zdravotného postihnutia, pretože okrem metabolických ochorení (napr. diabetes 2. typu, dyslipidémia, stukovatenie pečene) a kardiovaskulárnych ochorení (napr. hypertenzia, infarkt myokardu) je obezita spojená s osteoartrózou, bolesťami chrbta, astmou, depresiou a niektorými typy rakoviny (napr. prsníka, vaječníkov, hrubého čreva) čo samozrejme negatívne ovplyvňuje nasledujúcu kvalitu života (Blüher, 2020).

ZÁVER

Súčasný trend nárastu počtu ľudí s nadhmotnosťou a obezitou vytvára vysoký tlak na zdravotnícke zariadenia a ekonomiky štátov. Súvisí to s výrazným rizikom rozvoja metabolických a kardiovaskulárnych ochorení. Koncept metabolicky zdravej obezity naznačuje, že podskupina obéznych jedincov môže byť bez kardiometabolických rizikových faktorov, ktoré bežne sprevádzajú obéznych jedincov. Hlásená prevalencia MHO sa značne líši a je to pravdepodobne spôsobené nedostatkom všeobecne akceptovaných kritérií pre definíciu metabolického zdravia a obezity. V nami sledovanej skupine žien s priemerným vekom 54 rokov sme zaznamenali 11,54 % metabolicky zdravých jedincov v skupine obéznych žien.

Pod'akovanie: Príspevok vznikol s podporou a realizáciou projektov „Prepojenie vysokoškolského vzdelávania s praxou prostredníctvom implementácie praktickej výučby v rámci nového predmetu *Nutričné poradenstvo*“ Kultúrnej a edukačnej grantovej agentúry MŠVVaŠ SR (KEGA 003SPU-4/2022) a vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt „Dlhodobý strategický výskum prevencie, intervencie a mechanizmov obezity a jej komorbidít“ (ITMS: 313011V344) spolufinancovaných zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

1. APOVIAN, C.M. 2016. Obesity: definition, comorbidities, causes, and burden. *Am J Manag Care*. 2016;22(7):176-85. PMID: 27356115
2. ASHWELL, M. 2012. Plea for simplicity: use of waist-to-height ratio as a primary screening tool to assess cardiometabolic risk. 2012;2(1-2):3-5. doi: 10.1111/j.1758-8111.2012.00037.x.
3. BENNASAR-VENY, M. – LOPEZ-GONZALEZ, A.A. – TAULER, P. – CESPEDES, M.L. – VICENTE-HERRERO, T. – YAÑEZ, A. – TOMAS-SALVA, M. – AGUILO, A. 2013. Body adiposity index and cardiovascular health risk factors in Caucasians: A comparison with the body mass index and others. *PLoS One* 2013;8: 63999. doi:10.1371/journal.pone.0063999
4. BRAY, G.A. – KIM, K.K. – WILDING, J.P.H. - World Obesity Federation. 2017. Obesity: a chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. *Obes Rev*. 2017;18(7):715-723. doi: 10.1111/obr.12551
5. CABALLERO, B. 2019. Humans against Obesity: Who Will Win? *Adv Nutr*. 2019;10::4-9. doi: 10.1093/advances/nmy055
6. ENGIN A. The Definition and Prevalence of Obesity and Metabolic Syndrome. *Adv Exp Med Biol*. 2017;960:1-17. doi: 10.1007/978-3-319-48382-5_1
7. IACOBINI, C. – PUGLIESE, G. – BLASETTI FANTAUZZI, C. – FEDERICI, M. – MENINI, S. 2019. Metabolically healthy versus metabolically unhealthy obesity. *Metabolism*. 2019;92:51-60. doi: 10.1016/j.metabol.2018.11.009
8. JENSEN, M.D. – RYAN, D.H. – APOVIAN, C.M. et al. 2013. AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(25):2985-3023. doi: 10.1016/j.jacc.2013.11.004
9. KEAVER, L. – WEBBER, L. – DEE, A. – SHIELY, F. – MARSH, T. – BALANDA, K. – PERRY, I.J. – PERRY, I. 2013. Application of the UK foresight obesity model in Ireland: The health and economic consequences of projected obesity trends in Ireland. *PLoS One* 8: e79827. doi:10.1371/journal.pone.0079827
10. MAGKOS, F. 2019. Metabolically healthy obesity: what's in a name? *Am J Clin Nutr*. 2019;110(3):533-539. doi: 10.1093/ajcn/nqz133.
11. MC ALLISTER, E.J. – DHURANDHAR, N.V. – KEITH, S.W. et al. 2009. Ten putative contributors to the obesity epidemic *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2009;49(10):868-913. doi: 10.1080/10408390903372599
12. RTVELADZE, K. – MARSH, T. – BARQUERA, S. – SANCHEZ ROMERO, L.M. – LEVY, D. – MELENDEZ, G. – WEBBER, L. – KILPI, F. – MCPHERSON, K. – BROWN, M. 2014. Obesity prevalence in Mexico: Impact on health and economic burden. *Public Health Nutrition* 17: 233–239. doi:10.1017/S1368980013000086

13. SKELTON, J.A. – IRBY, M.B. – GRZYWACZ, J.G. – MILLER, G. 2011. Etiologies of obesity in children: nature and nurture. *Pediatr Clin North Am.* 2011;58(6):1333-1354, ix. doi: 10.1016/j.pcl.2011.09.006
14. SWINBURN, B.A – SACKS, G. – HALL, K.D. – MCPHERSON, K. – FINEGOOD, D.T. – MOODIE, M.L. – GORTMAKER, S.L. 2011. The global obesity pandemic: Shaped by global drivers and local environments. *Lancet (London, England)* 378: 804–814. doi:10.1016/S0140-6736(11)60813-1
15. TSATSOULIS, A. – PASCHOU, S.A. 2020. Metabolically Healthy Obesity: Criteria, Epidemiology, Controversies, and Consequences. *Curr Obes Rep.* 2020;9(2):109-120. doi: 10.1007/s13679-020-00375-0
16. TSATSOULIS, A. – PASCHOU, S.A. 2020. Metabolically Healthy Obesity: Criteria, Epidemiology, Controversies, and Consequences. *Curr Obes Rep.* 2020;9(2):109-120. doi: 10.1007/s13679-020-00375-0
17. VAN VLIET-OSTAPTCHOUK, J.V. – NUOTIO, M.L. – SLAGTER, S.N. et al. 2014. The prevalence of metabolic syndrome and metabolically healthy obesity in Europe: a collaborative analysis of ten large cohort studies. *BMC Endocr Disord.* 2014;14:9. <https://doi.org/10.1186/1472-6823-14-9>
18. WHITLOCK, G. – LEWINGTON, S. – SHERLIKER, P. et al. 2009. Prospective Studies Collaboration. Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet.* 2009;373(9669):1083-1096. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60318-4.
19. WHOa).2022. <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/topic-details/GHO/body-mass-index>
20. WHOb). 2022. EUROPEAN REGIONAL OBESITY REPORT 2022:220, ISBN: 978-92-890-5773-8

Kontaktná adresa:

Ing. Marta Lorková, PhD., VC ABT SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: marta.lorkova@uniag.sk

ZMENY ŽIVOTNÉHO ŠTÝLU VPLYVOM PANDÉMIE COVID-19 LIFESTYLE CHANGES DUE TO THE COVID-19 PANDEMIC

Lorková Marta¹, Gažarová Martina², Lenártová Petra²

¹Výskumné centrum AgroBioTech, SPU v Nitre

²Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

Summary

COVID-19 has significantly affected the life, lifestyle and health of the population in the past period. In our survey, we focused on determining the extent of the impact of the COVID-19 pandemic on the respondents' lifestyle. We conducted the survey using the online questionnaire method. It was attended by 528 volunteers randomly selected from the Slovak population, three hundred and seventy-five women with an average age of 31.77 years and one hundred and fifty-three men with an average age of 29.7 years. At the time of the survey and out of the total number of respondents, 35.7% of them were in lockdown for longer than 6 months. A change in lifestyle for the worse under the influence of the pandemic was reported by 41.9% of participants. More people admit that their eating habits have worsened ($p < 0.05$). As part of the daily diet, we noticed only slight differences in the frequency of individual daily meals. Overall, more than half of the participants reported eating breakfast regularly during the pandemic, while 17.2% reported skipping it before. Only 0.75% of participants' skip lunch, while the majority skipped it even before the pandemic. When including dinner in the menu, we did not notice significant differences compared to the period before the pandemic, but the inclusion of a second dinner was mentioned more often. When evaluating sleep patterns, we noticed an increase in the number of hours of sleep during the pandemic. One of the most affected areas of life was physical activity, where time spent sitting and lying down increased. On the contrary, the time devoted to active physical activity decreased. Up to 40% of participants reported an increase in body weight during the period, with an average increase of 5.40 ± 3.62 kg. Changing the lifestyle during a pandemic is a very complex problem, the consequences of which we will bear for years to come.

Key words: pandemic, COVID-19, lifestyle, physical activity, weight gain, dietary patterns

ÚVOD

Pandémia ochorenia COVID-19, ktorá bola spôsobená koronavírusom SARS-CoV-2, postihla v predchádzajúcom období celosvetovú populáciu. Prepuknutie akútnej pneumónie neznámej etiológie bolo hlásené v decembri 2019 vo Wu-chane, hlavnom meste provincie Chu-pej v strednej Číne (To et al., 2021). K prenosu SARS-CoV-2 zvyčajne dochádzalo prostredníctvom respiračných kvapôčok. Priemerná inkubačná doba bola 6,4 dňa a príznaky zvyčajne zahŕňali horúčku, kašeľ, dýchavičnosť, bolesť svalov alebo únavu (Ochani et al., 2021), ktoré mohli byť u zraniteľných jedincov až smrteľné (Lotfi et al., 2020). V dôsledku pandémie došlo k značným nielen hospodárskym stratám, ale aj veľkým stratám na životoch (Zabetakis et al., 2020).

Prvý prípad COVID-19 bol u nás zaznamenaný začiatkom marca 2020. Krátko na to bola vyhlásená mimoriadna situácia spojená s množstvom opatrení, zákazov a obmedzení. Hlavným preventívnym a zdravotným odporúčaním bolo dodržiavanie karantény, sociálnej izolácie a všetkých hygienických zásad. K tomu vyvážená strava, dodržiavanie pitného režimu, fyzická aktivita, dostatok spánku a eliminácia stresu. Návrat k lepším stravovacím návykom bola jedna z ciest pre posilnenie imunitného systému tela (Iddir et al., 2020). Konzumácia dobre vyváženej stravy zameranej na ovocie, zeleninu, celozrnné výrobky,

rastlinné a živočíšne bielkoviny a zdravé tuky bolo a je najlepším spôsobom, ako získať všetky základné živiny, ktoré organizmus potrebuje pre dobré zdravie a normálne fungovanie imunitného systému (Wu et al., 2019).

Zeigler (2021) identifikoval rizikové faktory prírastku hmotnosti počas pandémie COVID-19, ktorými sú zvýšené sedavé správanie, znížená fyzická aktivita, zvýšená frekvencia občerstvenia (najmä po večeri), zvýšený príjem alkoholu, znížený príjem vody, emocionálne jedenie, znížená kvalita spánku.

Cieľom práce bolo zisťovanie rozsahu vplyvu pandémie COVID-19 na životný štýl respondentov so zameraním sa na stravovanie a fyzickú aktivitu.

MATERIÁL A METÓDY

Informácie pre účely tohto prieskumu a výsledky sme získali prostredníctvom retrospektívnej dotazníkovej metódy. Samotný prieskum sme realizovali období medzi 30.3.2021 až 15.12.2021. Dotazník bol zverejnený a distribuovaný medzi respondentov elektronickou online formou pomocou Microsoft Forms. Zapojenie sa do štúdie bolo striktné dobrovoľné a anonymné. Účastníci nám poskytli súhlas so spracovaním uvedených informácií v súlade so zákonom o ochrane osobných údajov.

Samotný dotazník pozostával z niekoľkých častí, ktoré boli zamerané na personálnu identifikáciu (vek, pohlavie, miesto bydliska, aktuálne zaradenie – zamestnanie, študent, mesačný príjem, zmeny zdravotného stavu počas pandémie COVID-19), nasledovali otázky týkajúce sa zmien denného stravovacieho režimu (raňajky, obed, večera), zmien vo fyzickej aktivite, spánkovom režime a zmien hmotnosti.

Všetky údaje boli spracované pomocou programu Microsoft Office Excel 2016 (Los Angeles, CA, USA) v kombinácii s XLSTAT (Data Analysis and Statistical Solution for Microsoft Excel, Addinsoft, Paris, France 2017, verzia 2019). Premenné boli vyjadrené ako relatívny počet (%). Výsledky boli hodnotené prostredníctvom popisnej štatistiky, pri údajoch hodnotiacich zmenu počas určitého obdobia bola analýza údajov uskutočnená prostredníctvom chí-kvadrát testu a hladina štatistickej významnosti bola určená hodnotou $p < 0,05$.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Spolu sa do prieskumu zapojilo 528 účastníkov, ich vek bol od 15 do 82 rokov. Žien bolo 375 s priemerným vekom $31,77 \pm 13,90$ a mužov bolo 153 s priemerným vekom $29,70 \pm 12,57$ rokov. Najpočetnejšie boli zastúpené vekové kategórie ≤ 24 rokov u oboch pohlaví. Z demografického hľadiska boli pokryté všetky kraje v rámci Slovenskej republiky, najviac bol zastúpený Nitriansky kraj (mužov 33,99 %, žien 31,2 %). Rozloženie obyvateľstva medzi vidiekom a mestom bolo mierne naklonené pre mestské obyvateľstvo, a to 55,63 %, pričom väčšia časť ľudí žila v rodinnom dome. Najviac respondentov malo ukončené stredoškolské vzdelanie. Podrobné informácie o demografickom zložení súboru sú uvedené v tabuľke 1.

V čase realizácie nášho prieskumu sa až 34,93 % žien a 36,60 % mužov vyjadrilo, že zotrávajú v lockdowne viac ako 6 mesiacov. Samotné ochorenie dovtedy prekonal 33,51 % žien a 22,87 % mužov. V tomto čase bolo zamestnaných 47,2 % žien a 58,82 % mužov. Z tohto počtu vykonávalo svoju prácu výlučne iba z domu formou homeoffice 22,59 % žien a 18,88 % mužov. Naopak, prácu na pracovisku vykonávalo 51,97 % žien a 64,44 % mužov. Z hľadiska odmeňovania bola najpočetnejšia skupina s mesačným rodinným príjmom 1000 až 2000 €. Podrobné informácie poskytujeme v tabuľke 2.

Tab. 1 Charakteristika sledovaného súboru

	ženy (n = 375)	muži (n = 153)
	%	%
Vek		
≤ 24	48,80	51,63
25-64	48,00	46,40
≥ 65	3,20	1,96
Kraj		
Banskobystrický	14,40	11,76
Bratislavský	9,07	8,50
Košický	4,80	2,61
Nitriansky	31,20	33,99
Prešovský	11,20	10,46
Trenčiansky	9,60	4,58
Trnavský	11,20	23,53
Žilinský	8,53	4,58
Miesto bývania		
mesto	55,73	55,56
vidiek	44,27	44,44
Forma bývania		
v bytovom dome	43,24	36,60
v rodinnom dome	56,76	63,40
Vzdelanie		
základné	4,27	7,19
učňovské	2,40	7,19
stredoškolské s maturitou	49,07	46,41
nadstavbové	1,33	5,23
vysokoškolské	42,93	33,99

Błaszczuk-Bębenek et al. (2020) uvádzajú vo svojej štúdii vyššie percento ľudí pracujúcich z domu na tzv. homeoffice (takmer 67 % sledovaného súboru), následne 4,2 % bolo na opatrovateľskom príspevku a 7,8 % na dovolenke. Barone Gibbs et al. (2021) vo svojom prieskume tiež poukázali na prechod práce na diaľku vo vyššej miere, a to u 72 % účastníkov.

Samotní respondenti hodnotili zmenu svojho životného štýlu skôr negatívne, pričom zmenu k horšiemu uviedlo až 48,37 % mužov a 38,93 % žien. 58 % zúčastnených uviedlo, že u nich zmena zdravotného stavu nenastala, mierne zhoršenie zdravotného stavu uviedla takmer štvrtina zúčastnených. Zmenu stravovacích návykov k horšiemu uviedlo 22,88 % mužov a 27,73 % žien, čo je aj signifikantne preukazné ($p < 0,05$). Podrobné informácie uvádzame v tabuľke 3.

Frekvencia konzumácie jednotlivých jedál počas dňa sa výrazne u sledovanej skupiny ľudí nemenila. Pozitívne hodnotíme zvýšenie počtu ľudí, ktorí začali zaradovať raňajky do denného stravovacieho režimu, pričom pred pandémiou ich vynechávali a to 18,40 % žien a 14,37 % mužov. Naopak nám mierne stúpol počet ľudí, ktorí začali zaradovať do denného režimu druhú večeru, pričom pred pandémiou netvorila súčasť ich bežného denného stravovacieho režimu. Denný stravovací režim uvádzame v tabuľke 4. V tabuľke 5 uvádzame zmeny vo frekvencii stravovania respondentov.

Tab. 2 Sumarizácia zaradenia respondentov

	ženy (n = 375)	muži (n = 153)
	%	%
Trvanie lockdownu		
menej ako 1 mesiac	19,20	23,53
1 až 3 mesiace	20,80	18,30
4 až 6 mesiacov	25,07	21,57
viac ako 6 mesiacov	34,93	36,60
Prekonanie ochorenia COVID-19		
áno	33,51	22,87
nie	66,49	77,12
Súčasný pracovný zaradenie		
študent	44,27	36,60
zamestnaný	47,20	58,82
nezamestnaný	5,07	2,61
dôchodca	3,47	1,96
Miesto a forma výkonu práce		
z domu	22,60	18,89
striedavo	23,16	15,56
na pracovisku	51,98	64,44
PN, alebo OČR	2,26	1,11
Mesačný rodinný príjem		
menej ako 1000 eur	39,41	26,80
1000-2000 eur	47,94	56,86
2000-3000 eur	9,12	11,76
Viac ako 3000 eur	3,53	4,58

Tab. 3 Zmeny životného štýlu počas pandémie

	ženy (n=375) %	muži (n=153) %	p
Zmenil sa Váš životný štýl počas pandémie			
neviem	15,47	8,50	0,1037
nie	26,13	27,45	
áno, k horšiemu	38,93	48,37	
áno, k lepšiemu	19,47	15,69	
Zmenil sa Váš zdravotný stav počas pandémie			
nezmenil	58,93	58,17	0,5289
mierne zlepšil	11,20	13,73	
radikálne zlepšil	3,47	4,58	
mierne zhoršil	23,47	22,22	
radikálne zhoršil	2,93	1,31	
Zmenili sa Vaše stravovacie návyky počas pandémie			
nie	44,53	57,52	0,02244
áno, k horšiemu	28,26	22,88	
áno, k lepšiemu	27,21	19,61	

Tab. 4 Denný režim stravovania počas pandémie

	Ženy (%)	Muži (%)
Raňajky		
áno, pravidelne	63,23	54,91
áno, ale nepravidelne	27,36	29,41
nie	9,41	15,68
Obed		
áno, pravidelne	78,23	80,39
áno, ale nepravidelne	20,29	18,30
nie	1,47	1,31
Večera		
áno, pravidelne	70,13	73,20
áno, ale nepravidelne	26,67	24,84
nie	3,2	1,96
Druhá večera		
áno, pravidelne	25,87	13,73
áno, ale nepravidelne	7,46	30,72
nie	66,67	55,55

Tab. 5 Zmeny denného stravovacieho režimu pod vplyvom pandémie COVID-19

	Ženy (%)	Muži (%)
Raňajky		
áno, predtým som ich vynechával/a	18,4	14,37
áno, teraz ich vynechávam	5,87	10,45
nie, raňajkujem ako predtým	62,67	58,16
nie, vynechávam ich ako predtým	13,06	16,99
Obed		
áno, predtým som ho vynechával/a	7,73	3,26
áno, teraz ho vynechávam	6,13	3,92
nie, obedujem ako predtým	83,47	88,24
nie, vynechávam ho ako predtým	2,67	4,57
Večera		
áno, predtým som ju vynechával/a	5,33	3,92
áno, teraz ju vynechávam	5,06	5,88
nie, večeriam ako predtým	82,93	84,96
nie, vynechávam ju ako predtým	6,67	5,23
Druhá večera		
áno, predtým som ju vynechával/a	13,6	10,45
áno, teraz ju vynechávam	1,33	3,27
nie, večeriam ako predtým	44,8	58,82
nie, vynechávam ju ako predtým	40,27	27,45

Sebahodnotenie zmien v stravovaní respondentov poľskej populácie počas lockdownu ukázalo, že väčšina sledovanej skupiny v štúdiu autorov Błaszczyk-Bębenek et al. (2020) nezaviedla žiadne zmeny do svojich stravovacích návykov (32,4 %). Častejšie zavádzanie raňajok počas pandémie COVID-19 uvádzajú aj kórejskí adolescenti (Kim et al., 2021), čo je pre zdravie veľmi dôležité. Sidor (2020) uvádza, že 43,0 % jedincov jedlo a maškrito viac, pričom tieto tendencie boli častejšie u jedincov s nadhmotnosťou a obezitou.

Kým v období pred pandémiou sa najväčšia skupina ľudí stravovala priamo v práci, a to buď v zamestnaneckej jedálni (28,8 % žien a 31,37 % mužov) alebo si nosili vlastný obed z domu (49,86 % žien a 38,56 % mužov), tak počas pandémie sa až 63,73 % žien a 57,51 % mužov stravovalo doma. Podrobné informácie uvádzame v tabuľke 6.

Tab. 6 Obedovanie pred a počas pandémie

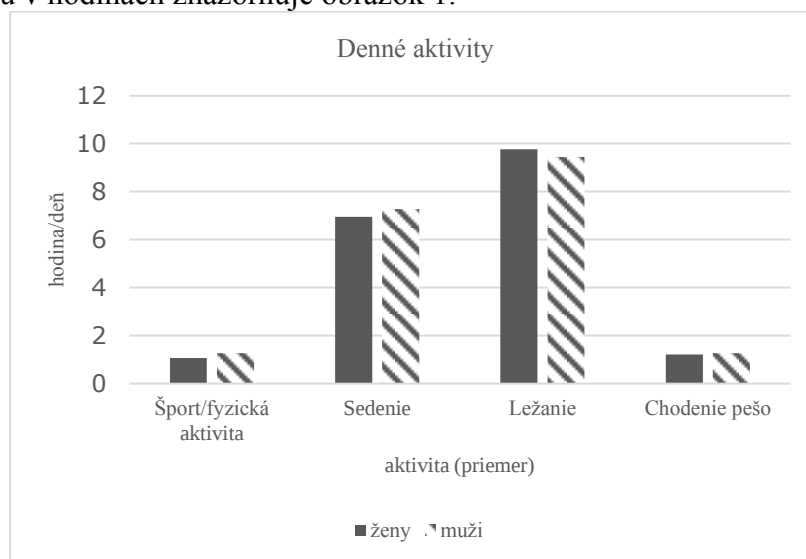
	Ženy (%)	Muži (%)
Stavovanie pred pandémiou		
v práci – v zamestnaneckej jedálni	28,8	31,37
v práci – vlastný obed z domu	49,86	38,56
neobedoval/a som	3,73	1,31
mimo práce – reštaurácia	12	19,61
mimo práce – fast food	1,06	7,19
iné	4,53	1,96
Stravovanie počas pandémie		
doma	63,73	57,51
iné	1,6	0,65
mimo práce – fast food	0	2,61
mimo práce – reštaurácia	2,93	7,18
neobedujem	1,6	0
v práci – v zamestnaneckej jedálni	11,46	11,11
v práci – vlastný obed z domu	18,67	20,92

Športové aktivity akéhokoľvek druhu pred pandémiou vykonávalo 76,27 % žien a 78,43 % mužov. Zmenu v priebehu pandémie k horšiemu uviedlo až 40,53 % žien a 46,41 % mužov, čo je takmer polovica zúčastnených respondentov. Toto hodnotíme ako veľmi negatívny vplyv pandémie na životný štýl. V tabuľke 7 sú uvedené zmeny pohybových aktivít.

Tab. 7 Zmena pohybových aktivít počas pandémie COVID-19

	Ženy (%)	Muži (%)
Zmenila sa Vaša pohybová aktivita		
áno, k horšiemu	40,53	46,41
áno, k lepšiemu	37,07	24,84
neviem	2,93	3,27
nie	19,47	25,49
Športovali ste pred pandémiou? (akákoľvek fyzická aktivita spojená s pohybom)		
áno	76,27	78,43
nie	23,73	21,57
Ako často ste sa venovali športu/fyzickej aktivite pred pandémiou?		
nešportoval/a	23,73	18,95
1 až 2-krát týždenne	35,73	24,84
3 až 4-krát týždenne	30,13	32,68
viac ako 5-krát za týždeň	10,40	24,18
Ako často sa venujete športu počas pandémie?		
nešportujem	29,07	30,72
1 až 2-krát týždenne	27,73	29,41
3 až 4-krát týždenne	28,80	26,14
viac ako 5-krát za týždeň	14,40	14,38

Veľkým problémom sa stalo dlhodobé sedenie a ležanie, ktoré nebolo kompenzované dostatočnou fyzickou aktivitou tak u žien ako aj u mužov. Priemerné hodnoty aktivít počas denného režimu v hodinách znázorňuje obrázok 1.

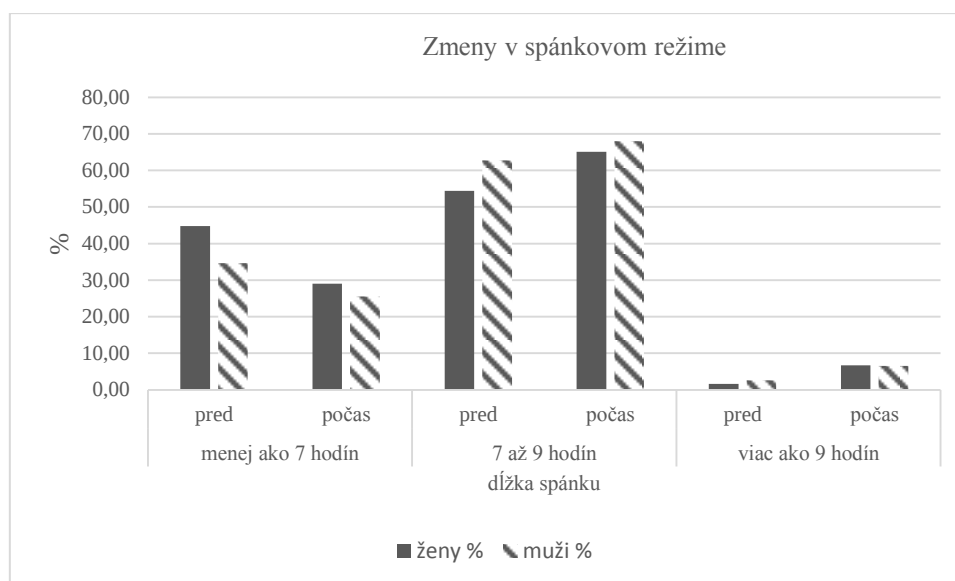


Obr. 1 Priemerné trvanie denných aktivít v hodinách

Mnoho účastníkov v Spojenom kráľovstve odhalilo, že počas obmedzení pribrali v dôsledku zníženej fyzickej aktivity, práce z domu a zmien stravovania a cvičenia, čo viedlo k nepohodliu a nespokojnosti s vnímaním obrazu svojho tela (Randall et al., 2022). V Španielskej štúdii značná časť účastníkov hlásila významné zmeny v životnom štýle počas pandémie COVID-19, a to až 93,6 %. Zmeny vo fyzickej aktivite uviedlo až 70,2% účastníkov (Balanzá-Martínez et al., 2021). Respondenti v Litovskej štúdii (60,6 %) taktiež uvádzajú výrazný pokles fyzickej aktivity (Kriaucionienė et al., 2020). Naproti tomu výsledky talianskej štúdie hlásili mierne zvýšenú fyzickú aktivitu, najmä pri tréningu s vlastnou hmotnosťou, a to u 38,3 % respondentov (Di Renzo et al., 2020).

Obmedzenia počas pandémie COVID-19 mali negatívny vplyv na všetky úrovne intenzity fyzickej aktivity (silná, mierna, chôdza a celková). Okrem toho sa denný čas sedenia zvýšil z 5 na 8 hodín denne (Ammar et al., 2020). Na výraznejší pokles fyzickej aktivity a nárast počtu hodín sedenia u mužov ($7,26 \pm 3,86$ hod. denne) a u žien ($6,95 \pm 3,45$ hod. denne), a tiež ležania u mužov ($9,44 \pm 1,86$ hod. denne) a žien ($9,76 \pm 2,35$ hod. denne) poukazujú aj výsledky nášho prieskumu. Aj Park et al. (2022) v prehľade štúdií uvádza, že COVID-19 súvisí s výrazným znížením mobility, chôdze a fyzickej aktivity a zvýšením sedavej činnosti. Aj keď je sociálne distancovanie bezpečnou stratégiou na zníženie šírenia COVID-19, je tiež príčinou rastúceho sedaveho správania. Toto správanie vytvára nadbytok tukového tkaniva, čo vedie k metabolickým a zápalovým poruchám súvisiacim s chronickými ochoreniami a poruchami duševného zdravia, ako sú úzkosť, depresia a problémy so spánkom (Rentería et al., 2022).

V našom prieskume sme vplyvom pandémie zaznamenali zvýšenie počtu ľudí, ktorí dodržiavali odporúčanú dĺžku spánku, a to v rozmedzí 7 až 9 hodín a súčasne sa znížil počet ľudí s kratšou dobou spánku. Zmeny znázorňuje obrázok 2.



Obr. 2 Zmeny v spánkovom režime vplyvom pandémie

V štúdií Song et al. (2020) zistili, že v porovnaní so 7 hodinovým trvaním spánku bolo dlhé trvanie spánku (≥ 9 h) významne spojené s nízkymi hladinami lipoproteínov s vysokou hustotou (HDL-C), čo vedie k negatívnym vplyvom na zdravie. Kruisbrink et al. (2017) sa prikláňajú k názoru, že dlhý spánok je spojený s rizikom dyslipidémie. Dlhé trvanie spánku je významne spojené s vysokou hladinou celkového cholesterolu (Abdurahman et al., 2020). V našej štúdií sa znížil počet ľudí, ktorí spali menej ako 7 hodín, ale naopak sa zvýšil počet ľudí, ktorí spali viac ako 9 hodín.

Nekvalitný spánok môže negatívne ovplyvniť fyzické aj duševné zdravie, ako aj znížiť schopnosť imunitného systému odolávať infekciám (Abdurahman et al., 2020).

Všetky spomínané okolnosti mohli mať vplyv aj na zmenu hmotnosti sledovaných respondentov. Zmenu hmotnosti uvádza až 60 % zúčastnených. Z tohto počtu jej úbytok uviedlo 20 % žien, pričom priemerný úbytok hmotnosti bol $5,48 \pm 3,27$ kg, u mužov to bolo v 16,33 % prípadov a priemerný úbytok bol $7,24 \pm 4,94$ kg. Nárast hmotnosti pri jej zmene uviedlo 38,4 % žien, a to v priemere o $5,12 \pm 3,18$ kg. U mužov to bolo v priemere o $5,91 \pm 4,49$ kg, pričom nárast hmotnosti uviedlo 42,48 % mužov. Výsledky sú uvedené v tabuľke 8.

Tab. 6 Zmena hmotnosti vplyvom pandémie

	Muži (%)			Ženy (%)			p
	neviem	áno	nie	neviem	áno	nie	
zmena hmotnosti	10,46	61,44	28,10	8,00	58,40	33,60	0,3776

Nárast telesnej hmotnosti u väčšej časti respondentov korešponduje so zisteniami iných autorov. Napríklad Błaszczyk-Bębenek et al. (2020) uvádza zmenu telesnej hmotnosti u viac ako 2/3 účastníkov, pričom 45,86 % účastníkov malo počas lockdownu nadhmotnosť. Výsledky výskumu Sidora (2020) uvádzajú prírastok telesnej hmotnosti u 30 % respondentov ($3,0 \pm 1,6$ kg) a viac ako 18 % zaznamenalo stratu hmotnosti ($-2,9 \pm 1,5$ kg). Zeigler (2021) zaznamenal u tých, ktorí pribrali na hmotnosti počas karantény COVID-19, že telesná hmotnosť sa zvýšila o 0,5 až 1,8 kg ($\pm 2,8$ kg) už po 2 mesiacoch karantény. Vnímanie prírastku hmotnosti bolo pozorované u 48,6 % populácie v Taliansku (Di Renzo et al., 2020). Aj Kriaucioniene et al. (2020) zistili, že každý tretí (31,5 %) respondent, častejšie už s nadhmotnosťou, počas obdobia pandémie pribral.

Celkovo tieto výsledky naznačujú, že COVID-19 zhoršil súčasné rizikové faktory obezity a pravdepodobne v blízkej budúcnosti zhorší mieru a prevalenciu obezity. Budúce štúdie a

tvorcovia politik budú musieť starostlivo zvážiť výber aktivít, aby vyvinuli účinné intervencie schopné zmierniť pandémiu obezity (Daniels et al., 2022).

ZÁVER

Pandémia COVID-19 zasiahla a ovplyvnila životný štýl každého z nás na individuálnej úrovni. Pri hodnotení skupiny ľudí v realizovanom prieskume sme zaznamenali skôr nepriaznivý vplyv v podobe zhoršenia životného štýlu, zhoršenie zdravotného stavu, a tiež zhoršenia stravovacích návykov. V rámci denného stravovacieho režimu mierne stúpol počet ľudí pravidelne raňajkujúcich, ale aj ľudí, ktorí začali zaraďovať do pravidelného jedálnička druhú večeru. Respondenti uvádzali aj zmeny v realizácii fyzických aktivít, pričom došlo k poklesu pravidelne športujúcich ľudí (1 až 4-krát za týždeň) vplyvom pandémie, ale na druhej strane aj k veľmi miernemu nárastu počtu respondentov s fyzickou aktivitou viac ako 5-krát za týždeň. Zaznamenali sme aj navýšenie počtu ľudí, ktorí uvádzali počet hodín spánku, tak v skupine 7 až 9 hodín, ale aj pri spaní viac ako 9 hodín. Môžeme konštatovať, že u sledovanej skupiny respondentov sme zaznamenali zmeny hmotnosti, tak jej prírastok (priemerne 40,41 %), ako aj úbytok (priemerne 18,16 %).

PodĎakovanie: Príspevok vznikol s podporou a realizáciou projektov „Prepojenie vysokoškolského vzdelávania s praxou prostredníctvom implementácie praktickej výučby v rámci nového predmetu *Nutričné poradenstvo*“ Kultúrnej a edukačnej grantovej agentúry MŠVVaŠ SR (KEGA 003SPU-4/2022) a vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt „Dlhodobý strategický výskum prevencie, intervencie a mechanizmov obezity a jej komorbidít“ (ITMS: 313011V344) spolufinancovaných zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

1. ABDURAHMAN, A.A. – BULE, M. - SHAB-BIDAR, S. – REZAEI, S. – DJAFARIAN, K. 2020. The association between sleep duration and risk of abnormal lipid profile: a systematic review and meta-analysis. *Obes. Med.* 2020;2020:100236.
2. AMMAR, A. – BRACH, M. – TRABELSI, K. – CHTOUROU, H. – BOUKHRIS, O. et al. 2020. Effects of COVID-19 Home Confinement on Eating Behaviour and Physical Activity: Results of the ECLB-COVID19 International Online Survey. *Nutrients.* 2020;12(6):1583. doi: 10.3390/nu12061583
3. BALANZÁ-MARTÍNEZ, V. – KAPCZINSKI, F. - DE AZEVEDO CARDOSO, T. – ATIENZA-CARBONELL, B. – ROSA, AR. – MOTA, J.C. - DE BONI, R.B. 2020. The assessment of lifestyle changes during the COVID-19 pandemic using a multidimensional scale. *Rev Psiquiatr Salud Ment (Engl Ed).* 2021;14(1):16-26. doi: 10.1016/j.rpsm.2020.07.003
4. BARONE GIBBS, B. – KLINE, C.E. – HUBER, K.A.- PALEY, J.L. – PERERA, S. 2021. Covid-19 shelter-at-home and work, lifestyle and well-being in desk workers. *Occup Med (Lond).* 2021;71(2):86-94. doi: 10.1093/occmed/kqab011
5. BŁASZCZYK-BĘBENEK, E. – JAGIELSKI, P. – BOLESŁAWSKA, I. – JAGIELSKA, A. – NITSCH-OSUCH, A.N – KAWALEC, P. 2020. Nutrition Behaviors in Polish Adults before and during COVID-19 Lockdown. *Nutrients.* 2020;12(10):3084. doi: 10.3390/nu12103084
6. DANIELS, N.F. – BURRIN, C. – CHAN, T. – FUSCO, F. 2022. A Systematic Review of the Impact of the First Year of COVID-19 on Obesity Risk Factors: A Pandemic Fueling a Pandemic? *Curr Dev Nutr.* 2022;6(4):nzac011. doi: 10.1093/cdn/nzac011

7. DI RENZO, L. – GUALTIERI, P. – PIVARI, F. – SOLDATI, L. – ATTINÀ, A. – CINELLI, G. – LEGGERI, C. – CAPARELLO, G. – BARREA, L. – SCERBO, F. – ESPOSITO, E. – DE LORENZO, A. 2020. Eating habits and lifestyle changes during COVID-19 lockdown: an Italian survey. *J Transl Med.* 2020;18(1):229. doi: 10.1186/s12967-020-02399-5
8. IDDIR, M. – BRITO, A. – DINGEO, G. – FERNANDEZ DEL CAMPO, S.S. – SAMOUDA, H. – LA FRANO, M.R. – BOHN, T. 2020. Strengthening the Immune System and Reducing Inflammation and Oxidative Stress through Diet and Nutrition: Considerations during the COVID-19 Crisis. *Nutrients* 2020, 12, 1562. <https://doi.org/10.3390/nu12061562>
9. KIM, S.Y. – YOO, D.M. – MIN, C. – CHOI, H.G. 2021. Changes in Dietary Habits and Exercise Pattern of Korean Adolescents from Prior to during the COVID-19 Pandemic. *Nutrients.* 2021;13(10):3314. doi: 10.3390/nu13103314
10. KRIAUCIONIENE, V. – BAGDONAVICIENE, L. – RODRÍGUEZ-PÉREZ, C. – PETKEVICIENE, J. 2020. Associations between Changes in Health Behaviours and Body Weight during the COVID-19 Quarantine in Lithuania: The Lithuanian COVIDiet Study. *Nutrients.* 2020;12(10):3119. doi: 10.3390/nu12103119
11. KRUISBRINK, M. – ROBERTSON, W. – JI, C. – MILLER, M.A. – GELEIJNSE, J.M. – CAPPUCIO, F.P. 2017. Association of sleep duration and quality with blood lipids: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *BMJ Open.* 2017;7(12):e018585. doi:10.1136/bmjopen-2017-018585
12. LOTFI, M. – HAMBLIN, M.R. – REZAEI, N. 2020. COVID-19: Transmission, prevention, and potential therapeutic opportunities. *Clin Chim Acta.* 2020;508:254-266. doi: 10.1016/j.cca.2020.05.044
13. OCHANI, R. – ASAD, A. – YASMIN, F. – SHAIKH, S. – KHALID, H. – BATRA, S. – SOHAIL, M.R. – MAHMOOD, S.F. – OCHANI, R. – HUSSHAM ARSHAD, M. – KUMAR, A. – SURANI, S. 2021. COVID-19 pandemic: from origins to outcomes. A comprehensive review of viral pathogenesis, clinical manifestations, diagnostic evaluation, and management. *Le Infezioni in Medicina.* 2021;29(1):20-36
14. PARK, A.H. – ZHONG, S. – YANG, H. – JEONG, J. – LEE, C. 2022. Impact of COVID-19 on physical activity: A rapid review. *J Glob Health.* 2022;12:05003. doi: 10.7189/jogh.12.05003
15. RANDALL, T. – MELLOR, C. – WILKINSON, L.L. 2022. A Qualitative Study Exploring Management of Food Intake in the United Kingdom During the Coronavirus Pandemic. *Front Psychol.* 2022;13:869510. doi:10.3389/fpsyg.2022.869510
16. RENTERÍA, I. – GARCÍA-SUÁREZ, P.C. – MONCADA-JIMÉNEZ, J. – MACHADO-PARRA, J.P. – ANTUNES, B.M. – LIRA, F.S. – JIMÉNEZ-MALDONADO, A. 2022. Unhealthy Dieting During the COVID-19 Pandemic: An Opinion Regarding the Harmful Effects on Brain Health. *Front. Nutr.* 9:876112. doi: 10.3389/fnut.2022.876112
17. SIDOR, A. – RZYMSKI, P. 2020. Dietary Choices and Habits during COVID-19 Lockdown: Experience from Poland. *Nutrients.* 2020;12(6):1657. doi: 10.3390/nu12061657
18. TO, K.K. – SRIDHAR, S. – CHIU, K.H. – HUNG, D.L. – LI, X. – HUNG, I.F. – TAM, A.R. – CHUNG, T.W. – CHAN, J.F. – ZHANG, A.J. – CHENG, V.C. – YUEN, K.Y. 2021. Lessons learned 1 year after SARS-CoV-2 emergence leading to COVID-19 pandemic. *Emerg Microbes Infect.* 2021;10(1):507-535. doi: 10.1080/22221751
19. ÚRAD VEREJNÉHO ZDRAVOTNÍCTVA. Koronavírus v číslach. Cit (30.8.2022) <https://covid-19.nczisk.sk/sk>

20. WU, D. – LEWIS, E.D. – PAE, M. – MEYDANI, S.N. 2019. Nutritional Modulation of Immune Function: Analysis of Evidence, Mechanisms, and Clinical Relevance. *Front Immunol.* 2019;9:3160. doi:10.3389/fimmu.2018.03160
21. ZABETAKIS, I. – LORDAN, R. – NORTON, C. – TSOUPRAS, A. 2020. COVID-19: The Inflammation Link and the Role of Nutrition in Potential Mitigation. *Nutrients.* 2020;12(5):1466. doi: 10.3390/nu12051466
22. ZEIGLER, Z. 2021. COVID-19 Self-quarantine and Weight Gain Risk Factors in Adults. *Curr Obes Rep.* 2021;10(3):423-433. doi: 10.1007/s13679-021-00449-7.

Kontaktná adresa:

Ing. Marta Lorková, PhD., VC ABT SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: marta.lorkova@uniag.sk

**VHODNOSŤ VYBRANÝCH ODRÔD OZIMNEJ PŠENICE
NA PEKÁRSKE VYUŽITIE**
**SUITABILITY OF SELECTED WINTER WHEAT
VARIETIES FOR BAKERY USE**

Mareček Ján¹, Mendelová Andrea¹, Solgajová Miriam¹

¹Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

Summary

The aim of the work was to determine in the varieties of winter wheat Genius, Lukullus and Stanislava grown in the Trnava region selected parameters of technological quality. In samples of varieties from two growing years, we determined in wheat grain the grain density, grain moisture, dry matter content, gluten content and properties (ductility and swelling), starch content, nitrogenous substances, decrease number and Green sedimentation index. We compared the measured values with the values of STN standard 46 1100-2. The Lukullus variety proved to be the best in both years, where it was the only one to achieve the parameters for quality class E in all categories.

Key words: starch, protein, technological quality, winter wheat

ÚVOD

Škrob v zreľých zrnách pšenice tvorí 65-75 % sušiny a považuje sa za hlavnú zložku endospermu (Shang et al., 2020). Tvorený je primárne z lineárnej amylozy a vysoko rozvetveného amylopektínu. Fyzikálne a chemické vlastnosti škrobu, vlastnosti cesta a konečná kvalita výrobkov sú menené spoločne so zmenou štruktúry škrobových zŕn a obsahom amylozy. Veľkosť škrobových zŕn je jednou z príčin ovplyvňujúcich fyzikálno-chemické vlastnosti škrobu. Škrobové zŕn typu A s veľkosťou nad 10 mikrometrov, priemerne 10-35 µm, sú prítomné v množstve viac ako 70 % z celkovej hmotnosti škrobu. Zŕn typu B ktoré veľkosťou dosahujú do 10 µm a podieľajú sa na viac ako 90 % z celkovej hmotnosti škrobu. Škroby s rozdielnymi veľkosťami škrobových zŕn sa líšia molekulovou hmotnosťou, štruktúrou a pomerom amylozy a amylopektínu, a tým aj rozdielnym potenciálom využitia, nakoľko sa štúdiou zistili rôzne funkčné a štruktúrne rozdiely medzi veľkými a malými škrobovými zrnami (Li et al., 2020). Typy škrobových zŕn pšenice vykazujú tiež rozličné fyzikálno-chemické a funkčné vlastnosti ako mazovatenie, retrogradácia, napučiavanie, rozpustnosť, čím majú priamy vplyv na charakter a spracovanie cesta a celkovú kvalitu konečného produktu (Shang et al., 2020).

Z funkčného hľadiska je možné pšeničné bielkoviny rozdeliť na bezgluténové, ktorých množstvo predstavuje 15-20 % z celkových bielkovín pšenice a v procese výroby cesta sa im pripisuje malá alebo žiadna úloha na rozdiel od gluténových, ktoré zohrávajú kľúčovú rolu pri výrobe pekárskych výrobkov (Ma et al., 2020).

Prítomné gluténové bielkoviny sú zodpovedné za významné viskózne-elastické vlastnosti cesta. Počas miešania múky s vodou nastávajú výmenné reakcie, ktorých výsledkom na konci je vytvorenie siete polymérov. Konzumácia pšeničných bielkovín je spájaná s celou skupinou ochorení, ktoré spôsobujú určité zložky vyskytujúce sa v tejto obilnine. Najčastejšie študovanou chorobou spojenou so pšenice je chronické autoimunitné ochorenie postihujúce tenké črevo známe tiež pod pojmom celiakia. Ďalej sa však môže vyskytnúť v súvislosti s konzumáciou pšenice celý rad iných ochorení ako pekárka astma, alergia na pšenicu a ďalšie (Call et al., 2020).

Malý podiel pšeničného zrna tvoria minerálne látky. Popoloviny reprezentujú anorganický zvyšok, ktorý zostane po spálení alebo úplnej oxidácii potravy. Tvorený je prevažne prvkami ako Na, Ca, K, Mg, P ktoré patria medzi hlavné a Fe, Cu, Zn a ďalšie, ktoré radíme medzi stopové prvky. Platí tvrdenie, že obsah popolovín udáva celkové množstvo obsahu minerálnych látok v potravy (Sezer et al., 2017).

Novelizovaná norma STN 46 1100-2 s účinnosťou od 1.6.2018 udáva požiadavky na kvalitu zrna pšenice letnej (*Triticum aestivum* L.) určeného pre potravinárske účely. Nakoľko pôvodná norma z roku 2003, už nespĺňala kritériá na technologickú kvalitu požadovanú v praxi a ani kritériá pre export pšenice. Novelizáciou normy sa taktiež predpokladá zvýšenie konkurencieschopnosti v krajine, pričom sa zachováva delenie pšenice na 4 triedy kvality E – elitná, A – štandardná, B – základná, P – pečivárenská.

Cieľom práce bola kontrola kvality obchodných, mlynárskych a pekárskych kvalitatívnych parametrov vo vybraných odrodách ozimnej pšenice (Genius, Lukullus, Stanislava), dopestovaných v Trnavskom kraji z úrod dvoch rokov, zhodnotenie a posúdenie vhodnosti odrôd na pekárske využitie.

MATERIÁL A METÓDY

Zrno pšenice ozimnej (*Triticum aestivum* L.) bolo analyzované na Katedre technológie a kvality rastlinných produktov FBP SPU v Nitre. Vzorka múk bola pripravená mletím zrna vo výskumnom centre AgroBioTech SPU v Nitre. Hodnotené odrody: Genius (G 18 a G 19), Lukullus (L 18 a L 19), Stanislava (S 18 a S 19).

Genius - je bezosinatá, stredne skorá pšenica mäkká forma ozimná, tvoriaca stredne vysoký porast. Dopestované zrno je zaradené do najvyššej pekárskej kvality E+. Produkcia úrody býva stabilná, pričom odoláva aj extrémne suchému počasiu.

Lukullus - jedna z najpestovanejších vysokokvalitných odrôd pšenice ozimnej na Slovensku. Odrôda Lukullus je stredne skorá osinatá pšenica s pekárskou kvalitou E (7-8) a vysokou výmeľnosťou múky. Zrno dosahuje vysoký obsah bielkovín, hodnoty Zeleného testu, objemovej hmotnosti, HTZ a taktiež čísla poklesu, ktoré je aj veľmi stabilné. Obsah dusíkatých látok býva vysoký, vytvárajú kvalitný lepok.

Stanislava - dáva stabilnú úrodu aj po nevhodných predplodinách, znáša neskorú sejbu, dosahuje úrody najlepšej potravinárskej kvality A - E pri priemernej HTZ 43,1 g.

Pri analýze nižšie uvedených kvalitatívnych parametrov sme postupovali podľa STN, ICC a AACC štandardov. Vzorky odrôd boli hodnotené z úrod dopestovaných v dvoch ročníkoch v Trnavskom regióne (2018 a 2019). Zrno bolo skladované v podlahových skladoch a ošetrované podľa štandardov skladovateľskej praxe.

Stanovenie obchodných znakov kvality:

- stanovenie sušiny - (ICC Standard 110/1)

Stanovenie mlynárskych znakov kvality:

- stanovenie objemovej hmotnosti - (STN 46 1011-5)
- stanovenie obsahu popolovín - (ICC Standard 104/1)

Stanovenie pekárskych znakov kvality:

- stanovenie množstva lepku - (ICC Standard 106/2)
- stanovenie ťažnosti lepku - (STN 461 011-9)
- stanovenie napučievania lepku - (STN 461 011-9)
- stanovenie obsahu dusíkatých látok podľa Kjeldahla – (AACC Method 46-12.01)
- stanovenie čísla poklesu – (ICC Standard 107/1)

- stanovenie sedimentačného indexu podľa Zelenyho – (ICC Standard 116/1)
- stanovenie obsahu škrobu podľa Ewersa – (ICC Standard 123/1)

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Úroveň obsahu vody v zrnách patrí medzi primárne kvalitatívne parametre, ktoré zároveň predurčujú skladovateľnosť. Za optimálne podmienky pre skladovanie obilnín v strednej Európe sa považuje: vlhkosť pod 14 %, skladovacia teplota pod 15 °C a relatívna vlhkosť vzduchu okolo 65 % (Schinabeck et al., 2019). Tančinová et al. (2017) uvádzajú, že naskladňovanie obilia by malo prebiehať pri vlhkosti 14 % a nižšej a skladované obilie by malo dosahovať 12 % a menej obsahu vody.

Vlhkosť zrna pri všetkých odrodách v oboch ročníkoch sa priemerne pohybovala do 10 %, čo svedčí o rovnakých podmienkach podlahového skladovania analyzovanej vzorky, zohľadňujúc extrémne vysoké letné teploty. Vlhkosť by mala podľa STN 46 1100-2 požiadaviek pre potravinársku pšenicu dosahovať hodnotu maximálne 14 %, všetky vzorky limit normy splnili.

Objemová hmotnosť sa považuje za jedno zo základných meradiel kvality zrna (Bala, 2017). Služi pre interpretáciu dôležitých informácií pri vstupe zrna do mlynu. Podáva hodnotu možného výťažku múky zo spracovania, nakoľko bol dokázaný vzťah medzi objemovou hmotnosťou a následným výťažkom múk (Cauvain a Clark, 2017). Pri najvyššej triede kvality E musí podľa STN 46 1100-2 dosahovať objemová hmotnosť zŕn najmenej 790 g.l⁻¹. Limit spĺňa odroda Lukullus, a to v oboch pestovateľských rokoch 2018 a 2019 s pomerne totožnými hodnotami 816,8 g.l⁻¹ a 818,4 g.l⁻¹. Odroda Genius 19 a Stanislava 19 sa zaraďuje do triedy kvality A a odroda Genius 18 a Stanislava 18 do triedy kvality B. Pri sledovaní jednotlivých odrôd v rozdielnych rokoch, sme nespozorovali výrazne hmotnostné rozdiely v hodnote objemovej hmotnosti.

Ako čistota múky sa udáva stupeň prítomnosti obalov zrna, s ktorým sa mení aj obsah popolovín. Zo zvyšujúcim sa podielom obalov - otrúb sa znižuje retenčná (zadržiavacia) schopnosť cesta pre plyny (Cauvain, 2017). Vollmannová et al. (2018) uvádzajú, že popoloviny je výraz pre obsah minerálnych látok v potravinách, obvykle tvorí do 3 % sušiny potraviny a v prípade rastlinného pôvodu je ich obsah podmienený druhovými vlastnosťami, zrelosťou, vlastnosťami pôdy, pestovateľskými a klimatickými podmienkami. Bojňanská et al. (2013) uvádzajú, že v zrne obilnín sa priemerný obsah popolovín pohybuje medzi 1,5 – 2,9 %. Množstvo popola sa využíva ako ukazovateľ pre zatriedenie typov múk a na rozlíšenie, kde číslo na obale múky reprezentuje tisícnásobok obsahu minerálnych látok v múke.

Obsah popolovín v šrote zrna analyzovaných vzoriek sa pohyboval od 1,54 % do 2,03 %, čím ho možno považovať za optimálny. Najvyššiu prítomnosť minerálnych látok sme zaznamenali pri vzorke Stanislava 19 a najnižšiu pri Genius 18.

Výsledky dosiahnuté pri analýze pekárskych znakov sú uvedené v tabuľke 1. Pšeničná múka má špecifické vlastnosti, vďaka ktorým je schopná vytvoriť dostatočne pevné a elastické cesto, preto sú na ňu kladené vysoké kvalitatívne požiadavky (Rossmann, 2020). Glutén je proteín, zložený z kombinácie v alkohole rozpustných gliadínov a v zriedených kyselinách rozpustných glutenínov. Vďaka nerozpustnosti oboch zlúčenín vo vode, je možné ho oddeliť premývaním od viazaného škrobu (Chavoshizadeh et al., 2020). Uvádza sa, že za takmer všetky kvalitatívne vlastnosti pekárskych výrobkov je zodpovedný lepok, pretože vytvára sieť, ktorá je schopná zadržiavať plyny vytvorené pri kysnutí, tým vytvára štruktúru striedky a zároveň vytvára objem chleba (Parenti et al., 2020).

Všetky analyzované vzorky, spĺňajú kritérium pre zaradenie do triedy kvality E podľa obsahu mokrého lepku v sušine a dosahujú najmenej 28 %. Najnižší obsah lepku sme zaznamenali pri odrode Stanislava 2018 – 31,84 % ktorý ale taktiež spĺňa normu.

V totožných odrodách dopestovaných v rozdielnych rokoch sme spozorovali že rok 2019 bol priaznivejší na obsah lepku v pšenici.

Prítomné peptidické reťazce v 3D štruktúre lepku sú spájané vodíkovými, disulfidovými a metylénovými mostíkmi. S vyšším zastúpením disulfidových väzieb rastie pevnosť a pružnosť, čo sa okamžite prejaví na reologických vlastnostiach cesta (Vollmannová et al., 2018). Nevhodným skladovaním múky môže nastať plesnivenie, ktoré sa prejaví znížením kvalitatívnych vlastností lepku, zníženou ťažnosťou, tmavšou farbou a vypieraním v menšom množstve (Tančinová et al., 2017). Hodnoty ťažnosti lepku, analyzovaných vzoriek pohybovali od 11 - 15 cm. Možno tým považovať výsledky za optimálne, nakoľko neklesli pod 5 cm ani výrazne nestúpili nad 15 cm, ktoré by signalizovali veľmi krátky respektíve dlhý lepok, ktorý by mal špecifické využitie v pekárenskej oblasti.

Dôležitá je aj vlastnosť napučievania bielkovín - zväčšovania svojho objemu v prítomnosti vody na tvorbu cesta a pri pečení. V prípade napučievania lepku, sme zaznamenali výrazne nižšie hodnoty v roku 2019 vo všetkých odrodách ako v roku 2018. Možno spozorovať, že obsah lepku v roku 2018 bol na nižších množstvách, ale hodnoty napučievania (kvalitatívne hodnoty) na vyšších úrovniach. Veľmi dobrú kvalitu lepku považujeme ak napučievanie dosahuje 13 cm³ a viac, čiže vo všetkých odrodách dopestovaných v roku 2018. Pri hodnote 11 cm³ hodnotíme parameter ako dobrý a pri 10 cm³ ako stredne kvalitný. Najvyššiu hodnotu napučievania sme namerali vo vzorke Genius 18 a to 15 cm³, ktorá má ako druhá v poradí najnižší obsah lepku (množstvo), ale kvalitný.

V závislosti od klimatických a pestovateľských podmienok, druhu ale aj odrody dopestovanej pšenice, je obsah škrobu premenlivý a pohybuje sa od 60 % do 75 %. Hodnota obsahu škrobu vo vzorkách sa pohybovala v rozmedzí 68 % - 69,56 %. Najvyšší obsah škrobu sme namerali pri vzorke G18 a to 69,56 %. Obsah škrobu pri odrodách bol pomerne rovnaký, bez výrazných rozdielov, čím sa potvrdzuje fakt, že obsah škrobu je závislý od odrody pšenice.

Medzi veľmi významné parametre pre pekárenské hodnotenie patrí taktiež obsah dusíkatých látok a Zelenyho sedimentačný index. Zelenyho index je dôležitým kvalitatívnym ukazovateľom bielkovín pšenice a hrubý proteín ukazovateľom kvantitatívnym. Vyšší obsah hladín bielkovín pozitívne vplýva na textúru cesta a konečný výsledok pečenia a možno ním iba čiastočne kompenzovať zlú kvalitu bielkovín. Pri vyššom množstve bielkovín vyššej kvality (lepkových), nastáva pri napučívaní ovplyvňovanie rýchlosti sedimentácie a pomalšia indikuje vyššie namerané testovacie hodnoty (Laidig et al., 2018).

Obsah dusíkatých látok je vyžadovaný najmä pri tzv. elitnej pšenici, určenej pre exportné účely. V zahraničí sú na tento parameter kladené vyššie požiadavky z hľadiska vyššieho podielu zložky. Okrem vzorky Genius 18, ktorú podľa obsahu N-látok v sušine možno zaradiť do triedy kvality A, všetky vzorky zaradujeme do elitnej triedy podľa STN normy, keďže dosahujú minimálne 13 % N-látok v sušine. Najvyšší obsah sme namerali pri odrode Lukullus a to v oboch ročníkoch 14,97 % a 15 %.

Pri vzorkách so zvýšenými hodnotami N-látok, sme zaznamenali aj zvýšené hodnoty Zelenyho sedimentačného indexu, ktorý vyjadruje schopnosť pšeničných bielkovín zväčšovať objem v roztoku kyseliny mliečnej. Najvyššia hodnota ZI bola zaznamenaná pri vzorkách Lukullus 18, 19 a to 64 cm³ a 67 cm³ a najnižšia hodnota bola nameraná vo vzorke Genius 18 a to 42 cm³. Napriek tomu všetky vzorky spĺňajú minimálne 40 cm³, čím je možné ich zaradiť do triedy kvality E.

Stanovenie čísla poklesu patrí medzi štandardné schválené metódy pre uskutočnenie merania aktivity alfa-amylázy v zrnách (Shao et al., 2019). Vo viacerých štúdiách bola spájaná korelácia medzi nízkym číslom poklesu a zlou kvalitou pekárenských výrobkov. Lepivá a zlá textúra striedky, znížený objem a intenzívnejšie stmavnutie kôrky sa preukázalo pri výrobkoch zo pšeničnej múky s číslom poklesu nižším ako 200 sekúnd (Neoh et al., 2020).

Minimálne 220 sekúnd musí spĺňať vzorka pre zaradenie do triedy kvality E, A, B podľa STN normy. Z našich vzoriek okrem Stanislava 18 všetky toto kritérium spĺňajú. Väčšina vzoriek prekračuje hranicu 300 sekúnd, čo považujeme až za celkom vysoké hodnoty čísla poklesu, odzrkadľujúcu nižšiu aktivitu amyláz, ktorá sa môže prejavovať nižším objemom a nižšou pórovitosťou výrobku, nakoľko najvyššie časy vo vzorkách Genius 18, Lukullus 18 dosahujú až 366 s a 375 s. Vysoká aktivita predurčuje malý objem a vysokú pórovitosť výrobkov. Optimálne rozpätie je v rozsahu 200 až 300 s (Mareček et al., 2022).

Tab. 1 Výsledky analyzovaných pekárskych znakov kvality

Odroda	G ₀ v suš. (%)	T ₀ (%)	Q ₀ (%)	Škrob v suš. (%)	NL v suš. (%)	ZI (cm ³)	ČP (s)
G 18	32,19	11,0	15	69,56	12,18	42	366
G 19	43,10	15,0	10	68,32	13,68	52	332
L 18	39,53	14,0	14	67,26	15,00	64	375
L 19	41,82	14,5	10	67,05	14,97	67	325
S 18	31,84	13,0	13	68,90	13,60	45	216
L 19	38,59	12,0	11	68,25	13,75	56	300

Vysvetlivky: G₀ - obsah mokrého lepku v sušine, T₀ - ťažnosť lepku, Q₀ - ťažnosť lepku, NL – dusíkaté látky v sušine, ZI – Zeleného sedimentačný index, ČP – číslo poklesu

ZÁVER

Kontrola kvality zrna ozimnej pšenice patrí k nezastupiteľným prioritám agropotravinárskeho sektora z hľadiska dostatku kvalitnej suroviny pre mlynsko–pekárske odvetvie. Na surovinu pre pekárske využitie sú kladené neustále špecifické požiadavky v jednotlivých parametroch technologickej kvality. Tento smer bol sledovaný aj vo výskumnej práci hodnotenia troch odrôd ozimnej pšenice dopestovanej v trnavskom regióne v rokoch 2018 a 2019. Zo získaných analytických výsledkov je možné skonštatovať vhodnosť všetkých hodnotených odrôd na produkciu múk. Zaznamenaný bol zvýšený obsah lepku, najmä v roku 2019 až nad 40 %, čo potvrdzuje trend produkcie zrna s vysokým obsahom najmä nerozpustných bielkovinových frakcií, ako vplyv šľachtenia, hnojenia a ročníka. Pri odrode Lukullus boli namerané aj najvyššie hodnoty dusíkatých látok. Pri aktivite amyláz boli najpriaznivejšie hodnoty pri odrode Stanislava, pri ostatných odrodách bola aktivita alfa-amylázy mierne znížená. Odrody sú vhodné na potravinárske využitie do tvorby kompozitných zmesných múk.

Pod'akovanie: Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

1. AACC Method 46-12.01. 1999. Crude Protein-Kjeldahl Metod: Boric Acid Modification.
2. BALA, B. K.. 2017. ICC Drying and Storage of Cereal Grains (2nd Edition) [online]. John Wiley & Sons, pp. 341. ISBN 978-1-119-12423-8. Dostupné na: <<https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpDSCGE002/drying-storage-cereal/drying-storage-cereal>>

3. BOJŇANSKÁ, T. et al. 2013. *Hodnotenie surovín a potravín rastlinného pôvodu*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 335 s. ISBN 978-80-552-1086-5.
4. CALL, L. et al. 2020. Effects of species and breeding on wheat protein composition. In *Journal of Cereal Science* [online], pp. 102974. ISSN 0733-5210. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102974>>
5. CAUVAIN, S. 2017. *Baking Problems Solved* (2nd Edition) [online]. Woodhead Publishing, pp. 572. ISBN 978-0-08-100768-6. Dostupné na: <<https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpBPSE000F/baking-problems-solved/baking-problems-solved>>
6. CAUVAIN, S. – CLARK, R. 2017. *ICC Handbook of Cereals, Flour, Dough & Product Testing - Methods and Applications* (2nd Edition) [online]. DEStech Publications, pp. 531. ISBN 978-1-5231-2483-1. Dostupné na: <<https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpICCHCFD2/icc-handbook-cereals/icc-handbook-cereals>>
7. CHAVOSHIZADEH, S. – PIRSA, S. – MOHTARAMI, F. 2020. Conducting smart color film based on wheat gluten/chlorophyll/polypyrrole nanocomposite. In *Food Packaging and Shelf Life* [online], vol. 24, pp. 10050. ISSN 2214-2894. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100501>>
8. ICC Standard 104/1. 1990. Determination of Ash in Cereals and Cereal Products.
9. ICC Standard 106/2. 1984. Working Method for the Determination of Wet Gluten in Wheat Flour.
10. ICC Standard 107/1. 1995. Determination of the Falling Number according to Hagberg - as a Measure of the Degree of Alpha-Amylase Activity in Grain and Flour.
11. ICC Standard 110/1. 1976. Determination of the Moisture Content of Cereals and Cereal Products (Practical method).
12. ICC Standard 116/1. 1994. Determination of the Sedimentation Value (according to Zeleny) as an Approximate Measure of Baking Quality.
13. ICC Standard 123/1. 1994. Determination of Starch Content by Hydrochloric Acid Dissolution.
14. LAIDIG, Friedrich et al. 2018. Predicting loaf volume for winter wheat by linear regression models based on protein concentration and sedimentation value using samples from VCU trials and mills. In *Journal of Cereal Science* [online], vol. 84, pp. 132-141. ISSN 0733-5210. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.07.015>>
15. LI, CH. et al. 2020. Structure and physicochemical properties of two waxy wheat starches. In *Food Chemistry* [online], vol. 318, pp. 126492. ISSN 0308-8146. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126492>>
16. MA, M. et al. 2020. Deterioration mechanisms of high-moisture wheat-based food – review from physicochemical, structural, and molecular perspectives. In *Food Chemistry* [online], vol. 318, pp. 126495. ISSN 0308-8146. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126495>>
17. MAREČEK, J. – MINAROVIČOVÁ, M. – MENDELOVÁ, A. – SOLGAJOVÁ, M. 2022. Technologická kvalita vybraných odrôd *Triticum aestivum* L. In: *Bezpečnosť a kvalita potravín*. Zborník vedeckých prác. Nitra: Garmond, 2022, s. 309-314. ISBN 978-80-8266-007-7
18. NEOH, G. et al. 2020. Effects of cold temperature on starch molecular structure and gelatinization of late-maturity alpha-amylase affected wheat. In *Journal of Cereal Science* [online], vol. 92, pp. 102925. ISSN 0733-5210. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102925>>
19. PARENTI, O. – GUERRINI, L. – ZANONI, B. 2020. Techniques and technologies for the breadmaking process with unrefined wheat flours. In *Trends in Food Science &*

- Technology [online], vol. 99, pp. 152-166. ISSN 0924-2244. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.034>>
20. ROSSMANN, A. et al. 2020. Effects of a late N fertiliser dose on storage protein composition and bread volume of two wheat varieties differing in quality. In *Journal of Cereal Science* [online], pp. 102944. ISSN 0733-5210. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102944>>
 21. SEZER, B. et al. 2017. A novel method for ash analysis in wheat milling fractions by using laser-induced breakdown spectroscopy. In *Journal of Cereal Science* [online], vol. 78, pp. 33-38. ISSN 0733-5210. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.04.002>>
 22. SHANG, J. et al. 2020. Comparative studies on physicochemical properties of total, A- and B-type starch from soft and hard wheat varieties. In *International Journal of Biological Macromolecules* [online], vol. 154, pp. 714-723. ISSN 0141-8130. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.03.150>
 23. SHAO, Y. et al. 2019. Reduction of falling number in soft white spring wheat caused by an increased proportion of spherical B-type starch granules. In *Food Chemistry* [online], vol. 284, pp. 140-148. ISSN 0308-8146. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.006>>
 24. SCHINABECK, T. M. et al. 2019. Dynamics of the particle moisture distribution during storage of wheat under laboratory and pilot-scale conditions. In *Journal of Stored Products Research* [online], vol. 82, pp. 54-66. ISSN 0022-474X. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.04.001>>
 25. STN 46 1011-5. 1988. Skúšanie obilnín, strukovín a olejní. Skúšanie obilnín: stanovenie objemovej hmotnosti.
 26. STN 46 1011-9. 1997. Skúšanie obilnín, strukovín a olejní. Skúšanie obilnín: stanovenie mokrého lepku, stanovenie ťažnosti lepku, stanovenie napúčavosti lepku.
 27. STN 46 1100-2. 2018. Potravinárske obilniny. Časť 2: Zrno potravinárskej pšenice letnej.
 28. TANČINOVÁ, D. et al. 2017. *Mikrobiológia potravín*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 239 s. ISBN 978-80-552-1642-3.
 29. VOLLMANNOVÁ, A. et al. 2018. *Chémia potravín*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 543 s. ISBN 978-80-552-1814-4.

Kontaktná adresa:

doc. Ing. Ján Mareček, PhD., Ústav potravinárstva FBP SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, email: Jan.Marecek@uniag.sk

**VYUŽITIE RAKYTNÍKOVEJ ŠŤAVY PRI VÝROBE
NEALKOHOLICKÝCH NÁPOJOV SO ZVÝŠENÝM OBSAHOM
KAROTENOIDOV A POLYFENOLOV**

**THE USE OF SEA BUCKTHORN JUICE IN THE PRODUCTION OF SOFT
DRINKS WITH AN INCREASED CONTENT OF CAROTENOIDS AND
POLYPHENOLS**

Mendelová Andrea¹, Mendel Eubomír², Kolesárová Anna¹, Solgajová Miriam¹

¹Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

²Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum Nitra, Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

Summary

The aim of the work was to prepare fruit and vegetable drinks and their combinations from raw materials with high content of carotenoids and polyphenols. We prepared peach, pumpkin, and carrot juice, which we combined with 10, 25, 50% addition of sea buckthorn juice. We prepared control variants without ascorbic acid treatment and experimental variants that were treated with ascorbic acid and monitored the effectiveness of this treatment on the stability of carotenoids and polyphenols. In basic juices, we analysed refractometric dry matter, organic acids content and in prepared combinations of juices, we monitored the content of total carotenoids, total polyphenols. The addition of sea buckthorn had a positive effect on increasing the content of polyphenols in all juices and carotenoids in peach and pumpkin juice. When combining carrot juice with sea buckthorn, the carotenoid content decreased depending on its added amount. The highest carotenoid content was present in treated carrot juice with 10% sea buckthorn (139,00 mg.100 g⁻¹ dry matter), followed by treated pumpkin juice with 50% sea buckthorn (47,95 mg.100 g⁻¹ dry matter) and treated peach juice with 50 % sea buckthorn (42,22 mg.100 g⁻¹ dry matter). The highest content of polyphenols was present in carrot juice with 50 % addition of sea buckthorn (1626,90 mg GAE.100 g⁻¹ dry matter). This was followed by pumpkin juice with 50 % addition of sea buckthorn (1389, 28 mg GAE.100 g⁻¹ dry matter) and peach juice with 50 % addition of sea buckthorn (1377,55 mg GAE.100 g⁻¹ dry matter).

Key words: functional beverages, fruit juices, vegetable juices, carotenoids, polyphenols

ÚVOD

Na trhu s nealkoholickými nápojmi môžeme nájsť rozsiahlu škálu produktov. Okrem klasických pramenitých alebo ochutených minerálnych vôd, kolových nápojov, sladených limonád, cez ovocné a zeleninové šťavy až po neustále sa vyvíjajúce funkčné nápoje. Funkčné nápoje na báze ovocia a zeleniny sú vhodným a jednoduchým spôsobom ako doplniť do organizmu potrebné živiny, akými sú vitamíny, minerálne látky, ale aj biologicky účinné látky medzi ktoré patria karotenoidy a polyfenoly (Chandrasekara a Shahidi, 2018; Aadil et al., 2019).

Ovocie a zelenina ako bohatý zdroj zdraviu prospešných látok ako sú polyfenoly, vitamíny, minerálne látky, pektíny a iné sa môžu využívať aj ako surovina na prípravu nových funkčných nápojov. Nápoje na báze ovocnej šťavy sú čoraz obľúbenejšie, pretože predstavujú ľahký a pohodlný spôsob konzumácie ovocia, ktoré je dôležitým zdrojom zlúčenín podporujúcich zdravie.

Karotenoidy sú pigmenty rastlín zodpovedné za ich žlté, jasnočervené a oranžové sfarbenie. Sú to hydrofóbne, lipofilné zlúčeniny, nerozpustné vo vode a rozpustné v

organických rozpúšťadlách. Vzhľadom na farbiace vlastnosti karotenoidov sa často používajú v potravinárskom, farmaceutickom, kozmetickom a krmovinárskom priemysle. Pri obohacovaní potravín sa používajú z dôvodu ich možnej aktivity provitamínu A a ich biologických funkcií v prospech zdravia, ako sú zníženie rizika degeneratívnych chorôb a antioxidačné vlastnosti (Mezzomo a Ferreira, 2016). Karotenoidy, ktoré majú aktivitu provitamínu A, sú α -karotén, β -karotén, γ -karotén a β -kryptoxantín. Nízka biologická dostupnosť β -karoténu v prírodných zdrojoch je spôsobená odolnosťou komplexov karotén-proteín a bunkových stien rastlín voči tráveniu a degradácii a následne jeho zlému uvoľňovaniu. Ukázalo sa, že tepelné spracovanie zvyšuje biologickú dostupnosť a absorpciu β -karoténu v porovnaní s mechanickým spracovaním (Milani et al., 2016). Yeh et al. (2017) poukazujú na to, že doplnenie alebo obohatenie potravín a nápojov o vitamín A, resp. provitamín A môže znížiť nepriaznivé účinky vyplývajúce z jeho nedostatku.

Polyfenolové zlúčeniny predstavujú rozmanitú skupinu sekundárnych metabolitov rastlín, ktoré vzbudzujú značný záujem z dôvodu potenciálne prospešných účinkov na zdravie človeka. Okrem známych antioxidačných vlastností majú antivírusový, antimikrobiálny, antimutagénny, antikarcinogénny, antialergický účinok. Znižujú krvný tlak a hladinu cholesterolu v krvi, priaznivo pôsobia pri prevencii aterosklerózy a kardiovaskulárnych ochorení. Epidemiologické štúdie potvrdzujú znížené riziko vzniku voľnoradikálových ochorení (rakovina, kardiovaskulárne ochorenia, neuro- a iné degeneratívne ochorenia) pri zvýšenej konzumácii ovocia a zeleniny, čo môže byť spôsobené synergickým pôsobením rôznych polyfenolov a iných bioaktívnych látok obsiahnutých v týchto prírodných zdrojoch (Süli et al., 2014).

Cieľom práce bolo pripraviť ovocné a zeleninové nápoje s prídavkom rakytníkovej šťavy, ktoré sa budú vyznačovať zvýšeným obsahom karotenoidov a polyfenolov.

MATERIÁL A METÓDY

Ako hlavné suroviny na výrobu ovocných a zeleninových nápojov sme použili broskyňu obyčajnú (*Prunus persica* L.) – plody, tekvicu muškátovú (*Cucurbita moschata* Duch.) – plody a mrkvu obyčajnú (*Daucus carota* L.) – koreň a rakytník rešetliakový (*Hippophae rhamnoides* L.) – plody.

Na obmedzenie procesu oxidácie a ochrany polyfenolov a karotenoidov v šťavách počas výroby sme využili kyselinu L-askorbovú v množstve 1 g.l⁻¹. Účinnosť tohto ošetrenia sme overili porovnaním s kontrolným variantom bez ošetrenia kyselinou askorbovou.

Z ovocných štiav sme pripravili kontrolné varianty bez ošetrenia kyselinou askorbovou a pokusné varianty, ktoré boli ošetrené kyselinou askorbovou. V oboch variantoch sme pripravovali šťavy s prídavkom 10, 25 a 50 % rakytníkovej šťavy.

V pripravených šťavách sme stanovili obsah celkových karotenoidov a polyfenolov. Stanovenie obsahu celkových karotenoidov sa uskutočnilo podľa metodiky Hegedúsová et al. (2007). Príprava vzorky na analýzu pozostávala z dôkladnej homogenizácie vzoriek, na desintegrátore HEIDOLPH, SILENT CRUSHER M pri otáčkach 10 000.min⁻¹ po dobu 3 minút. Extrakcia karoténov zo šťavy sa uskutočnila acetónom. Získaný acetónový extrakt s extrahovanými karoténmi sa opakovane pretrepával s petroléterom, karotenoidy prechádzali z acetónovej do petroléterovej vrstvy. Za pomoci destilovanej vody prebehlo fázovanie vrstiev zamerané na odstránenie zvyšku acetónu. Následne sa petroléterová fáza nasýtená karoténmi vysušila síranom sodným bezvodým, kvantitatívne preniesla do odmernej banky a doplnila na stanovený objem 25 ml petroléterom. Absorbancia vzoriek sa merala spektrofotometricky na spektrofotometri JENWAY (6405 UV/VIS, Anglicko) pri vlnovej dĺžke 450 nm.

Stanovenie celkového obsahu polyfenolov sa uskutočnilo metódou podľa Lachmana et al. (2003) spektrofotometricky s použitím Folin-Ciocalteu činidla. Celkový obsah polyfenolov

bol vyjadrený v ekvivalente kyseliny galovej, ktorá sa najčastejšie využíva ako štandard pre stanovenie polyfenolov. Metóda je založená na reakcii Folin-Ciocalteu činidla s polyfenolmi prítomnými v analyzovanej vzorke za vzniku produktu modrého sfarbenia. Intenzita modrého sfarbenia, ktorá je priamo úmerná obsahu polyfenolov bola meraná spektrofotometricky pri vlnovej dĺžke 765 nm na spektrofotometri JENWAY (6405 UV/VIS, Anglicko). Obsah celkových polyfenolov bol vypočítaný z kalibračnej krivky kyseliny galovej o koncentracii 50-800 mg.l⁻¹.

Na štatistické hodnotenie vplyvu ošetrenia kyselinou askorbovou na obsah celkových karotenoidov a celkového obsahu polyfenolov sme použili analýzu rozptylu ANOVA pri P<0,01. V post-hoc testovaní rozdielov v obsahu celkových karotenoidov a polyfenolov sme použili Tukey HSD test viacnásobného porovnania priemerov pri P<0,05. Testovanie sme vykonali pomocou štatistického balíka Statsoft Statistica 12.5 (Statsoft Inc., Tulsa, USA).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Obsah celkových karotenoidov sa v základných šŕavách pohyboval v hodnotách 1,7-10,63 mg.100 g⁻¹ čerstvej hmoty. Podľa našich meraní bola najvyššia hodnota obsahu celkových karotenoidov nameraná v mrkvovej šŕave (10,63 mg.100 g⁻¹ čerstvej hmoty) a najnižšiu hodnotu sme namerali v broskyňovej šŕave (1,7 mg.100 g⁻¹ čerstvej hmoty).

V pripravených základných šŕavách sme stanovili aj celkový obsah polyfenolov. Najvyšší obsah sme namerali v rakytníkovej šŕave, kde priemerná hodnota celkového obsahu polyfenolov bola 240,3 mg GAE.100 g⁻¹ čerstvej hmoty. Najnižšiu hodnotu celkového obsahu polyfenolov podobne ako pri stanovení obsahu karotenoidov vykazovala broskyňová šŕava (22,6 mg GAE.100 g⁻¹ čerstvej hmoty).

Najvyšší obsah celkových karotenoidov po prepočte na sušinu vykazovala mrkvová šŕava 118,87 mg.100 g⁻¹ sušiny a najnižší broskyňová šŕava s obsahom 20,87 mg.100 g⁻¹ sušiny. Obsah celkových polyfenolov v prepočte na sušinu sa pohyboval v hodnotách 272,68-1873,61 mg GAE.100 g⁻¹. Najvyšší obsah polyfenolov bol stanovený v rakytníkovej šŕave a najnižší v broskyňovej šŕave (tab. 1).

Tab. 1 Obsah celkových karotenoidov a polyfenolov v čerstvej hmote a po prepočte na 100 % sušinu v základných druhov štiav

Druh	V čerstvej hmote		100 % sušina	
	Celkové karotenoidy (mg.100 g ⁻¹)	Celkové polyfenoly (mg GAE.100 g ⁻¹)	Celkové karotenoidy (mg.100 g ⁻¹ SH)	Celkové polyfenoly (mg GAE.100 g ⁻¹ SH)
Rakytníková	6,3	240,3	48,89	1873,61
Broskyňová	1,7	22,6	20,87	272,68
Tekvicová	3,4	38,7	34,43	397,92
Mrkvová	10,63	49,2	118,87	578,46

Autori Kapoor a Aggarwal (2014) stanovili obsah celkových karotenoidov v čerstvej mrkvovej šŕave v množstve 12,42 mg.100 g⁻¹, v tepelne ošetrenej mrkvovej šŕave bol ich obsah 10,10 mg.100 g⁻¹ a v mrkvovo-zázvorovej šŕave sa obsah karotenoidov pohyboval na úrovni 10,62 mg.100 g⁻¹. Môžeme teda skonštatovať, že naše výsledky sú zrovnateľné s tými, ktoré dosiahli Kapoor a Aggarwal (2014).

Priori et al. (2017) sa zaoberali analýzou bioaktívnych zložiek v 10 kultivaroch tekvice muškátovej. Analýzou stanovený obsah celkových polyfenolov sa pohyboval v rozmedzí 26,31-79,86 mg.100 g⁻¹ čerstvej hmoty a obsah celkových karotenoidov v rozmedzí

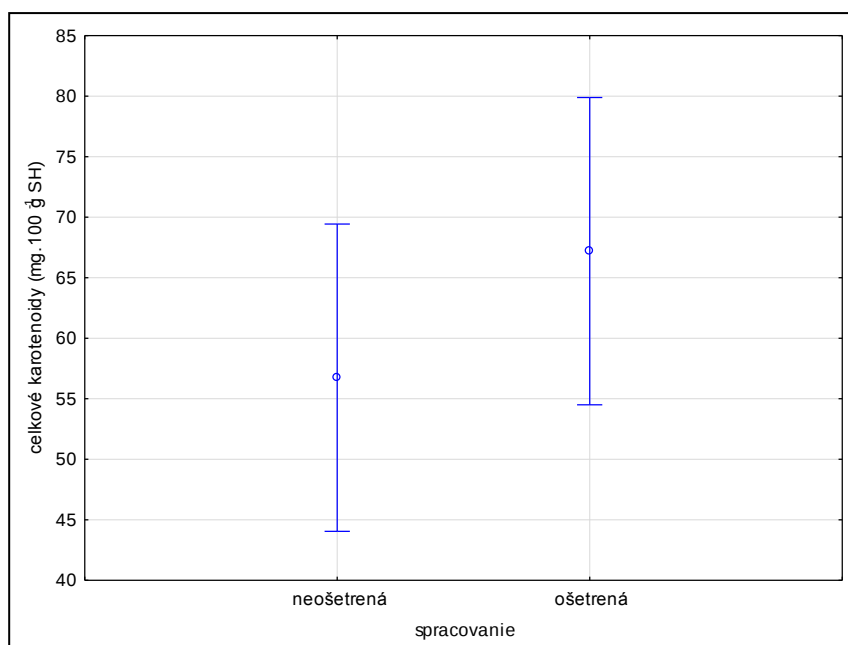
od 10,8 mg.100 g⁻¹ do 36,7 mg.100 g⁻¹ čerstvej hmoty. V tekvicovej šťave sme namerali nižší obsah karotenoidov a polyfenolov v porovnaní s hodnotami, ktoré uvádzajú autori.

Nowak et al. (2018) vo svojej štúdii stanovili celkový obsah polyfenolov v rakytníkovej šťave v množstve 4784 ± 35 mg GAE.l⁻¹.

Saidani et al. (2017) vo svojej štúdii stanovovali celkový obsah polyfenolov v broskyňovej šupke a dužine v 9 kultivarochoch broskyne. Celkový obsah polyfenolov v šupkách sa pohyboval v rozmedzí 88,9-277 mg GAE.100 g⁻¹ a v dužinách 25,1-139 mg GAE.100 g⁻¹.

Na komplexné porovnanie pripravených štiav z hľadiska obsahu celkových karotenoidov a polyfenolov sme použili štatistickú analýzu rozptylu. Ako prvé sme porovnali, či ošetrenie štiav počas výroby kyselinou askorbovou prináša aj štatisticky preukazne ($P < 0,01$) pozitívny vplyv na zlepšenie stability karotenoidov a polyfenolov vo výslednom produkte.

V prípade hodnotenia vplyvu ošetrenia kyselinou askorbovou na obsah celkových karotenoidov sme zistili, že hoci ošetrenie zlepšilo stabilitu karotenoidov vo všetkých šťavách, toto ošetrenie nie je štatisticky preukazne.

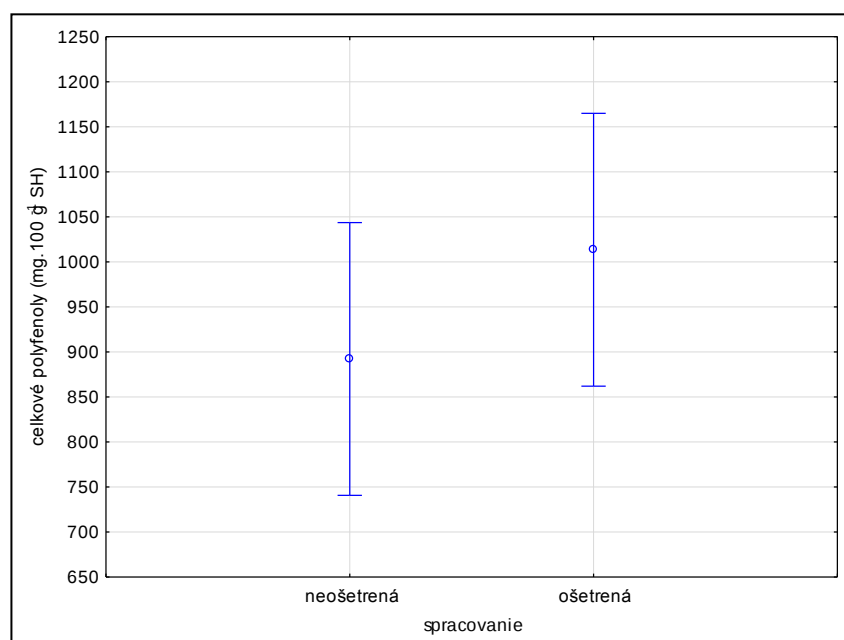


Obr. 1 Marginálne priemery obsahu celkových karotenoidov v ošetrených a neošetrených šťavách obohatených o rakytník (mg.100 g⁻¹ SH) z Tukey HSD testu

Podobná situácia nastala aj v prípade celkových polyfenolov, kde sme tiež zistili, že ošetrenie štiav kyselinou askorbovou počas výroby sa prejaví pozitívne na obsahu celkových polyfenolov, ale toto ošetrenie nie je štatisticky preukazne ($P > 0,01$).

Keďže sme zistili, že medzi jednotlivými skupinami štiav (ošetrené /neošetrené) nie sú štatisticky preukazné rozdiely porovnanie štiav podľa na základe celkového obsahu karotenoidov a polyfenolov sme vykonali iba v skupine ošetrených štiav.

Podľa obsahu karotenoidov sa nám šťavy rozdelili do 11 od seba štatisticky preukazne ($P < 0,05$) odlišných skupín (tab. 2).



Obr. 2 Marginálne priemery obsahu celkových polyfenolov v ošetrených a neošetrených šťavách obohatených o rakytník (mg.100 g⁻¹ SH) z Tukey HSD testu

Tab. 2 Priemerné hodnoty obsahu celkových karotenoidov (mg.100 g⁻¹ SH) a homogénne skupiny z LSD testu v šťavách s prídavkom rakytníka

Šťava	Priemer	Homogénne skupiny
100 % broskyňová	25,29	a
90 % broskyňová + 10 % rakytníková	28,37	b
75 % broskyňová +25 % rakytníková	34,08	c
90 % tekvicová + 10 % rakytníková	41,06	d
100 % tekvicová	42,01	d
50 % broskyňová +50 % rakytníková	42,22	d
75 % tekvicová + 25 % rakytníková	43,88	e
50 % tekvicová + 50 % rakytníková	47,96	f
100 % rakytníková	54,54	g
50 % mrkvová + 50 % rakytníková	98,41	h
75 % mrkvová + 25% rakytníková	123,28	i
90 % mrkvová + 10 % rakytníková	139,01	j
100 % mrkvová	153,35	k

Vysvetlivky: a-k - priemery označené rovnakými písmenami nie sú štatisticky významne rozdielne ($P < 0,05$)

Porovnaním štiav z hľadiska obsahu celkových polyfenolov sme zistili, že vzorky štiav sa rozdelili do 12 skupín od seba sa štatisticky preukazne ($P < 0,05$) líšiacich obsahom celkových polyfenolov (tab. 3).

Tab. 3 Priemerné hodnoty obsahu celkových polyfenolov (mg GAE.100 g⁻¹ SH) a homogénne skupiny z LSD testu v šŕavách s prídavkom rakytníka

Šŕava	Priemer	Homogénne skupiny
100 % broskyňová	298,55	a
100 % tekvicová	489,60	b
90 % broskyňová + 10% rakytníková	550,91	c
90 % tekvicová + 10 % rakytníková	662,29	d
100 % mrkvová	693,87	e
75 % broskyňov + 25 % rakytníková	891,77	f
90 % mrkvová + 10 % rakytníková	896,70	f
75 % tekvicová + 25 % rakytníková	954,43	g
75 % mrkvová + 25 % rakytníková	1224,91	h
50 % broskyňová + 50 % rakytníková	1377,55	i
50 % tekvicová + 50 % rakytníková	1389,28	j
50 % mrkvová + 50 % rakytníková	1626,90	k
100 % rakytníková	2117,90	l

Vysvetlivky: a-l - priemery označené rovnakými písmenami nie sú štatisticky významne rozdielne (P<0,05)

Štatisticky preukazne najvyšší (P<0,05) obsah celkových polyfenolov sme zistili v rakytníkovej šŕave a preto použitie rakytníkovej šŕavy ako funkčnej zložky na zvýšenie obsahu celkových polyfenolov v šŕavách považujeme za správne. Za rakytníkovú šŕavu sa následne zaradili všetky šŕavy, v ktorých bol podiel rakytníkovej šŕavy 50 %.

Štatisticky preukazne najnižší (P<0,05) obsah celkových polyfenolov sme zistili v broskyňovej šŕave, ktorá je z pohľadu či už obsahu celkových polyfenolov ako aj celkových karotenoidov najchudobnejšia, a preto je ju veľmi vhodné obohacovať o šŕavy s funkčnými vlastnosťami.

Mrkvová šŕava sa často používa ako základná zložka pri príprave zmiešaných štiav, pretože je ľahko stráviteľná a môže sa konzumovať vo veľkom množstve (Butu a Rodino, 2019).

Hlavné faktory prispievajúce k výživovej a liečivej hodnote tekvice muškátovej sú vysoký obsah celkových karotenoidov s viac ako 80 % obsahom β -karoténu, ako aj prítomnosť pektínu a nepektínových polysacharidov, minerálnych látok (draslík, fosfor, horčík, železo, a selén), vitamínov (C, E, K, tiamín (B1) a riboflavín (B2), piridoxín (B6), vlákniny, fenolových zlúčenín (flavonoidy, fenolové kyseliny) a ďalších látok prospešných pre ľudské zdravie (Zdunić et al., 2016).

Bozalan a Karadeniz (2010) stanovovali karotenoidový profil vybraných kultivarov mrkvy. Hlavnými stanovenými karotenoidmi v mrkve boli β -karotén (41,60 – 71,2 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty) a α -karotén (13,44 – 30,11 mg. kg⁻¹ čerstvej hmoty).

Yoo et al. (2020) sa vo svojej štúdií zamerali na porovnanie koncentrácie karotenoidov v rôznych farebných kultivároch mrkvy. Korene oranžovej mrkvy mali v porovnaní so žltými vyššie hladiny α -karoténu, β -karoténu a celkových karotenoidov. Ahmad et al. (2019) uviedli, že korene mrkvy z fenolových zlúčenín obsahujú najmä hydroškoricové kyseliny a ich deriváty. Hlavnou hydroxyškoricovou kyselinou prítomnou v mrkve bola kyselina chlorogénová, ktorá predstavovala 42,2 – 61,8 % z celkového obsahu polyfenolov. Pripisujú sa jej antioxidačné a protizápalové účinky. Podľa Butu a Rodino (2019) je mrkvová šŕava najúčinnnejšou terapeutickou formou mrkvy. Je zvlášť účinná pri prevencii šedého zákalu a iných očných problémoch. Mrkvová šŕava stimuluje imunitný systém, pomáha liečiť anémiu,

problémy s krvným obehom, tráviace ťažkosti a kožné poruchy. Mrkvová šťava sa často používa aj ako základná zložka pri príprave funkčných nápojov.

Tekvica muškátová je bohatá na karotenoidy, vrátane β -karoténu, β -kryptoxantínu a α -karoténu. Tieto zlúčeniny sú provitamínmi vitamínu A, čo znamená, že ich telo premieňa na retinal a kyselinu retinovú čo by aktívne formy vitamínu A. Podľa štúdie Koha a Loha (2018) sa v čerstvej maslovej tekvici nachádza $4,99 \pm 0,02 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ β -karoténu. Enneb et al. (2020) sa vo svojej štúdii zamerali na identifikáciu biochemických a nutričných zložiek v dužine a šupke tekvice muškátovej pestovanej v Tunisku. V tekvici identifikovali 14 flavonoidov a 10 fenolových kyselín. Prevažujúcimi fenolovými kyselinami boli kyselina chinová ($107,42 - 128,38 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ sušiny), kyselina p-kumarová ($2,660 - 3,845 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ sušiny). Z flavonoidov mali najvyššie zastúpenie cirsiolol ($5,263 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ sušiny) a luteolín ($4,163 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ sušiny). Výsledky štúdie Amani a Rana (2017) preukázali v tekvicovej šťave aj vysoký obsah vitamínu C v množstve $80,0 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, čo naznačuje jej potenciálnu antioxidačnú aktivitu, a tým aj prínos pre zdravie.

Broskyne sú bohaté na vitamíny A, C a draslík. O nápojoch bohatých na draslík je známe, že pomáhajú pri znižovaní krvného tlaku. Broskyne sú tiež dôležitým zdrojom antioxidantov, β -karoténu, ktorý zabezpečuje žltú farbu a flavonoidov, ktoré môžu pomôcť znížiť riziko vzniku určitých druhov rakoviny (Mezzomo a Ferreira, 2016). Podľa štúdie Brown et al. (2014) karotenoidový profil broskyne zahŕňa β -karotén, β -kryptoxantín, luteín, zeaxantín a menšie množstvá ďalších príbuzných zlúčenín. Broskyne so žltou dužinou všeobecne obsahujú 10-násobné vyššie hladiny β -karoténu a β -kryptoxantínu ako ich bielodužinaté náprotivky, v ktorých sa zvyčajne nachádzajú tie zložky iba v stopových množstvách. Ding et al. (2020) vo svojej štúdii zameranej na hodnotenie polyfenolových zložiek v broskyniach uvádzajú, že hlavnými fenolovými zložkami plodov broskýň sú katechín, prokyanidín B1, kyselina neochlorogénová a kyselina chlorogénová.

Rakytník rešetliakový obsahuje veľa prírodných antioxidantov vo všetkých svojich častiach. Jeho listy, stonky, plody a kvety obsahujú vysoký obsah kyseliny askorbovej a tiež karotenoidy, polyfenoly, flavonoidy, tokoferoly, alkaloidy, deriváty chlorofylu, aminokyseliny a amíny (Krejcarová et al., 2015).

Je zaujímavé, že plody rakytníka neobsahujú askorbát oxidázu, enzým zodpovedný za degradáciu kyseliny askorbovej, a teda aj produkty vyrobené z rakytníka, dokonca aj sušené ovocie stále obsahujú veľké množstvo vitamínu C (Rafalska et al., 2017). Autori uvádzajú, že konzumácia jednej bobule pokrýva odporúčanú dennú dávku vitamínu C. Najvyššia koncentrácia vitamínu C je v čínskych poddruhoch *H. sinensis* v množstve $2500 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, európske poddruhy *H. rhamnoides* obsahujú viac ako $360 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ vitamínu C. Vitamín E sa v rakytníku nachádza vo forme α -, β -, γ -, δ -tokoferolu, pričom α -tokoferol predstavuje 76-89 % celkového množstva tokoferolov. Karotenoidy dodávajú rakytníku typickú žltú až oranžovú farbu, preto olej z buničiny obsahuje viac karotenoidov ako olej zo semien. Najaktívnejším zástupcom karotenoidov je β -karotén. Okrem β -karoténu sa v rakytníku nachádza aj lykopén, zeaxantín, β -kryptoxantín (Yang a Kallio, 2002). Sytařová et al. (2020) stanovovali obsah celkových polyfenolov, vitamínu C a vitamínu E v listoch a bobuliach 9 kultivaroch rakytníka. Obsah celkových polyfenolov autori zistili v množstve $0,70 - 3,62 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ (v bobuliach) a $1,88 - 3,72 \text{ g GAE} \cdot \text{kg}^{-1}$ (v listoch). Listy boli významne bohatším zdrojom celkových flavonoidov ($14,40 - 49,44 \text{ mg RE} \cdot \text{kg}^{-1}$) v porovnaní s bobuľami ($0,55 - 4,11 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Obsah vitamínu C bol $0,98 - 3,65 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ v bobuliach a $22,8 - 46,32 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ v listoch. Obsah vitamínu E sa pohyboval na úrovni $6,98 - 29,91 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ v bobuliach a $71,54 - 153,99 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ v listoch. Criste et al. (2020) identifikovali v bobuliach 4 rumunských odrôd rakytníka 5 karotenoidových zlúčenín - luteín, zeaxantín, β -kryptoxantín, cis- β -karotén a β -karotén a dominantnými fenolovými zlúčeninami boli kyselina gallová, rutín a kvercetín.

ZÁVER

Funkčné nápoje poskytujú nové možnosti podpory zdravého a aktívneho životného štýlu. Vzhľadom na obrovské prínosy pre zdravie a rastúci dopyt spotrebiteľov na výber funkčných nápojov existuje obrovský potenciál pre vývoj nových funkčných nápojov na báze ovocných a zeleninových štiav.

Cieľom práce bolo pripraviť nápoje na báze ovocnej a zeleninovej šťavy obohatené šťavou z rakytníka ako potenciálnou surovinou na výrobu funkčných nápojov. Pripravili sme si základné šťavy - broskyňovú, tekvicovú a mrkvovú, ktoré sme skombinovali s 10 %, 25 %

a 50 % prídavkom rakytníkovej šťavy. Tieto šťavy sme s cieľom zamedzenia oxidácie a ochrany polyfenolov a karotenoidov ošetrili kyselinou askorbovou.

Zistili sme, že prídanie kyseliny askorbovej má na stabilitu karotenoidov aj polyfenolov pozitívny vplyv. Vo všetkých pripravených kombináciách štiav nastalo po prídavku kyseliny askorbovej zvýšenie obsahu celkových karotenoidov a polyfenolov oproti neošetreným (kontrolným) šťavam. Napriek tomu, že sa pozitívny efekt nepotvrdil ako štatisticky významný, výrobcom by sme ho pre jeho jednoduchosť aplikácie odporúčali zaradiť do technologického procesu spracovania.

Najvyšší obsah celkových karotenoidov v pripravených kombináciách štiav vykazovala mrkvová šťava s rakytníkom, a to aj napriek tomu, že sme po prídavku rakytníka pozorovali zníženie obsahu karotenoidov. Najvyšší obsah polyfenolov sme zaznamenali v kombinácii mrkvovej šťavy s rakytníkom, a to v mrkvovej šťave s 50 % prídavkom rakytníkovej šťavy.

Prídavok rakytníkovej šťavy mal jednoznačne pozitívny vplyv na zvýšenie celkového obsahu polyfenolov. V prípade obsahu karotenoidov sme dokázali priaznivý vplyv prídavku rakytníkovej šťavy do broskyňovej a tekvicovej šťavy.

Pod'akovanie: Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

1. AADIL, R.M. – ROOBAB, U. – SAHAR, A. – RAHMAN, U. – KHALIL, A.A. 2019. 7 - Functionality of Bioactive [online]. In *Nutrients in Beverages*. New York: Elsevier BV, pp. 237-276. ISBN 978-0-12-816842-4. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-02386-8>
2. AHMAD, T. – CAWOOD, M. – IQBAL, Q. – ARIÑO, A. – BATOOL, A. – TARIQ, R. M. S. – AZAM, M. – AKHTAR, S. 2019. Phytochemicals in *Daucus carota* and Their Health Benefits—Review Article. In *Foods*, vol. 8, no. 9, pp. 424 ISSN 2304-8158 . <https://doi.org/10.3390/foods8090424>
3. AMANI, A. – RANA, CH. 2017. Nutritional and sensory evaluation of pumpkin-based (*Cucurbita maxima*) functional juice. In *Nutrition and Food Science*, vol. 47, no.3, pp. 346-356. ISSN 1758-6917. <https://doi.org/10.1108/NFS-07-2016-0109>
4. BOZALAN, N. C. – KARADENIZ, F. 2010. Carotenoid Profile, Total Phenolic Content, and Antioxidant Activity of Carrots . In *International Journal of Food Properties*, vol. 14, no. 5, pp. 1060-1068. ISSN 1532-2386. <https://doi.org/10.1080/10942910903580918>
5. BROWN, A.F. – YOUSEF, G.G. – GUZMAN, I. – CHEBROLU, K.K. – PARKER, M. – GASIC, K. – PERKINS-VEAZIE, P. 2014. Variation of Carotenoids and Polyphenolics in Peach and Implications on Breeding for Modified Phytochemical Profiles. In *Journal of*

- the American Society for Horticultural Science*, vol. 139, no.6, pp. 676-686. ISSN 2327-9788. <https://doi.org/10.21273/JASHS.139.6.676>
6. BUTU, M. – RODINO, S. 2019. 11 - Fruit and Vegetable-Based Beverages—Nutritional Properties and Health Benefits. In *Natural Beverages*. New York: Elsevier BV, pp. 303-338. ISBN 978-0-12-816689-5. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816689-5.00011-0>
7. CRISTE, A. – URCAN, A. C. – BUNEA, A. – FURTUNA, F. R. P. – OLAH, N. K. – MADDEN, R. H. – CORCIONIVOSCHI, N. 2020. Phytochemical Composition and Biological Activity of Berries and Leaves from Four Romanian Sea Buckthorn (*Hippophae Rhamnoides* L.) Varieties. In *Molecules*, vol. 25, no. 5, pp. 1170. ISSN 1420-3049. <https://doi.org/10.3390/molecules25051170>
8. DING, T. – CAO, K. – FANG, W. – ZHU, G. – CHEN, CH. – WANG, X. – WANG, L. 2020. Evaluation of phenolic components (anthocyanins, flavanols, phenolic acids, and flavonols) and their antioxidant properties of peach fruits. In *Scientia Horticulturae*, vol. 268, pp. 109365. ISSN 0304-4238. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109365>
9. ENNEB, S. – DRINE, S. – BAGUES, M. – TRIKI, T. – BOUSSORA, F. GUASMI, F. – NAGAZ, K. 2020. Phytochemical profiles and nutritional composition of squash (*Cucurbita moschata* D.) from Tunisia. In *South African Journal of Botany*, vol. 130, pp. 165-171. ISSN 0254-6299. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.12.011>
10. HEGEDŮSOVÁ, A. - MUSILOVÁ, J. - JOMOVÁ, K. - HEGEDŮS, O. - BYSTRICKÁ, J. 2007. Laboratorné experimenty z organickej chémie a biochémie pre špecializáciu Chémia životného prostredia. Nitra : Univerzita Konštatína Filozofa, 103 s. ISBN 978-80-8094-211-3.
11. CHANDRASEKARA, A. – SHAHIDI, F. 2018. Herbal beverages: Bioactive compounds and their role in disease risk reduction - A review. In *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, vol. 8, no. 4, pp. 451-458. ISSN 2225-4110. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2017.08.006>
12. KAPOOR, S. – AGGARWAL, P. 2014. Effect of processing and storage on bioactive compounds and antioxidant activity of carrot juice. In *Journal of Applied Horticulture*, vol. 16, no. 1, pp. 80-84. ISSN 0972-1045. <https://doi.org/10.37855/jah.2014.v16i01.14>
13. KOH, S.H. – LOH, S.P. 2018. In vitro bioaccessibility of β -carotene in pumpkin and butternut squash subjected to different cooking methods. In *International Food Research Journal*, vol. 25, no.1, pp. 188-195. ISSN 2231-7546. <https://search.proquest.com/docview/2041570220?accountid=32559>
14. KREJCAROVÁ, J. – STRAKOVÁ, E. – SUCHÝ, P. – HERZIG, I. – KARÁSKOVÁ, K. 2015. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) as a potential source of nutraceuticals and its therapeutic possibilities - A review. In *Acta Veterinaria Brno*, vol. 84, no. 3, pp. 257-268. ISSN 1801-7576. <https://doi.org/10.2754/avb201584030257>
15. LACHMAN, J. - PRONĚK, D. - HEJTMÁNKOVÁ, A., PIVEC, V. - FAITOVÁ, K. 2003. Total polyphenol and main flavonoid antioxidants in different onion (*Allium cepa* L.) varieties. In *Scientia Horticulturae*, vol. 30, p. 142-147. ISSN 1805-9333
16. MEZZOMO, N. – FERREIRA, S.R.S. 2016. Carotenoids Functionality, Sources, and Processing by Supercritical Technology: A Review. In *Journal of Chemistry*, pp.1-16. ISSN 2090-9071. <https://doi.org/10.1155/2016/3164312>
17. MILANI, A. – BASIRNEJAD, M. – SHAHBAZI, S. – BOLHASSANI, A. 2016. Carotenoids: biochemistry, pharmacology and treatment. In *British Journal of Pharmacology*, vol. 174, no. 11, pp. 1290-1324. ISSN 1476-5381. <https://doi.org/10.1111/bph.13625>
18. NOWAK, D. – GOŚLIŃSKI, M. – WOJTOWICZ, E. – PRZYGOŃSKI, K. 2018. Antioxidant Properties and Phenolic Compounds of Vitamin C-Rich Juices. In *Journal of Food Science*, vol. 83, no. 8, pp. 2237-2246. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14284>

19. PRIORI, D. – VALDUGA, E. – VILLELA, J. C. B. – MISTURA, C. C. – VIZZOTO, M. – VALGAS, R. A. – BARBIERI, R. L. 2017. Characterization of bioactive compounds, antioxidant activity and minerals in landraces of pumpkin (*Cucurbita moschata*) cultivated in Southern Brazil. In *Food Science and Technology*, vol. 37, no.1, pp. 33-40. ISSN 1678-457X. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.05016>
20. RAFALSKA, A. – ABRAMOWICZ, K. – KRAUZE, M. 2017. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) as a plant for universal application. In *World Scientific News*, vol. 72, pp. 123-140. ISSN 2392-2192. <https://doi.org/10.3390/ijerph18178986>
21. SAIDANI, F. – GIMÉNEZ, R. – AUBERT, CH. – CHALOT, G. – BETRÁN, J.A. – GOGORCENA, Y. 2017. Phenolic, sugar and acid profiles and the antioxidant composition in the peel and pulp of peach fruits. In *Journal of Food Composition and Analysis*, vol.62, pp. 126-133. ISSN 0889-1575. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.04.015>
22. STATSOFT, INC. (2014). STATISTICA (data analysis software system), version 12.5 www.statsoft.com.
23. SÜLI, J. – HOMZOVÁ, K. – SOBEKOVÁ, A. – BUJDOŠOVÁ, Z. – HRUŠKOVÁ, T. 2014. Fyziologické účinky polyfenolov a ich metabolitov v strave - Physiological effects of polyphenols and their metabolites in diet. In *Československá fyziologie* [online], vol.63, no. 2, pp. 92-97. ISSN 0009-0557.
24. SYTAŘOVÁ, I. – ORSAVOVÁ, J. – SNOPEK, L. – MLČEK, J. – BYCZYŃSKI, L. – MIŠURCOVÁ, L. 2020. Impact of phenolic compounds and vitamins C and E on antioxidant activity of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries and leaves of diverse ripening times. In *Food Chemistry*, vol. 310, pp. 125784. ISSN 0308-8146. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125784>
25. YANG, B. – KALLIO, H. 2002. Composition and physiological effects of sea buckthorn (*Hippophaë*) lipids. In *Trends in Food Science & Technology*, vol. 13, no. 5, pp.160-167. ISSN 0924-2244. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(02\)00136-X](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00136-X)
26. YEH, E.B. – BARBANO, D.M. – DRAKE, M.A. 2017. Vitamin Fortification of Fluid Milk. In *Journal of Food Science*, vol.82, no. 4, pp. 856-864. ISSN 00221155. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13648>
27. YOO, K. S. – BANG, H. – PIKE, L. – PATIL, B. S. – LEE, E.J. 2020. Comparing carotene, anthocyanins, and terpenoid concentrations in selected carrot lines of different colors. In *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, vol. 61, pp. 385-393. ISSN 2211-3460. <https://doi.org/10.1007/s13580-019-00225-6>
28. ZDUNIĆ, G. M. – MENKOVIĆ, N. R. – JADRANIN, M. B. – NOVAKOVIĆ, M. M. – ŠAVIKIN, K. P. – ŽIVKOVIĆ, J. 2016. Phenolic compounds and carotenoids in pumpkin fruit and related traditional products. In *Hemijaska Industrija* [online], vol. 70, no. 4, pp. 429-433 ISSN: 2217-7426. <https://doi.org/10.2298/HEMIND150219049Z>

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Andrea Mendelová, PhD. Ústav potravinárstva FBP SPU Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: andrea.mendelova@uniag.sk

ZHODNOTENIE RIZIKOVÝCH FAKTOROV METABOLICKÉHO SYNDRÓMU VO VYBRANEJ SKUPINE OSÔB ASSESSMENT OF RISK FACTORS OF THE METABOLIC SYNDROME IN A SELECTED GROUP OF PERSONS

Mrázová Jana¹, Džurnáková Marcela², Kopčeková Jana¹, Lenártová Petra¹, Habánová Marta¹, Chlebo Peter¹, Gažarová Martina¹, Bihari Maroš¹

¹Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

²Absolventka študijného programu výživa ľudí

Summary

Metabolic syndrome represents a set of risk factors and if these factors occur simultaneously, they can directly increase the risk of cardiovascular disease, diabetes type 2 and overall mortality. The aim of research is to show the possibility of implementing simple and inexpensive lifestyle modifications, which ultimately lead to a major improvement in health status and assess the attitudes of the population to their health in the context of influenceable risk factors. Proper composition and quantity of food is essential for all metabolic diseases. The recommendations of physical activity and dietary measures are not very popular among the patients, that has been confirmed by the results of the thesis. The biggest issue is executing of physical activity regularly, which is performed only by 17.8% of respondents and 15.6% of respondents don't practice any sport. In the field of nutrition it is especially low consumption of fishes, that are a regular part of the menu at 18,9% of respondents and insufficient consumption of vegetables - it is daily consumed by 8.9 % of respondents. In the research we have found out the occurrence of metabolic syndrome, that corresponds to the general European population with prevalence rates of 10-30% reported. The results of research have contributed to clarify the individual health risks which leads development of metabolic syndrome.

Key words: metabolic syndrome, insulin resistance, hypertension, obesity, physical activity, proper nutrition.

ÚVOD

Metabolický syndróm (MS) je definovaný ako nenáhodný spoločný výskyt presne definovaných porúch sacharidového a lipidového metabolizmu, ktorý zahŕňa narušenú glukózovú toleranciu a hraničnú glykémiu nalačno, ako aj centrálnu obezitu, dyslipidémie s charakteristicky zvýšenou hladinou triacylglycerolov spolu s nízkou hladinou HDL-cholesterolu a artériovou hypertenziou, ktoré sa priamo podieľajú na zvýšenom riziku vzniku *Diabetes mellitus* (DM) 2. typu a kardiovaskulárnych závažných ochorení, najmä ischemickej choroby srdca ((Stančík et al., 2013; Bovolini et al., 2021).

Diagnostika MS je náročná pretože MS sa vyvíja postupne časom u jedincov s genetickou predispozíciou pri súčasnom pôsobení nevhodného životného štýlu. Základné patofyziologické mechanizmy rozvoja MS a jeho následkov spočívajú v inzulínovej rezistencii, zvýšenej aktivite sympatického nervového systému a zníženej aktivite drene nadobličiek a v hormonálnej aktivite abdominálneho tukového tkaniva. Napriek tomu, nie je patofyziológia, vzájomná súvislosť ani priorita týchto procesov celkom objasnená (Rosolová, 2012). MS nie je len závažným rizikovým faktorom kardiovaskulárnych ochorení, ale aj poškodenia obličiek. Vplýva na vznik močových kameňov, nádorové ochorenia obličiek a zhoršuje už prítomné obličkové ochorenia (Vránová, 2013).

Koncepcii metabolického syndrómu je vyčítané, že medzi osobami s MS nerozlišuje závažnosť stavu a mieru kardiovaskulárneho rizika. Podľa WHO však môže byť MS naďalej využívaný v rámci edukácie a v klinickej praxi pre identifikáciu rizikových osôb (Bošanská, 2010).

Inzulínová rezistencia (IR) je znížená schopnosť inzulínu pôsobiť v smere udržania normálnej glykémie. IR spolu s kompenzačnou hyperinzulinémiou sa považujú za primárny etiopatogenetický faktor MS. Najčastejšie vzniká na postreceptorovej úrovni a v závislosti na spôsobe tkanivovej distribúcie sa podieľa na rôznych fenotypových prejavoch MS (Galajda, 2007). Prospektívne štúdie preukázali, že inzulínová rezistencia sa vyskytuje 10 až 20 rokov pred manifestáciou DM 2. typu. Premena normálnej tolerancie glukózy na poruchu tolerancie glukózy až DM 2. typu sa spája so zvyšovaním inzulínovej rezistencie a znižovaním funkcie β buniek pankreasu, pričom pokles týchto buniek je sprevádzaný zhoršovaním glykemickej kontroly (Škrha, 2012).

Z dyslipoproteínmií patrí do obrazu metabolického syndrómu tzv. klasický typ IV, t.j. hypertriacylglycerolémia. Súčasne je prítomná aj nižšia hladina HDL cholesterolu a vyskytujú sa malé denzné LDL častice. Táto kombinácia je považovaná za charakteristickú „lipidovú triádu“ typickú pre MS (Soška, 2015).

Pre kardiovaskulárne (KV) riziko osôb s MS je pravdepodobne najdôležitejším patofyziologickým mechanizmom zvýšená aktivita sympatického nervového systému, ktorá rozhoduje o KV riziku aj o dĺžke života a má množstvo aterogénnych a trombogénnych vplyvov. Autonómny nervový systém predstavuje dynamický riadiaci systém, ktorý citlivo reaguje na vonkajšie a vnútorné podnety, a tak zabezpečuje integritu organizmu (Pumpřla et al., 2014).

Obezita v detskom veku predurčuje jedincov k obezite aj v dospelosti najmä spolu s kardiovaskulárnym a metabolickým rizikom (Kumstát, 2013). Obezita a nadhmotnosť sú u dospelých obyvateľov Európy zodpovedné za 80 % prípadov DM 2. typu, 35 % ochorení ICHS a 55 % ochorení na hypertenziu. Tieto ochorenia sú každoročne príčinou viac ako jedného milióna úmrtí a 12 miliónov rokov poškodeného zdravia (Owen, 2012).

Hlavným cieľom prieskumu bolo zhodnotiť postoj respondentov k svojmu zdraviu v rámci ovplyvniteľných rizikových faktorov a prevalencie MS, ktorých dodržiavanie významnou mierou prispieva k udržaniu zdravia a stabilizácii už vzniknutých ochorení.

MATERIÁL A METÓDY

Prieskum sme realizovali v ambulancii Internej kliniky v Kežmarku. Do prieskumu sa zapojilo 90 respondentov, pričom 50 % tvorili ženy a 50 % muži vo veku od 26 do 74 rokov.

Pomocou anonymného dotazníka sme získali informácie o osobnej a zdravotnej anamnéze respondentov, ako aj stravovacích návykov a životnom štýle respondentov. U respondentov sme pomocou meraní telesnej hmotnosti a telesnej výšky vypočítali index telesnej hmotnosti a použili klasifikáciu BMI podľa Perušicovej (2015). Zároveň sme uskutočnili meranie obvodu pásu, ktorý je jedným z diagnostických kritérií MS.

Získané údaje sme zosumarizovali a výsledky spracovali v tabuľkovej forme. Na štatistické vyhodnotenie bol použitý program MS Excel 2016. Porovnanie medzi jednotlivými skupinami sme uskutočnili pomocou χ^2 .

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vzdelanie ako aj finančný príjem silne diferencujú pravdepodobnosť horšieho zdravotného stavu respondentov. Základné vzdelanie malo 4,3 % respondentov, úplné stredné odborné vzdelanie (37,7 %), úplné stredné odborné vzdelanie s maturitou (35,5 %) a

vysokoškolské vzdelanie (22,5 %). Chronické ochorenia predstavujú vážne zdravotné aj ekonomické riziko a významne ovplyvňujú dĺžku a kvalitu života pacienta. V sledovanom súbore trpelo chronickým ochorením 46,6 % respondentov a bez chronického ochorenia bolo 53,4 % respondentov.

Svačina et al. (2013) uvádzajú, že zdravotné riziká významne stúpajú s BMI vyšším ako 27 kg.m⁻² a optimálnu životnú prognózu majú podľa viacerých štúdií jedinci s BMI 20 – 22 kg.m⁻². V tabuľke 1 uvádzame percentuálne zastúpenie respondentov podľa vypočítaného indexu telesnej hmotnosti (BMI). Na základe týchto výsledkov môžeme konštatovať, že významný nárast zdravotného rizika spojený so vzostupom BMI sme zistili u 57,8 % respondentov (z nich 32,3 % mužov a 25,5 % žien), pričom zaznamenali sme štatisticky preukazný rozdiel medzi mužmi a ženami ($P < 0,05$).

Tab. 1 Percentuálne zastúpenie respondentov podľa BMI

BMI (kg.m ⁻²)	ŽENY (%)	MUŽI (%)	SPOLU (%)
18 – 24,9 normálna hmotnosť	21,1	10,0	31,1
25 – 27 mierna nadhmotnosť	3,3	7,8	11,1
27,1 – 29,9 ťažšia nadhmotnosť	10,0	16,7	26,7
30 – 34,9 obezita 1. stupňa	11,1	15,6	26,7
35 – 40 a viac obezita 2. a 3. stupňa	4,4	0	4,4

Jedným z diagnostických kritérií podmieňujúcich vznik metabolického syndrómu je obvod pásu. Svačina et al. (2013) uvádzajú, že riziko metabolických komplikácií rastie úmerne s obvodom pásu. Meraním sme zistili, že 49,0 % žien má rizikový obvod pásu nad 88 cm a rizikový obvod pásu nad 102 cm sme zaznamenali u 43,0 % mužov, pričom nezaznamenali sme štatisticky preukazný rozdiel v pohlaví respondentov ($P > 0,05$).

Tab. 2 Percentuálne zastúpenie respondentov podľa obvodu pásu

Obvod pásu (cm)	ŽENY (%)	MUŽI (%)
Ženy do 88 cm	51	-
Ženy nad 88 cm – riziko MS	49	-
Muži do 102 cm	-	57
Muži nad 102 cm – riziko MS	-	43

Medzi ďalšie kritériá MS sú zaradené hodnoty krvného tlaku nad 130/85 mmHg alebo antihypertenzívna liečba. Majerčák (2006) konštatuje, že aj keď hypertonik s MS nemá žiadne iné pridružené ochorenie (ischemickú chorobu srdca, stav po mozgovej cievnej príhode, chronické zlyhanie obličiek, DM 2. typu) prítomnosť rizikových faktorov ho posúva do pásma veľmi vysokého kardiovaskulárneho rizika. Primárna hypertenzia je dominantnou formou arteriálnej hypertenzie u dospelých (Litwin and Kulaga, 2021).

V sledovanom súbore respondentov sme zaznamenali hypertenziu 1.stupňa (140-159/90-99 mmHg) u 26,5 % mužov a 16,8 % žien. Na základe týchto zistení môžeme skonštatovať, že ďalšie diagnostické kritérium spĺňalo 43,3 % respondentov. Toto zistenie potvrdzuje výsledky programu CINDI, v ktorom, ako uvádza Dlesk (2011), sa zistila miera prevalencie hypertenzie na Slovensku na úrovni 42,0 %.

Hraničná glykémia a narušená glukózová tolerancia sú diagnostickým kritériom MS a primárnym etiopatogenetickým faktorom. U respondentov sme zisťovali hodnoty glykémie. Hraničnú hodnotu glykémie (nalačno nad 5,7 mmol.l⁻¹) sme zistili u 32,2 % respondentov, narušenú glukózovú toleranciu mal jeden respondent a diagnostikovaný DM 2. typu malo 6,7 % respondentov.

Slimáková (2015) uvádza, že najlepším spôsobom, ako obnoviť správnu signalizáciu inzulínu a leptínu je pohyb a zmena jedálneho lístka. Pravidelná fyzická aktivita (odporúča sa pohybová aktivita najmenej 5-krát týždenne po dobu minimálne 30 minút a dosiahnutie 50 - 75 % maximálnej pulzovej frekvencie) zvyšuje koncentráciu HDL, znižuje koncentráciu triacylglycerolov a je významným opatrením v prevencii a liečbe chronických ochorení. Pravidelnej fyzickej aktivite sa venuje len 17,8 % respondentov. Nepravidelne športuje 21,1 %, práce okolo domu a v záhrade vykonáva 45,5 % respondentov a vôbec nešportuje 15,6 % respondentov.

Spotreba zeleniny má dôležitú úlohu v prevencii kardiovaskulárnych ochorení vďaka vhodnému nutričnému zloženiu. Ide predovšetkým o nízku energetickú hodnotu zeleniny, ktorá bráni vzniku obezity. Zelenina zvyšuje antioxidačný potenciál organizmu. Obsahuje kyselinu listovú, ktorá pomáha odbúravať vysokú hladinu homocysteínu. Veľké množstvo draslíka a zároveň nízky obsah sodíka vyvoláva diuretický účinok, ktorý urýchľuje elimináciu sodíka a odpadov dusíka, čo súvisí s prevenciou hypertenzie (Valšíková, 2011). Ovocie a zeleninu je najlepšie konzumovať v čerstvom stave a z domácej produkcie. Zeleninu príležitostne konzumuje 50 % respondentov, denne len 8,9 % respondentov a 2 až 3-krát týždenne 41,1 % respondentov.

Ryby dodávajú strave bielkoviny, minerály, vitamíny a omega-3 polynenasýtené mastné kyseliny s dlhým reťazcom. Populačné štúdie potvrdili, že strava s vysokým obsahom rýb, najmä mastných rýb, sa spája s nižším rizikom kardiovaskulárnych ochorení (Nestel et al., 2015). Protektívne účinky konzumácie tučných rýb sú spájané s prevenciou a poklesom rizikových faktorov MS, najmä zníženie triacylglycerolov a zlepšenie hladín HDL-cholesterolu (Bonnacio et al., 2017). Vo všeobecnosti sa odporúča konzumovať ryby aspoň 2-krát (dve porcie) týždenne. V prieskume sme zistili, že 1 až 2-krát týždenne konzumuje sladkovodné a morské ryby len 18,9 % respondentov. Občasnú konzumáciu 2 až 3-krát mesačne sme zaznamenali u 52,2 % respondentov a príležitostnú konzumáciu rýb sme zaznamenali u 28,9 % respondentov.

Modifikácia životného štýlu je najjednoduchší spôsob, ako môžeme ovplyvniť zdravotný stav a predchádzať rizikám vzniku metabolického syndrómu. U respondentov sme zisťovali mieru vedomostí o metabolickom syndróme. 36,7 % respondentov malo vedomosti o zdravotných rizikách metabolického syndrómu a 63,3 % respondentov nevedelo definovať toto ochorenie.

ZÁVER

Metabolický syndróm je súbor vzájomne prepojených fyziologických, biochemických, klinických a metabolických faktorov, ktoré priamo zvyšujú riziko aterosklerotických kardiovaskulárnych ochorení, DM 2. typu a celkovú mortalitu. V prieskume sme potvrdili na základe rizikových faktorov (rizikový obvod pásu, hypertenzia, hraničná glykémia nalačno, obezita) výskyt metabolického syndrómu vo vybranej skupine respondentov, čo zodpovedá dospelej európskej populácii s mierou prevalencií 10 – 30 % (Van Vliet-Ostaptchouk et al., 2014). Z dotazníkového prieskumu sme zistili, že najväčším problémom v životospráve respondentov je fyzická aktivita, ktorú pravidelne vykonáva len 17,8 % respondentov a vôbec nešportuje 15,6 % respondentov. V oblasti výživy je to hlavne nedostatočná konzumácia rýb a nízka spotreba zeleniny.

PodĎakovanie: Táto publikácia bola vytvorená realizáciou projektu **VEGA 1/0159/21** a **KEGA 003SPU-4/2022**.

LITERATÚRA

1. BONACCIO, M. – RUGGIERO, E. – CASTELNUOVO, A.D. – COSTANZO, S. – PERSICILLO, M. et al., 2017. Fish intake is associated with lower cardiovascular risk in a Mediterranean population: Prospective results from the Moli-sani study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2017;27(10):865-873 ISSN 0939-4753. doi: 10.1016/j.numecd.2017.08.004
2. BOŠANSKÁ, L. 2010. Metabolický syndrom včera, dnes a zítra. In *Postgraduální medicína*. <http://www.zdn.cz/clanek/postgradualni-medicina-priloha/metabolicky-syndrom-vcera-dnes-a-zitra-454142>
3. BOVOLINI, A. – GARCIA, J. – ANDRADE, M.A. – DUARTE, J.A. 2021. Metabolic syndrome pathophysiology and predisposing factors. *Int.J. Sports Med*. 2021; 42(3):199-214. doi: 10.1055/a-1263-0898
4. DLESK, A. – KAMENSKÝ, G. 2011. Chronoterapia v liečbe hypertenzie. *Via practica*. 2011;8(1): 9-12 ISSN: 1336-4790.
5. GALAJDA, P. 2007. Metabolický syndróm, kardiovaskulárne a metabolické riziká. *Via practica*. 2007; 4(4): 5-9 ISSN: 1336-4790.
6. KUMSTÁT, M. *Problematika výživových zvyklostí*. Brno: MASARYKOVA UNIVERZITA, 151 s. ISBN 978-80-210-633-4.
7. LITWIN, M. – KUŁAGA, Z. 2021. Obesity, metabolic syndrome, and primary hypertension. *Pediatr. Nephrol*. 2021;36:825-837. doi: 10.1007/s00467-020-04579-3
8. MAJERČÁK, I. 2006. Hypertenzia u metabolického syndrómu a kardiovaskulárne riziko. *Via practica*. 2006; 3(6):298-300 ISSN: 1336-4790.
9. NESTEL, P. – CLIFTON, P. – COLQUHOUN, D. – NOAKES, M. – MORI, T.A. – SULLIVAN, D. – THOMAS, B. 2015. Indications for omega-3 long chain polyunsaturated fatty acid in the prevention and treatment of cardiovascular disease. *Heart, Lung and Circulation*, 2015;24(8):1129-1141 ISSN 1443-9506. doi: 10.1016/j.hlc.2015.03.020
10. OWEN, K. 2012. Obezita. In *Prediabetes, prehypertenze, dyslipidemie a metabolický syndrom*. Praha: MAXDORF, s. 22-26. ISBN 978-80-7345-272-8.
11. PERUŠICOVÁ, J. 2015. *Diabetes mellitus a kardiovaskulární onemocnění – Kardiabetes*. Praha : MAXDORF, 119 s. ISBN 978-80-7345- 428-9.
12. PUMPRLA, J. – SOVOVÁ, E.- HOWORKA, K. 2014. Variabilita srdeční frekvence : Využití v interní praxi se zaměřením na metabolický syndrom. *Interní medicína pro praxi*. 2012;16(5):205-208 ISSN: 1212-7299.
13. ROSLOVÁ, H. 2012. Metabolický syndrom. In *Prediabetes, prehypertenze, dyslipidemie a metabolický syndrom*. Praha : MAXDORF, s. 69-86. ISBN 978-80-7345-272-8.
14. SLIMÁKOVÁ, M. 2016. Účinná prevence a terapie cukrovky. <http://www.margit.cz/prevence-terapie-cukrovky/>
15. SOŠKA, V. 2015. Léčba pacientů s metabolickým syndromem. *Interní medicína pro praxi*. 2015;17(2):70-72 ISSN: 1212-7299.
16. STANČÍK, M. – GALAJDA, P. – MOKÁŇ, M. 2013. Metabolický syndróm, obezita a hormóny tukového tkaniva. Martin : QUICK PRINT, 135 s. ISBN 978- 80-970969-1-5.
17. SVAČINA, Š. – MÜLLEROVÁ, D.– BRETŠNAJDROVÁ, A. 2013. *Dietologie pro lékaře, farmaceuty, zdravotní sestry a nutriční terapeutky*. Praha : TRITON, 331 s. ISBN 978-80-7387-699-9.
18. ŠKRHA, J. 2012. Diabetes lipidus. In *Prediabetes, prehypertenze, dyslipidemie a metabolický syndrom*. Praha : MAXDORF, s. 26-33. ISBN 978-80-7345-272-8.

19. VAN VLIET-OSTAPTCHOUK, J.V. – NUOTIO, M.L. – SLAGTER, S.N. – DOIRON, D. – FISCHER, K. – FOCO, L. et al. 2014. The prevalence of metabolic syndrome and metabolically healthy obesity in Europe: A collaborative analysis of ten large cohort studies. *BMC Endocr. Disord.* 2014; 14:9 <http://www.biomedcentral.com/1472-6823/14/9>
20. VALŠÍKOVÁ, Magdaléna. 2011. Zelenina. In *Zdravie a výživa ľudí*. Bratislava: CAD PRESS, s. 716-717. ISBN 978-80-88969-57-0
21. VRÁNOVÁ, D. 2013. *Chronická onemocnění a doporučená výživová opatření*. Olomouc: ANAG, 183 s. ISBN 978-80-7263-788-1.

Kontaktná adresa:

RNDr. Jana Mrázová, PhD., Ústav výživy a genomiky FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jana.mrazova@uniag.sk

TRÚDÍ PLOD – ZDROJ BIOAKTÍVNYCH LÁTKO DRONE BROOD – THE SOURCE OF BIOACTIVE COMPOUNDS

Rajčáková Ľubica¹, Patráš Peter², Gasper Jaroslav¹, Polačíková Mária², Tutka Štefan¹,
Kňazovická Vladimíra¹, Žitňan Rudolf²

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav živočíšnej výroby
Nitra, ¹Ústav včelárstva – Liptovský Hrádok, ²Odbor výživy – Lužianky

Summary

In Europe, drone brood is one of less frequently used products. Although, drone brood can be the source of numerous bioactive compounds. The aim of our study was to find the content of main nutrients, amino acids, and vitamins in lyophilized drone brood of Slovak *Apis mellifera carnica* for the purpose of next use in supplementary nutrition for humans or animals. Experiment was performed in four individual apiaries. Drone brood was obtained from drone combs by washing out of larvae at the age of 7±2 days. Obtained drone brood was subsequently frozen, lyophilized, homogenized, and analysed. In the samples, protein content was detected from 35.6% to 46.3% of dry matter. Content of crude fibre was very low, but fat content was quite high (20.5-22.5% of dry matter) as well as total sugar content (15.3-18.3% of dry matter). Total content of amino acids ranged from 34.8% to 43.9% of dry matter. The highest content was found for glutamic acid, aspartic acid, leucine, proline, and lysine. The lowest concentration was determined for cystine. From the vitamins, drone brood is valued mainly for high content of B vitamins. From them, the highest content was found for niacin and pantothenic acid. Instead of B vitamins, we found high content of vitamin C (21.7 - 30.3 mg.100 g⁻¹) in drone brood. Content of evaluated compounds showed relatively high variability in term of different apiaries. Nutrients in drone bee can be determined by age balance of obtained larvae as well as influence of environment. Based on this study and various others, drone brood seems to be the perspective nutritional product with a high potential for human and animal health.

Key words: drone brood, nutrients, amino acids, vitamins

ÚVOD

Doterajší konvenčný pohľad na chov včiel je za účelom získavania maximálne 6 produktov používaných ľuďmi na výživové a terapeutické účely, príp. farmakologické účely (med, peľ, materská kašička, včelí vosk, propolis). Poznatok Ghosha et al.(2016) posúva do novej roviny ďalšie využitie produktov včiel. Včelí plod označuje za vynikajúci zdroj výživy, vzhľadom k jeho vyššiemu, alebo porovnateľnému obsahu bielkovín, ale nižšiemu obsahu tuku, ako je tomu u bežných zdrojov potravy. V bielkovine včelieho plodu sú zastúpené takmer všetky esenciálne aminokyseliny (Finke, 2005; Ghosh et al., 2016). Včelia bielkovina spĺňa úroveň všetkých hodnotených esenciálnych aminokyselín podľa odporúčaného proteínového vzoru organizáciami FAO /WHO/UNU (2007).

V Európe sa v minimálnej miere venuje pozornosť trúdiemu plodu, ktorý môže byť zdrojom mnohých zdraviu prospešných látok. Naším cieľom bolo zistiť obsah živín, aminokyselín a vitamínov v lyofilizovanom trúdom plode slovenskej kranskej včely za účelom jeho ďalšieho využitia v doplnkovej výžive ľudí, alebo zvierat.

MATERIÁL A METÓDY

Špecializovaný chov včiel za účelom produkcie trúdieho plodu bol realizovaný v roku 2021 na 3 samostatných včelniciach, pričom dve boli v Liptovskom Hrádku a jedna v Nitre.

Pri selekcii včelstiev bol zohľadnený celkový zdravotný stav a vitalita včiel, ako aj vek matky, ktorý bol 2 roky. Ku každému včelstvu sa pristupovalo na základe individuálnych potrieb.

V mesiacoch máj a jún boli do včelstiev vkladané trúdie rámiky v 20 dňových intervaloch, a to tak, aby na každej včelnici boli do troch včelstiev vkladané 2 rámiky, do ďalších troch včelstiev 4 rámiky. Po zaklachtení rámkov sa tieto z úľov vybrali v čase, keď bol trúdí plod v larválnom štádiu vo veku 5 – 9 dní od položenia vajíčka matkou do bunky včelieho plástu.

Trúdi plod bol získaný vyplavovaním lariev vodou z trúdich plástov, následne bol zmrazený, lyofilizovaný (fy Thermo Scientific Heto PowerDry PL9000) pomletý a zhomogenizovaný (RETSCH ZM200).

Suchý homogenát trúdich lariev v práškovej forme bol postúpený na chemickú analýzu.

Základný chemický rozbor bol vykonaný podľa Výnosu MP SR z 23. augusta 2004 č. 2145/2004-100 a nariadenia Komisie (ES) č. 152/2009 z 27. januára 2009 sme stanovili obsah jednotlivých živín.

Vo vzorkách stanovené obsah sušiny obsah sušiny vázkovo, sušením pri teplote 103 ± 2 °C. Dusíkaté látky: Kjeldahlovou metódou ($N \times 6,25$) – prístroj Kjeltac 8400 (fi. FOSS). Tuk: extrakčnou metódou podľa Soxhlett – Henkela, prístroj SER 148 (fi. Velp). Popol: vázkovo, spálením vzorky pri teplote 550 °C v muflovej peci. Bezdušikáté látky výťažkové: výpočtom $BNLV = \text{Sušina} - (\text{Dusíkaté látky} + \text{Tuk} + \text{Vláknina} + \text{Popol})$. Organická hmota: výpočtom $OH = \text{Sušina} - \text{Popol}$. Hrubá vláknina: metódou podľa Hennenberg – Stohmanna, prístroje FIBERTEC 8000 (fi. FOSS), postupná acido-detergentná hydrolýza (pôsobenie horúceho roztoku kyseliny sírovej a hydroxidu draselného). ADF: hydrolýza v prostredí kyslého roztoku detergentu cetyltrimetyl-amóniumbromidu. NDF: hydrolýza v prostredí neutrálneho roztoku detergentu laurylsulfátu sodného. ADL: stanovený po hydrolýze ADF 72 %-ným roztokom kyseliny sírovej. Celkové cukry: titračne metódou podľa Luff – Schoorla s Carrezovými činidlami. Aminokyseliny: na Analyzátoe Aminokyselín. AAA 400 (fy Ingos Praha), metódu stredotlakej ionexovej chromatografie s postkolónovou derivatizáciou ninhydrínom a fotometrickou detekciou. Obsah makro a mikro prvkov (Ca, Cu, Mn, Fe, K, Mg, Zn a Na), po mineralizácii suchou cestou na atómovom absorpčnom spektrometri iCE 3500Z (fy Thermo). Fosfor spektrofotometricky s molybdovanadátovým činidlom. Obsah vitamínov – B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9, B12 a vitamínu C, metódou kvapalinovej chromatografie s hmotnostným spektrometrom, s detektorom diódového poľa, a s fluorescenčným detektorom (FLD/DAD/MS).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V získaných vzorkách homogenátu trúdieho plodu (tab. 1) bol stanovený obsah bielkovín v rozpätí v od 35,6 do 46,3 % sušiny. Obsah vlákniny bol veľmi nízky, naproti tomu obsah tuku pomerne vysoký (20,5 – 22,5 % sušiny) a obsah celkových cukrov na úrovni 15,3 – 18,3 % sušiny.

Tab. 1 Obsah vybraných živín a minerálnych látok v lyofilizovanom trúďom plode

Parameter	Jednotka	Stanovište		
		Maša, LH	Fabriky, LH	Nitra
sušina	g.kg ⁻¹	961,86	964,40	961,86
N-látky	g.kg ⁻¹ suš.	461,77	463,33	461,77
Vláknina	g.kg ⁻¹ suš.	4,11	3,58	4,11
Tuk	g.kg ⁻¹ suš.	208,26	205,44	208,26
Popoloviny	g.kg ⁻¹ suš.	54,84	44,35	54,84
ADV	g.kg ⁻¹ suš.	8,27	6,38	8,27
NDV	g.kg ⁻¹ suš.	8,73	26,65	8,73
Cukry celkové	g.kg ⁻¹ suš.	159,49	152,77	159,49
Cukry redukujúce	g.kg ⁻¹ suš.	143,21	140,95	143,21
Ca	g.kg ⁻¹ suš.	0,70	0,62	0,57
P	g.kg ⁻¹ suš.	5,19	5,62	3,66
Mg	g.kg ⁻¹ suš.	1,76	1,72	1,01
Na	g.kg ⁻¹ suš.	0,34	0,33	0,37
K	g.kg ⁻¹ suš.	11,62	11,53	8,61
Fe	mg.kg ⁻¹	47,07	51,04	47,55
Mn	mg.kg ⁻¹	6,79	5,84	5,61
Zn	mg.kg ⁻¹	162,46	143,83	58,24
Cu	mg.kg ⁻¹	12,49	15,75	7,19

Obsah minerálnych látok stanovený v trúďom plode na jednotlivých včelniciach bol premenlivý (tab. 1). Najväčšie rozdiely boli zaznamenané na stanovišti Nitra, ktoré je umiestnené na juhu Slovenska v oblasti, ktorá mala výrazne teplejšie klimatické podmienky. Za priaznivý môžeme považovať obsah železa, ktorý bol na úrovni 47 – 51 mg.kg⁻¹ sušiny. Najväčšia variabilita bola zistená v obsahu zinku, a to od 58,24 do 162,46 mg.kg⁻¹ sušiny.

Koncentrácie aminokyselín vo vzorkách (tab. 2) ukázali, že celkový obsah aminokyselín predstavoval 34,8 – 43,9 % sušiny, pričom najvyšší výskyt sme zistili u kyseliny glutámovej, kyseliny asparágovej, leucínu, prolínu a lyzínu. Najnižšia koncentrácia bola stanovená u cystínu.

Z vitamínov, je trúdi plod cenený hlavne pre vysoký obsah B vitamínov. Z nich najvyšší výskyt bol zistený v obsahu niacínu, kyseliny pantoténovej (tab. 3). Okrem B vitamínov sme vo vzorkách trúdieho plodu zistili aj vysoký obsah C vitamínu, ktorý predstavoval 21,7 – 30,3 mg.100 g⁻¹.

Základnou podmienkou pre uplatnenie alternatívnych doplnkových zdrojov výživy je dostatok relevantných poznatkov. Na Slovensku sa trúdiemu plodu na akademickej úrovni doteraz nevenovala žiadna pozornosť. Z nutričného hľadiska, trúdi plod obsahuje asi 80 % vody, 10-20 % bielkovín, 10-15 % uhľovodíkov (karbohydrátov), 4-8 % mastných kyselín a lipidov, 1-1,5 % minerálnych látok a zvyšok tvoria aminokyseliny a hormóny. Obsah niektorých látok (napr. uhľovodíky) je veľmi podobný obsahu v materskej kašičke. Dokonca obsah bielkovín je ekvivalentný obsahu v hovädzom mäse alebo hydine, preto je trúdi plod považovaný za cennú alternatívu výživových doplnkov bohatých na bielkoviny.

Tab. 2 Obsah aminokyselín v lyofilizovanom trúdom plode

Aminokyselina	Jednotka	Stanovište		
		Maša	Fabriky	Nitra
Kys. asparágová	g.kg ⁻¹ suš.	53,04	50,42	38,52
Treonín	g.kg ⁻¹ suš.	23,26	20,74	16,85
Serín	g.kg ⁻¹ suš.	22,47	22,21	17,23
Kys. glutámová	g.kg ⁻¹ suš.	70,65	66,57	64,56
Prolín	g.kg ⁻¹ suš.	32,33	30,86	28,21
Glycín	g.kg ⁻¹ suš.	18,52	18,07	15,25
Alanín	g.kg ⁻¹ suš.	21,38	20,00	15,86
Valín	g.kg ⁻¹ suš.	21,52	17,93	16,60
Izoleucín	g.kg ⁻¹ suš.	17,28	13,74	13,33
Leucín	g.kg ⁻¹ suš.	35,69	33,95	29,17
Tyrozín	g.kg ⁻¹ suš.	19,58	19,16	15,58
Fenylalanín	g.kg ⁻¹ suš.	18,25	17,04	13,76
Histidín	g.kg ⁻¹ suš.	13,32	13,93	10,24
Lyzín	g.kg ⁻¹ suš.	34,03	32,11	23,93
Arginín	g.kg ⁻¹ suš.	22,39	21,15	16,90
Metionín	g.kg ⁻¹ suš.	10,58	10,82	8,62
Cystín	g.kg ⁻¹ suš.	4,66	4,79	3,52
Suma AK	g.kg ⁻¹ suš.	438,95	413,49	348,13

Tab. 3 Obsah vybraných vitamínov v lyofilizovanom trúdom plode

Vitamíny	Jednotka	Stanovište	
		Fabriky	Nitra
B ₁ – Thiamín	mg.100 g ⁻¹	0,896	0,978
B ₂ – Riboflavín	mg.100 g ⁻¹	0,623	0,839
B ₃ – Niacín	mg.100 g ⁻¹	16,3	11,4
B ₅ – kyselina pantolénová	mg.100 g ⁻¹	4,78	2,16
B ₆ – Pyridoxín	mg.100 g ⁻¹	0,711	0,405
B ₈ – Biotín	mg.100 g ⁻¹	80,0	57,8
B ₉ – kyselina listová	mg.100 g ⁻¹	225	143
B ₁₂ – Kyanokobalamin	mg.100 g ⁻¹	0,198	0,134
C – L - kyselina askorbová	mg.100 g ⁻¹	30,3	21,7

Zo zahraničnej literatúry je známe, že včelí plod obsahuje látky, ktoré môžu byť farmakologicky aktívne (Isidorov et al., 2016). Podľa Iliješu (1988) súbor základných aminokyselín v trúdom plode tvorí od 111 do 165 % „ideálnej bielkoviny“ FAO/WHO (2007). Pritom prevažná časť aminokyselín sa nachádza vo voľnom stave a ako súčasť transportných oligopeptidov. Včelí plod je dobrým zdrojom väčšiny vitamínov B-skupiny, ako aj vitamínu C a cholínu (Finke, 2005). Včelie larvy by mohli byť ideálnou potravinou aj z dôvodu obsahu vysoko významných množstiev železa a zinku (Ghosh et al., 2016). Nedostatok týchto mikroelementov (najmä železa) je stále aktuálnym celosvetovým problémom vo výžive ľudí, ako aj v chovoch hospodárskych zvierat. Finke (2005) a Narumi

(2004) uvádzajú aj pozoruhodný obsah selénu. Tento poznatok je významný z hľadiska karencií tohto mikroelementu u mláďat v chovoch hospodárskych zvierat.

Široká škála biologicky aktívnych látok sa odráža na ich povzbudzujúcom účinku predovšetkým pre správny metabolizmus, výživu tkanív ale aj na priamom vplyve na endokrinný systém. Svojimi terapeutickými účinkami, ktoré sú výsledkom symbiotického pôsobenia obsiahnutých látok dokáže prispieť ku korekcii mnohých ochorení a zlepšiť celkovú kondíciu organizmu. Burmistrovova (1999) poukázala na liečebné a biologické účinky trúdich plodov, ktoré zvyšujú úroveň metabolizmu počas svalovej činnosti zvierat, vďaka čomu vzrastá ich fyzická odolnosť.

ZÁVER

Naša štúdia ukázala, že obsah sledovaných látok na jednotlivých stanovištiach vykazoval pomerne vysokú variabilitu. Do určitej miery ho môže určovať veková vyrovnanosť získaných lariiev, ale nezanedbateľný je aj vplyv vonkajšieho prostredia. Na základe tejto, ale aj viacerých iných štúdií je možné konštatovať, že ide o perspektívny výživový produkt, ktorý v sebe nesie veľký potenciál pre zdravie človeka aj zvierat.

PodĎakovanie: Práca bola podporovaná projektom Agentúry na podporu výskumu a vývoja pod č. APVV-20-0099.

LITERATÚRA

1. BURMISTROVOVA, L. 1999. Physico-chemical analysis and biochemical appreciation of drone brood. PhD Thesis, Ryazan Medical University, Ryazan, Russia, 1999.
2. FINKE, M. D. 2005. Nutriane composition of bee brood and its potential as human food. Ecology of Food and Nutrition, 2005, 44, 257 – 270.
3. GHOSH, S. – JUNG, C.- MEYER-ROCHOW, V.B. 2016. Nutritional value and chemical composition of larvae, pupae, and adults of worker honey bee, *Apis mellifera ligustica* as a sustainable food source. J Asia Pac Entomol. 2016;19:487–95. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2016.03.008>
4. ILIESIU, N. V. 1991. Apilarnin. In: A.C.A. Edit Apimondia. Bucuresti, Romania, 1991, 355 p.
5. ISIDOROV, V. A. – BAKIER, S. – STOCKI, M. 2016. GC-MS Investigation of the chemical composition of honeybee drone and queen larva homogenate. J.Apic.Sci, 2016, 60 (1), 111-120 , DOI: 10.1515/JAS-2016-0011
6. NARUMI, S. 2004. Honeybee brood as a nutritional food. Mitsubachi Kagaku (Honeybee Science – Tamagawa University), 2004, 25 (3), 119 -124.
7. WHO. 2007. Protein and amino acid requirements in human nutrition : report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. WHO technical report series ; no. 935, WHO Press, 2007, 265 p. ISBN 92 4 120935 6

Kontaktná adresa:

Ing. Ľubica Rajčáková, PhD., Ústav včelárstva, VÚŽV Nitra, NPPC, Gašperikova 599, 033 01 Liptovský Hrádok, e-mail: lubica.rajcakova@nppc.sk

TECHNOLOGICKÁ KVALITA MEDOVNÍKOV Z BEZLEPKOVÝCH MÚK

TECHNOLOGICAL QUALITY OF HONEY BISCUITS MADE OF GLUTEN-FREE FLOURS

Solgajová, Miriam, Kolesárová, Anna, Mendelová, Andrea

Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

Summary

Currently, the only effective treatment for celiac disease is strict lifelong adherence to a gluten-free diet. As more and more celiac patients prefer only gluten-free foods, new foods and products for the gluten-free diet are constantly being developed. The goal of the work was therefore to compile and verify the basic recipe for the production of gluten-free honey biscuits, using flours from gluten-free cereals and pseudocereals, and to evaluate the technological parameters of the flours as well as the final products. The basic raw material for the production of honey biscuits were naturally gluten-free flours (rice, corn, buckwheat, amaranth, teff), and for comparison a control from wheat flour was also prepared. In gluten-free flours as well as in biscuits, selected technological parameters (crude protein content, ash content, dry matter content) were determined, which have a direct impact on the nutritional and technological quality of the final products. From the results it was found that the highest dry matter content was determined in amaranth flour 90.67% and in control variant of biscuits 91.58 %. Crude protein was most represented in amaranth flour (16.99%) and in control variant of biscuits (8.77%). The highest ash content was determined in amaranth flour (2.38%) and in biscuits variant V1 prepared from rice, corn and buckwheat flour (0.92%). In conclusion, the analyzed gluten-free flours can be recommended in all tested combinations (variants no. V1-4) for the preparation of gluten-free honey biscuits.

Key words: celiac disease, gluten-free flour, gluten-free honey biscuits, amaranth, teff

ÚVOD

Rastúci dopyt po bezlepkových produktoch je spôsobený rastúcim počtom diagnostikovaných celiakov a trendom potreby eliminovať alergény bielkoviny zo stravy (Gao et al., 2017), neustále sa preto vyvíjajú nové potraviny a produkty pre bezlepkovú diétu. Intolerancia na lepok je enteropatia vyvolaná požitím prolamínu prítomného v pšenici, raži a jačmeni. Požitie lepku spôsobuje vážne poškodenie sliznice tenkého čreva. Lepkový proteín vyvoláva u niektorých ľudí citlivých na lepok imunologickú reakciu, ktorá vedie k celiakii so symptomatickým poškodením klkov tenkého čreva. V bezlepkovej diéte sa využívajú obilniny ako ryža, kukurica, proso, cirok. Taktiež sa preferujú rastlinné škroby ako zemiakový a hrachový, rôzne náhradky lepku ako xantánová a guarová guma (Rai a Kaur, 2018). Na rozdiel od najzákladnejších obilnín sú napr. pseudoobilniny dobrou náhradou obilnín v bezlepkových potravinách. Medzi pseudoobilniny patria napr. amaranth, quinoa, pohánka, proso, cirok. Sú bohatým zdrojom vysoko kvalitných bielkovín, vlákniny, minerálnych látok a majú tiež bioaktívne a zdraviu prospešné účinky (Thakur a Kumar, 2019).

Medovník je považovaný za obľúbený, trvanlivý, sladký pekárenský výrobok s prísadou medu a korenín, ktorý môže byť vykrajovaný do rôznych tvarov. Receptúra na medovníkové cesto sa môže líšiť vzhľadom od miestnych zvykov, vďaka ktorej sa mení celková štruktúra, chuť a vôňa medovníka. Základné medovníkové cesto obsahuje pšeničnú múku, cukor, med a koreniny (Cervenka et al., 2008).

Cieľom práce bolo zostaviť a overiť základnú receptúru na výrobu bezlepkových medovníkov, za použitia múk pochádzajúcich z bezlepkových obilnín a pseudoobilnín a zhodnotiť základné technologické parametre múk ako aj finálnych výrobkov-medovníkov.

MATERIÁL A METÓDY

Príprava variantov bezlepkových múčnych zmesí na výrobu medovníkov

Pripravili sa nasledujúce múčne zmesi (varianty) s hmotnosťou 250 g:

Variant kontrola (K): pšeničná múka hladká T-650 (250g)

Variant 1 (V1) – ryžová múka 100g, kukuričná múka 100g a pohánková múka 50g

Variant 2 (V2) – ryžová múka 100g, kukuričná múka 100g a amarantová múka 50g

Variant 3 (V3) – ryžová múka 100g, kukuričná múka 100g, pohánková múka 25g a amarantová múka 25g

Variant 4 (V4) – ryžová múka 100g, kukuričná múka 100g a teffová múka 50g

Príprava medovníkov

Pri uskutočnení pokusného pečenia bola použitá ako kontrolná múka pšeničná múka T-650 a ako bezlepkové múky boli použité múky: ryžová, kukuričná, pohánková amarantová a teffová múka v rôznych pomeroch. Kontrolná skupina medovníkov (K) bola koncipovaná z pšeničnej múky, práškového cukru, medu, vajec, sódy bikarbóny a perníkového korenia, ktoré boli zakúpené v miestnom supermarkete. Následne sa jednotlivé suroviny spolu zmiešali a vzniklo cesto, ktoré bolo potrebné nechať 1 hodinu odstáť v chladničke. Cesto sa vyváľalo a pomocou foriem sa vykrojilo do rovnakých tvarov jednotnej veľkosti. Pečenie prebiehalo 12 minút pri teplote 180°C. Pečenie bolo realizované v elektronicky regulovanej etážovej peci (MIWE Condo). Po upečení sa medovníky podrobili analýzam.

Hodnotené parametre

Stanovenie obsahu minerálnych látok (popolovín): metóda ICC Standard No. 104/1 (1990).

Stanovenie sušiny: ICC Standard No. 110/1 (1976).

Stanovenie obsahu dusíkatých látok (hrubý proteín): ICC Standard No. 159 (1995).

Pekársky pokus a určenie výšky a priemeru sušienok

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Technologické vlastnosti medovníkov z pohľadu pekárskeho pokusu

Z pohľadu miešateľnosti bezlepkových múk a prípravy cesta, boli múky ľahko miešateľné a s cestom sa počas formovania pracovalo dobre, bolo pevné, kompaktné avšak počas valkania sa mierne lepilo. V prípade kontroly sa cesto nelepiť ani nedrobilo. Medovníky pripravené z bezlepkových múčnych zmesí V1 - V4 počas pečenia nestratili svoj tvar (obr. 1) ani sa neroztiekli v porovnaní s kontrolou (obr. 2). Výška medovníkov bola v priemere 1 cm. Po upečení sa zmeral priemer medovníkov. Hodnoty priemeru medovníkov boli od 4,8 do 6,5 cm. Najmenší priemer zaznamenal variant V4 a to 4,8 cm. Najväčší priemer sme zaznamenali u kontroly a to 6,5 cm.



Obr. 1 Medovníky variant 4 (V4): vľavo medovníky pred pečením, vpravo medovníky po upečení



Obr. 2 Medovníky variant kontrola (K): vľavo medovníky pred pečením, vpravo medovníky po upečení

Hodnotenie technologickej kvality bezlepkových múk

Obsah sušiny v bezlepkových múkach sa pohyboval od 87,09 do 90,67 % (tab. 1). Najnižšia hodnota sušiny bola stanovená v teffovej múke 87,09 %. Baba et al. (2020) z výsledkov zistili, že podiel sušiny teffovej múky bol 90,5 %, a podobne Minweyelet et al. (2021) stanovili obsah sušiny v teffovej múke 87,7 %. Výsledky ukázali, že najvyššiu sušinu preukázala amarantová múka 90,67 % (tab. 1). Podobné výsledky sušiny amarantovej múky stanovili aj autori Twinomuhwezi et al. (2020).

Z hľadiska obsahu hrubého proteínu sa zistilo, že obsah hrubého proteínu v múkach sa pohyboval v rozmedzí od 7,01 % do 16,99 % (tab. 1). Najnižšia hodnota hrubého proteínu bola nameraná v kukuričnej múke 7,01 % a naopak najvyššia v amarantovej múke 16,99 %. Alvarez-Jubete et al. (2010) uvádzajú, že obsah dusíkatých látok v amarantovej múke je všeobecne vyšší (16 %) v porovnaní so pšenickou, čo sa potvrdilo aj z našich výsledkov.

Obsah minerálnych látok - popolovín, stanovený spálením vzorky pri 900 ± 10 °C je základným znakom akosti obchodných múk, kritériom vymletia a miešania múk (Muchová a Žitný, 2010). Popol obilnín je tvorený prevažne oxidom fosforečným. V najväčšom množstve sú zastúpené minerálne látky horčík, vápnik a železo (Sluková et al., 2017). Autori uvádzajú, že priemerný obsah popolovín v múkach väčšiny cereálií a pseudocereálií sa pohybuje v rozpätí 1,5 – 3 %, čo sa zhoduje s našimi výsledkami. Najnižší obsah popolovín bol nameraný v ryžovej múke 0,28 % a naopak najvyšší bol nameraný v amarantovej múke 2,38 % a teffovej múke 2,36 %. Podobné výsledky zaznamenali aj autori Minweyelet et al. (2021), ktorí stanovili obsah popola v teffovej múke v rozmedzí od 2,49 do 2,6 %, čo je v súlade i s našimi výsledkami. Autori Preichardt et al. (2011) stanovili obsah popolovín v ryžovej múke 0,59 % a obsah popolovín v kukuričnej múke 0,52 %.

Tab. 1 Základné technologické parametre bezlepkových múk a kontrolnej múky

Typ múky	sušina (%)	hrubý proteín (%)	popoloviny (%)
pš. múka T-650 (Kontrola)	89,84	12,19	0,64
ryžová múka	88,81	9,56	0,28
kukuričná múka	88,25	7,01	0,76
pohánková múka	89,15	13,08	1,48
amarantová múka	90,67	16,99	2,38
teffová múka	87,09	11,08	2,36

Hodnotenie technologickej kvality medovníkov vyrobených z bezlepkových múk

Najvyšší obsah sušiny (91,58 %) bol stanovený u kontrolnej vzorky medovníkov (tab. 2). Najnižší obsah sušiny bol stanovený pri variante V4 a to 89,38 %. Z výsledkov technologickej kvality bezlepkových múk sme zistili, že obsah sušiny v teffovej múke bol najnižší, čo malo vplyv aj na najnižší obsah sušiny u medovníkov variantu V4, čím sa pravdepodobne môže znížiť aj doba trvanlivosti medovníkov.

Najnižší obsah hrubého proteínu bol stanovený u medovníkov variantu V4 (7,55 %). Medzi variantmi V1 - 4 boli zistené len minimálne rozdiely v obsahu hrubého proteínu. Najvyššia hodnota hrubého proteínu bola stanovená u kontroly (8,77 %) (tab. 2). Autori Bekes a Wrigley (2004) uvádzajú, že kvalita proteínov je daná zložením aminokyselín a ich stráviteľnosťou. Vysoký obsah hrubého proteínu v amarantovej múke (16,99 %) sa však neprejavil na zvýšenom obsahu hrubého proteínu vo variantoch V2 a V3, kde bol použitý 20 % a 10 % podiel amarantovej múky (tab. 2). Vysoký obsah bielkovín podľa Alvarez-Jubete et al. (2010) obsahuje aj quinoa a pohánka. Na rozdiel od bežných obilnín sú bielkoviny v týchto bezlepkových pseudoceráliách zložené predovšetkým z globulínov a albumínov. Obsahujú veľmi nízky obsah alebo takmer žiadny obsah zásobných bielkovín typu prolamíny. Autori Gebru et al. (2020) a Baye (2014) zistili, že priemerné hodnoty obsahu hrubého proteínu v teffovej múke sa pohybujú v rozmedzí od 8 – 11 % čo je v porovnaní so pšenickou podobný obsah. Zastúpenie frakčných bielkovín v teffe naznačuje, že hlavné zásobné bielkoviny ako glutelíny tvoria 45 % a albumíny 37 %, zatiaľ čo prolamíny sú menej zastúpené 12 %. Haas et al. (2021) zistili, že pekárské výrobky čisto z teffovej múky obsahovali 8,64 % hrubého proteínu. Pri výrobkoch s nižším podielom teffovej múky v receptúre v kombinácii s ryžovou múkou a maniakovým škrobom stanovili obsah hrubého proteínu 8,54 %. Z našich výsledkov sme zistili, že obsah hrubého proteínu v medovníkoch s 20 % podielom teffovej múky (variant V4) bol 7,55 %.

Obsah popolovín vo výrobkoch sa pohyboval v rozpätí od 0,78 do 0,91 % (tab. 2). Rozdiely medzi variantmi boli minimálne, u medovníkov variantu V4 bol zistený najnižší obsah popolovín 0,78 %. Najvyšší obsah popolovín 0,92 % bol stanovený vo variante V1. Autori Haas et al. (2021) vo svojej štúdií uvádzajú, že obsah popolovín v pekárskych výrobkoch na ktoré použili zmes zo 75 % teffovej múky, 12,5 % ryžovej múky a 12,5 % manikového škrobu bol 3,94 %. Vo výrobkoch pri ktorých použili zmes 50 % teffovej múky, 25 % ryžovej múky a 25 % manikového škrobu dosiahol obsah popolovín 3,88 %. Táto skutočnosť poukazuje na to, že obsah popolovín sa so znižovaním podielu teffovej múky vo výrobkoch znižuje. Z našich výsledkov sme zistili, že obsah popolovín v medovníkoch s 20 % podielom teffovej múky (variant V4) bol 0,78 % (tab. 2). Vyšší obsah popolovín v teffovej múke 2,36 % sa však neprejavil na zvýšenom obsahu popolovín v medovníkoch. Výsledky ďalej ukázali, že vysoký obsah popolovín v amarantovej múke 2,38 % sa podobne neprejavil na zvýšenom obsahu popolovín vo variante V2 (0,88 %), kde bol použitý 20 % podiel amarantovej múky. Mohajan a Munna (2019) stanovili 1,68 % obsah popolovín v pohánkovej múke. Nasledovne vo výrobkoch nahradili 40 % pšeničnej múky, pohánkovou múkou a

namerali obsah popolovín 1,21 %. Pri 10 % náhrade pšeničnej múky pohánkovou múkou bol zistený obsah popolovín vo výrobkoch 0,92 %, čím zistili, že so zvyšujúcim prídavkom pohánkovej múky sa zvyšuje obsah popolovín. Z našich výsledkov sme zistili, že pridaním 20 % pohánkovej múky do zmesi na výrobu medovníkov (variant V1) sa obsah popolovín v porovnaní s kontrolou nezvýšil (tab. 2).

Tab. 2 Základné technologické parametre jednotlivých variantov medovníkov

Variety medovníkov	sušina (%)	hrubý proteín (%)	popoloviny (%)
medovníky variant kontrola (K)	91,58	8,77	0,90
medovníky variant V1	89,90	7,65	0,92
medovníky variant V2	90,53	7,65	0,88
medovníky variant V3	90,95	7,71	0,91
medovníky variant V4	89,38	7,55	0,78

ZÁVER

Práca rieši problematiku využitia bezlepkových múk pri výrobe medovníkov z hľadiska ich základného chemického zloženia, ktoré môže vylepšiť celkový nutričný profil týchto výrobkov a tiež zvýšiť prijateľnosť pre spotrebiteľov. Cieľom bolo zároveň zostaviť a overiť základnú receptúru na prípravu tohto typu pečiva. Výsledky ukázali, že analyzované bezlepkové múky možno z pohľadu miešateľnosti múk a prípravy cesta odporučiť vo všetkých testovaných kombináciách (varianty V1 - 4) na prípravu trvanlivých sušienok typu medovníkov určených pre spotrebiteľov trpiacich intoleranciou na lepok a tým obohatiť sortiment bezlepkového trvanlivého pečiva.

PodĎakovanie: Práca bola uskutočnená vďaka finančnej podpore projektu KEGA 020SPU-4/2021.

LITERATÚRA

1. ALVAREZ-JUBETE, L. - ARENDT, E. K. - GALLAGHER, E. 2010 Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional glutenfree Ingredients. Trends in Food Science & Technology 2010;21:106–113. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.10.014>
2. BABA, A. - RUDRAYYA, M. - KODANDARAMREDDY, D. - SRINIVASULU, K. 2020. Moisture Sorption Behavior and Shelf Life Prediction of Teff Seed and Flour 2020. Journal of Applied packaging research 2020;12(1):1-13. <https://scholarworks.rit.edu/japr/vol12/iss1/>
3. BAYE, K. 2014. Teff: Nutrient Composition and Health Benefits. Ethiopia strategy support.2014.https://www.researchgate.net/publication/266316373_Teff_Nutrient_Composition_and_Health_Benefits
4. BEKES, F. - WRIGLEY, C. 2004. Cereals/ProteinChemistry. *Encyclopedia of Grain Science* 2004;1:254-262. <https://doi.org/10.1016/B0-12-765490-9/00130-0>
5. CERVENKA, L. - REZKOVA, S. - KRALOVSKY, J. 2008. Moisture adsorption characteristics of gingerbread, a traditional bakery product in Pardubice, Czech Republic. Journal of food Engineering 2008;84(4):601-607. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.07.006>
6. GAO, Y. - JANES, M. E. - CHAIYA, B. - BRENNAN, M. A. - BRENNAN - CH. S. - PRINYAWIWATKUL, W. 2018. Gluten-free bakery and pasta products: prevalence and

- quality improvement. International Journal of Food Science and Technology 2018;53(1):19-32. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13505>
7. GEBRU, Y. A. - SBHATU, D. B. - KIM, K-P. 2020. Nutritional Composition and Health Benefits of Teff (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter). Journal of Food Quality 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/9595086>
 8. HAAS, R. V. - HOMEM, R. V. - FARIAS, D. V. - SCHMIDT, H. - CAMBOIM ROCKETT, F. - GUIMARÃES VENZKE, J. - JOMORI, M. M. - KIST, T. L. - DE OLIVEIRA RIOS, A. - DE OLIVEIRA, V. R. 2021. Potential of teff (*Eragrostis tef*) flour as an ingredient in gluten-free cakes: chemical, technological and sensory quality. International Journal of Food Science and Technology 2022;57(4):2051-2059. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15431>
 9. ICC, 2003. Standard Methods. International Association for Cereal Science and Technology. (www.icc.or.at/publ.php)
 10. MINWEYELET, M. - SOLOMON, W. K. - BULTOSA, G. 2021 Effects of extrusion operating conditions and blend proportion on the physicochemical and sensory properties of teff-rice blend extruded products. Food Research 2021;5(2):173-183. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(2\).467](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(2).467)
 11. MOHAJAN, S. - MUNA, M. I. 2019. Buckwheat flour fortified bread. Bangladesh journal of scientific and industrial research 2019;54(4):347-356. <https://doi.org/10.3329/bjsir.v54i4.44569>
 12. MUCHOVÁ, Z. - ŽITNÝ, B. 2010. New Approach to the Study of Dough Mixing Processes. Czech Journal of Food Sciences 2010;28(2):57-69.
 13. PREICHARDT, L. D. - Vendruscolo, C. T. - Gulate, M. A. – Moreira, A. S. 2011. The role of xanthan gum in the quality of gluten free cakes: improved bakery products for coeliac patients. International Journal of Food Science and Technology 2011;46(12):2447-2675. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02788.x>
 14. RAI, S. - KAUR, A. 2018 Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People. Frontiers in Nutrition 2018;5(116):1-23. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00116>
 15. SLUKOVÁ, M. - SKŘIVAN, P. - HRUŠKOVÁ, M. 2017. Cereální chemie a technologie: Zpracování obilovin - mlýnská a těstářská výroba. ISBN 978-80- 7592-000-3
 16. THAKUR, P. - KUMAR, K. 2019. Nutritional Importance and Processing Aspects of Pseudo-cereals. Journal of Agricultural Engineering and Food Technology 2019;6(2):155-160. <http://www.krishisanskriti.org/Publication.html>
 17. TWINOMUHWEZI, H. - AWUCHI, C. - RACHAEL, M. 2020. Comparative Study of the Proximate Composition and Functional Properties of Composite Flours of Amaranth, Rice, Millet, and Soybean. American Journal of Food Science and Nutrition 2020;6(1):6-19. <http://www.aascit.org/journal/ajfsn>

Kontaktná adresa:

Ing. Miriam Solgajová, PhD., Ústav potravinárstva FBP SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. E-mail: miriam.solgajova@uniag.sk

**POROVNANIE KONCENTRÁCIE ORTUTI V SVALOVINE A PEČENI
BAŽANTOV Z VOĽNEJ PRÍRODY A Z FARMOVÉHO CHOVU
COMPARISON OF MERCURY CONCENTRATION IN BREAST MUSCLE
AND LIVER OF FREE RANGE AND FARMED RING-NECKED
PHEASANT**

Šmehýl Peter

Ústav chovu zvierat, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

Summary

Humans' activities influences the direct environment very expressively. Negative influence of industry productions as pollution affect all live nature. Heavy metals are known as toxic pollutant with negative impact of animals and humans health. Large atmospheric deposits of mercury creates wide spread possibilities of that component intake. Contaminated foods are considered to be the most important source of mercury exposure. Wild animals as a direct part of environment present relevant bioindicator of environmental pollution. The aim of that study was analyse of mercury concentration in muscle and liver tissue of wild and farmed Common pheasant. Expressive higher concentrations of mercury was detected in liver tissue comparing to muscle. Identically higher content of mercury was obtained in wild animals. The mean values varied from 0.000691467 to 0.00278027 mg.kg⁻¹ in the muscle tissue of farmed hens and liver tissue of wild cocks respectively.

Key words: pheasant, mercury, liver, muscle, venison

INTRODUCTION

Mercury is a chemical element that is known for at least 4000 years. It is a metal that is liquid at room temperatures and is widely used in humans' modern society. It is released into the environment from human activities like the industrial waste and especially from burning fossil fuels, such as coal (Dodes, 2001; Wong et al., 2006; Pacyna et al. 2006). Recycling from atmospheric emission, deposition in water reservoirs and exposure and bioaccumulation in animals and humans is a known example of mercury cycle in the environment (Singhal, 2017). Mercury occurs naturally and is found throughout the environment. It is in air, water and food that we consume. Currently the perfect chemical and physical traits of mercury are often used in industry, agriculture, medicine, mining, dentistry and other areas of everyday life (Rimjhim et al., 2013). After centuries of use mercury become a common chemical exposure and environmental pollutant (Wise, 2016). It occurs in organic and inorganic forms (Sakamoto et al., 2018). The form influences the intoxication syndromes (Wise, 2016). Organic mercury can be divided into "short-chain" and "long-chain" compounds. The exposure usually occurs from ingestion of contaminated seafood, paints or chemical preparations or through the skin (Sakamoto et al., 2018) and leads to neurologic syndromes (Bensfa et al., 2011). Elementary mercury is absorbed to the body by inhalation and leads to pulmonary, central nervous system and renal toxicity (Bensfa et al., 2011). Mercury exposure leads to harmful effects on almost every organ and system (Anant – Inchulkar, 2018).

Foods are considered as an important source of heavy metal too, and venison is labelled as the commodity with higher content of heavy metals in general (EFSA, 2009; EFSA, 2010). Heavy metals content as a toxic element in venison was declared in many studies (Kudrnáčová et al., 2018; Kwiatkowska et al., 2009; Poławska et al., 2013; Wiklund et al.,

2011). Analyses are focused to ungulate venison analyses, feathered game analyses are carried out rarely (Blaška, 2018; Srebočan et al., 2006). The share of feathered game consumption is relative low, so the consumption of bird game venison does not seems to be very risky for consumers. However, the research of bird game venison is still needed (Saeki - Kumagai, 1990; Franco - Lorenzo, 2013; Kokoszyński et al., 2013; Kokoszyński et al., 2014).

The aim of that study was to analyse and compare concentration of mercury in breast muscle and liver of Common pheasant originated from different conditions. Farmed and free range pheasants were compared in mercury content of selected tissues.

MATERIALS AND METHODS

Experimental animals

Representative of Common pheasant (*Phasianus colchicus*) were subjected to analyse in this study. Cocks and hens belonging into two groups were analysed.

The first batch represents free range animals, which were obtained during the driven hunt, for the study. Animals were hunted in hunting regions MV and MVI spread in districts of Nitra and Topoľčany. Lead shot ammunition was used for chasing the animals. Animals nutrition contain from compounds available in the environment, like insects, small mammals, seeds of weeds and grains and young green grazing.

The second batch was presented by farmed animals that were held in controlled conditions of farm aviary. Animals were bred at University farm in Žirany. The nutritional programme was controlled and managed by complete diet. BŽ 1 mixture (until the 3rd week of age), BŽ 2 (from the 4th to the 10th week age) and grains of wheat (from the 10th week of age) were fed to chickens.

B1 mixture composition: extracted soya grout, wheat, maize, expanded soya seeds, fish meal, soya oil, mineral and vitamin premixes. Nutritional value: metabolizable energy (ME) 11.7 MJ, crude protein 25.5 %, fat 4.2 %, Ca 1.1 %, P 0.6 % and Na 0.15 %.

B2 mixture composition: extracted soya grout, wheat, maize, extracted colza grout, fish meal, soya oil, mineral and vitamin premixes, CaCO₃. Nutritional value: metabolizable energy (ME) 11.6 MJ, crude protein 25.5 %, fat 3.2 %, Ca 0.94 %, P 0.5 % and Na 0.16 %.

Animals of all batches were hunted during the winter 2019. The driven hunts were carry out in accordance to the Act no. 274/2009 Coll. on Game management and Ordinance no. 344/2009. 60 animals were sampled for analyses and divided into four experimental groups of 15 animals according to the gender and origin of the individuals.

Sampling and analyses

Specimens collection was carry out during the carcass processing of animals. Muscle tissue and liver of animals were subjected to mercury content analyses. *Musculus pectoralis major* was used for muscle tissue analyse. Only clean muscle tissue and liver tissue without wounds after shots were collected to analyses. The mass of 5 grams were cut to analyse.

Measuring of mercury content in tissue is carry out directly in no modified specimen. The AMA 254 (Czech Republic) apparatus was used for analyse. Mercury vapour generation by atomic absorbefacient spectrometry technology was use for content determination. Sample weight was 20 mg, and temperatures varies from 200 °C to 800 °C, depending on the phase of process. Detection limit for mercury content analyses presents value 1.5 ng in 1 kg dry matter. Samples with no detected content was marked as samples with zero content of mercury.

Statistical analyses

The concentration of mercury in muscle and liver tissue were count for each experimental group entrance data.

Basic statistical analyses as mean, standard deviation, minimum and maximum were count for each experimental group of sampled animals. The means of each tested groups were compared by f test (ANOVA) at the 95 % confidence level. Statgraphic Centurion 18 was used for statistical analyses.

RESULTS AND DISCUSION

The summary statistics of experimental groups' analyses are shown in table 1. Mean, minimum and maximum was described at that paper. As the results' table show, the absolutely lowest average content of mercury $0.000691467 \pm 0.000296555 \text{ mg.kg}^{-1}$ was detected in the muscle tissue of farmed hens group. On the contrary, the highest average content of mercury $0.00278027 \pm 0.00075395 \text{ mg.kg}^{-1}$ was detected in the liver tissue of wild cocks group.

Tab. 1 Basic summary statistics of evaluated groups

Exp. group	Count	Mean [mg.kg^{-1}] $\pm$ S.D.	Coeff. of variation [%]	Min. [mg.kg^{-1}]	Max. [mg.kg^{-1}]
CWM	15	$0.00140087 \pm 0.000284762^c$	20.32	0.000832	0.001767
HWM	15	$0.0013842 \pm 0.000486726^c$	35.16	0.000593	0.002054
CFM	15	$0.000802667 \pm 0.000679826^{ab}$	84.69	0.000085	0.002866
HFM	15	$0.000691467 \pm 0.000296555^a$	42.88	0.0002	0.001048
CWL	15	$0.00278027 \pm 0.00075395^d$	27.11	0.001274	0.003846
HWL	15	$0.0022218 \pm 0.000856063^d$	38.53	0.00122	0.003838
CFL	15	$0.00136667 \pm 0.00166428^{bc}$	121.77	0.000538	0.00728
HFL	15	$0.0011044 \pm 0.000413192^{abc}$	37.41	0.000516	0.001584

CWM – wild cock muscle, HWM – wild hen muscle, CFM – farmed cock muscle, HFM – farmed hen muscle, CWL - wild cock liver, HWL – wild hen liver, CFL – farmed cock liver, HFL – farmed hen liver, ^{a, b, c, d} - different letter index indicates statistically significant differences at the 95.0% confidence level $P = (0.000)$

The absolutely lowest level of mercury was detected in muscle tissue of farmed cock pheasant at the level $0.000085 \text{ mg.kg}^{-1}$ and the biggest level of mercury content was detected in farmed cock liver tissue as $0.00728 \text{ mg.kg}^{-1}$. Various numbers was obtained at the phase of detection, during the laboratory processing of specimens as well as in data analyses. The different values of each group mean values creates assumption of different level of deposition ability of tested tissues. The origin of tested animals seems to be relevant factor as well due to the different values determined in experiment. Statistical analyses table (ANOVA) of differences between mean values are shown in tab. 2.

Tab. 2 ANOVA table with decomposed variances of data.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0.0000523489	7	0.00000747841	11.71	0.0000
Within groups	0.0000715389	112	$6.3874 \cdot 10^{-4}$		

Statistical analyses prove that there are statistically significant differences between groups subjected to analyses (Tab. 2). Differences between analysed groups are shown in tab. 1. Different letters indexes at mean values indicates statistically significant difference of mean values. The average values of mercury content are shown on the fig. 1 as well. The different heavy metal content is proved in relation to tissue and origin of animals too. Significantly

higher contents of mercury are detected in liver tissue, comparing to muscle. The higher content in wild animal tissue comparing to farmed animals was proved likewise. Both of differences as differences between tissues (muscle tissue comparing to liver) as well as differences determined in origin of animals (farmed and free range animals) show statistically significant level ($P = 0.000$).

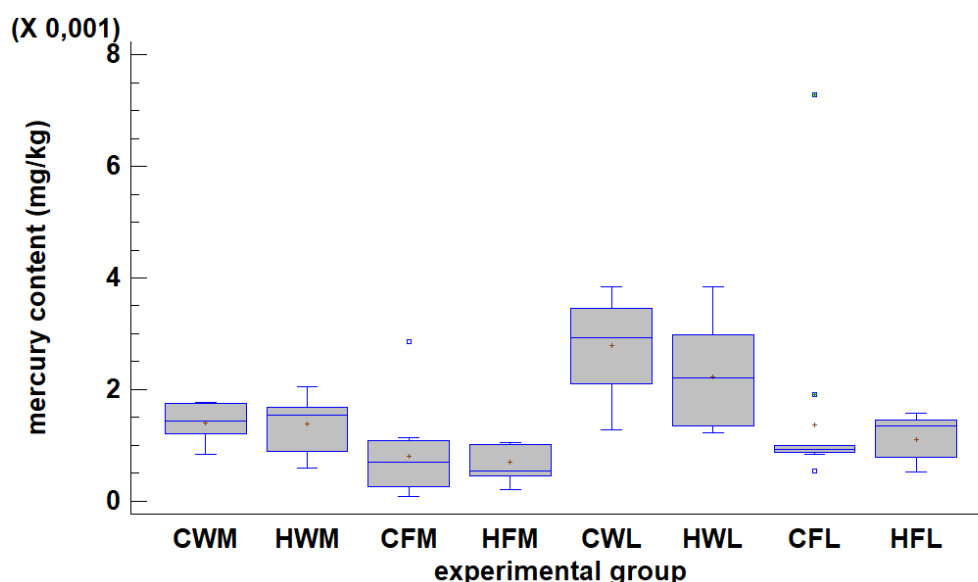


Fig. 1 Average content of mercury in each analysed group

The content of mercury was detected in all tissues of all groups tested in the study. A lot of physiologically active substances and compounds including toxic elements are detected in venison (Kwiatkowska et al., 2009; Poławska et al., 2013; Wiklund et al., 2003). Heavy metals as toxic element was diagnosed in venison as well (Kwiatkowska et al., 2009; Poławska et al., 2013; Wiklund et al., 2003; Kudrnáčová et al., 2018).

Concentration of mercury varied from 0.00069 to 0.0027 mg.kg⁻¹ in our research. Lazarus et al. (2014) states the concentration of mercury in potentially polluted areas in Croatia as 0.00243 mg.kg⁻¹ in muscle tissue and 0.0043 mg.kg⁻¹ in liver of free range pheasants. That values are expressive higher comparing to our results. However the authors note that the venison does not present a risky food for human consumption as the potentially source of mercury, lead and cadmium, due to the rare intake of that commodity. The value of mercury concentration in muscle tissue of pheasant at the level 0.0001 – 0.25 mg.kg⁻¹ and 0.0004 – 0.024 in liver of free range pheasants states the study of Špirić et al. (2013). That results shows concentration of mercury at comparable level to our results, but still seems to be slightly higher. Čelechovská et al. (2008) in the research covering some territories in Czech Republic obtained the mercury concentration values 0.0015 ± 0.0009 mg.kg⁻¹ and 0.0062 ± 0.0044 mg.kg⁻¹ for muscle and liver tissue respectively. All researches notes slightly higher concentrations of Hg in pheasant tissues. All of them proved the same results like our study that the higher concentrations are detected in edible giblets (liver) comparing to muscle tissue (Lazarus et al., 2014; Nawrocka et al., 2020; Špirić et al., 2013). The physiological functions make from edible giblets organs accumulating heavy metals in higher concentrations. Small game as birds reach smaller heavy metals concentrations comparing to big game like ungulates. Mercury was detected in bear, wild boar, red deer, roe deer, hare and pheasant

tissues, with expressively higher content in liver, comparing to muscle tissue (Lazarus et al., 2014). Dependence of environment on the toxic elements content in animal tissues shows results of Swiergosz (1998) from Poland, who find out content of mercury in the pheasant tissues 0.0003 to 0.0007 mg.kg⁻¹ that presents lower concentrations comparing to presented results.

The content of minerals as well as heavy metals in animal tissues is influenced by environmental factors, age, gender and content of each component in animal nutrition (Sales, 1995; Hoffman et al., 2007). Atmospheric deposition of heavy metals has direct effect on the contamination of grain and foods used for humans' and animals' nutrition (Špirić et al., 2013). Concentrations of toxic elements are closely related to human activities. The improvement of technological techniques and environmental remedies applied in industry lead to decrease of heavy metal content in venison (Špirić et al., 2013; Čelechovská et al., 2008). That results proves the direct effect of industry as human activity on environmental pollution. Mercury was used as grain seeds treatment (alkyl mercury fungicides) that causes fatale intoxication of birds (Passeriformes) and concentrations of Hg in intoxicated animals reach 20 mg.kg⁻¹ in fresh tissue that presents level of poisoned animals (Borg, 1969; Finley et al., 1979). Farmed and wild animals are exposed to Hg especially by the food, which is considered the primal source mercury for livestock (Alexander et al., 2008). In the past, high levels of Hg in plant-based feed materials might have been due to the use of organomercurial pesticides (Falandysz, 1994; Saha et al., 1970) but these substances have been banned in European Union member countries since the end of the 1970s (EC, 1978).

Significantly higher concentrations of heavy metals especially lead and cadmium were detected in wild pheasants comparing to farmed animals, while the contents of Cr and Ni were not so much variable (Flis et al., 2020). In general, similar rule is states for all animal species where the higher concentrations of heavy metals were detected in wild animals comparing to intensively reared farmed animals (Assenova et al., 2016; Kramárová et al., 2005). Cattle, pigs and chickens reach the Hg concentrations 0.0006 – 0.0008 and 0.0008 – 0.002 in muscle and liver in order, while wild animals concentrations were 0.0009 – 0.0056 and 0.0031 – 0.0164 in muscle and liver respectively. Higher concentrations were detected in wild animals in general as well as in the liver tissue (Nawrocka et al., 2020).

The natural environment and primary the natural nutrition (holm oak, mushrooms...) causes accumulation of toxic elements as cadmium, lead or mercury that deposit in the body tissues in higher concentrations, especially in older animals. The levels of heavy metals are still not risky for common consumption of venison (Lazarus et al., 2005; Srebočan et al., 2006; Srebočan et al., 2011; Skibniewski et al., 2015). Though the interest of venison consumption increases in relation to general increase of meat consumption (Poławska et al., 2013) the results of analyses proves that pheasant venison quality is still very good and that meat can be very appropriate component of human nutrition (Kuzniacka et al., 2007; Korenekova et al., 2008; Brudnicki et al., 2010; Łukasiewicz et al., 2011; Brudnicki et al., 2012; Kokoszyński et al., 2014; Flis et al., 2020). Concentrations of trace toxic heavy metals in tissues of wild animals could reflect the levels of these contaminants in their natural biotope, which makes them useful bioindicators of environmental pollution (Pokorný and Ribaric-Lasnik, 2002; Durkalec et al., 2015; Rodriguez-Estival and Smits, 2016; Gizejewska et al., 2017; Lazarus et al., 2019; Durkalec et al., 2019).

CONCLUSION

The paper was focused to mercury concentration analyses in pheasant population of different origin. As many authors proved the heavy metals, including the mercury, are inseparable part of environment. Food intake is the most important way of mercury exposure

for animals. So the concentration in animal tissues are affected by environmental deposits of each compound. As the level of toxic elements in animal tissues depends on many factors, different values was obtained in our study. Significantly higher content was detected in animals originated from free ranges, comparing to animals reared on the farm conditions. That result is in accordance to many studies declaring that the wild animals are exposed to higher concentrations of mercury from environmental food sources. Significant differences were detected also in different tissues subjected to analyses. Liver tissue shows expressive higher amounts of mercury comparing to muscle tissue. That is in relation to different physiological function and role of tissues in the body. Gender of animals was not shown as a relevant factor influencing the mercury concentration in the body tissues. Values obtained in the study presents lower values comparing to relevant studies, so in accordance to other authors, we can consider the pheasant venison as a safe commodity for human nutrition.

Acknowledgments: This publication was supported by the Operational Programme Integrated Infrastructure within the project: Sustainable smart farming systems taking into account the future challenges 313011W112, cofinanced by the European Regional Development Fund and Slovak Research and Development Agency based on Agreement no. APVV-14-0637.

REFERENCES

1. ALEXANDER, J. - AUÐUNSSON, G., A. - BENFORD, D. - COCKBURN, A. - DOGLIOTTI, E. - DOMENICO, A. - DI FERNANDEY –CRUZ, M., L. - FINK-GREMMEIS, J. - GALLI, C., L. - GRANDJEAN, P. - GZYL, J. - HEINEMEYER, G. - JOHANSSON, N. - MUTTI, A. - SCHLATTER, J. - LEEUWEN, R. VAN. 2008. Mercury as undesirable substance in animal feed - scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. EFSA J 6, 654. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.654>.
2. ANANT, J., K. – INCHULKAR, S., R. 2018. Current approaches in the management of mercury toxicity, European Journal of Pharmaceutical and Medical Research, ejpmr, 2018, 5 (12), 418-422
3. ASSENOVA, B. - OKUSKHANOVA, E. - REBEZOV, M. - KORZHIKENOVA, N. - YESSIMBEKOV, Z. - DRAGOEV, S. 2016. Trace and toxic elements in meat of maral (red deer) grazing in Kazakhstan. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 7(1), 1425–1433
4. BENSFA COLAS, L. – ANDUJAR, P. – DESCATHA, A. 2011 Mercury poisoning. RevMed Interne 2011; 32(7): 416-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.revmed.2009.08.024>
5. BLÁŠKA, J. 2018. Úroveň kontaminácie voľne žijúcej zveri vybranými xenobiotikami v chovateľskej oblasti J XXVIII Tribeč. Dizertačná práca. SPU Nitra 2018. 152 s.
6. BORG, K. 1969. Alkyl mercury poisoning in terrestrial Swedish wildlife. Svenska jagarefrbundet, Stockholm, Sweden, 1969.
7. BRUDNICKI, A. – KUŁAKOWSKA, A. – PIETRUSZYŃSKA, D. – ŁOŻYCKA KAPŁON, M. – WACH, J. 2012. Differences in the amino acid composition of the breast muscle of wild and farmed pheasants. Czech J Food Sci 2012, 30, 309–313.
8. BRUDNICKI, A. – KUŁAKOWSKA, A. – WACH, J. 2010. Różnice w składzie aminokwasowym mięśnia piersiowego Phasianuscolchicus Phasianuscolchicusvar. Tenebrosus. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Biologicznych BTN, 2010, Seria B, 53, 7–11.
9. ČELECHOVSKÁ, O. - MALOTA, L. – ZIMA, S. 2008. Entry of Heavy Metals into ' Food Chains: a 20-year Comparison Study in Northern Moravia (Czech Republic). Acta Vet. Brno 2008, 77(4), 645–652.
10. DODES, J., E. 2001. The amalgam controversy, JADA 2001; 132: 348–356.
11. DURKALEC, M - SZKODA, J - KOLACZ, R. - OPALINSKI, S. - NAWROCKA, A. - ZMUDSKI, J. 2015. Bioaccumulation of lead, cadmium and mercury in roe deer and wild

- boars from areas with different levels of toxic metal pollution. Int. J. Environ. Res. 9, 205 - 2012. <https://doi.org/10.22059/ijer.2015.890>
12. DURKALEC, M. - NAWROCKA, A. - ZMUDSKI, J. - FILIPEK, A. - NIEMCEWICZ, M. - POSYNIK, A. 2019. Concentration of mercury in the livers of small terrestrial rodents from rural areas in Poland. Molecules 24, 4108. <https://doi.org/10.3390/molecules24224108>
13. EC, 1978. Council Directive 79/117/EEC of 21 December 1978 prohibiting the placing on the market and use of plant protection products containing certain active substances. Orkesterjournalen L 33 (8.2), 36e40, 1979.
14. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). 2009. Cadmium in food. Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. EFSA Journal 2009; 980:1-139. doi: 10.2903/j.efsa.2009.980
15. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). 2010. Scientific opinion on lead in food. EFSA Journal 2010; 8: 1570. doi: 10.2903/j.efsa.2010.1570
16. FALANDYSZ, J. 1994. The uses of pesticides and their levels in food in Eastern Europe: the example of Poland. In: Renzoni, A., Mattei, N., Lari, L., Fossi, C. (Eds.), Contaminants in the Environment: A Multidisciplinary Assessment of Risks to Man and Other Organisms. CRC Press Inc., Boca Raton, FL, pp. 247 - 256
17. FINLEY, M., T. - STICKEL, W., H. - CHRISTENSEN, R., E. 1979. Mercury residues in tissues of dead and surviving birds fed methylmercury. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 1979, 21, 105–110.
18. FLIS, M. – GRELA, E., R. - ŻUKOWSKA, G. – GUGAŁ, D. 2020. Nutritional composition and heavy metal content in breast and thigh muscles of wild and intensively reared common pheasants (*Phasianus colchicus*) J Vet Res 64, 305-312, 2020 DOI:10.2478/jvetres-2020-0028
19. FRANCO, D. – LORENZO, J., M. 2013. Meat quality and nutritional composition of pheasants (*Phasianus colchicus*) reared in an extensive system. Brit Poult Sci 2013, 54(3), 594–602.
20. GIZEJEWSKA, A. - SZKODA, J. - NAWROCKA, A. - ZMUDZKI, J. - GIZEJEWSKI, Z. 2017. Can red _ deer antlers be used as an indicator of environmental and edible tissues' trace element contamination? Environ. Sci. Pollut. Res. 24, 11630e11638. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8798-7>.
21. HARMES, H. - NORRIS, D., A. - STEINNES, E. - KUBIN, E. - PIISPANEN, J. - ALBER, R. - ALEKSIAYENAK, Y. - BLUM, O. - COSKUN, M. – DAM, M. - DE TEMMERMAN, L. - FERNANDEZ ESCRIBANO, J., A. - FROVOLA, M. - FRONTASYEVA, M. - GONZALES MIQUEDO, L. - GRODZINSKA, K. - JERAN, Z. - KORZEKWA, S. - KRMAR, M. - KVIERKUS, K. - LEBLOND, S. - LIIV, S. - MAGNUSSON, S. - MANKOVSKA, B. - PESCH, R. - RÜHLING, A.; - SANTAMARIA, J. - SCHRÖDER, W. - ŠPIRIĆ, Z. - SUCHARA, I. - ; THÖNI, L. - URUMOV, V. - YURUKOVA, L. - ZECHMEISTER, H., G. 2010. Mosses as biomonitors of at-mospheric heavy metal deposition: Spatial (2005) and temporal (1990-2005) trends in Europe. Environ. Pollut. 2010, 158(10), 3144–3156.
22. HOFFMAN, L., C. - KROUCAMP, M. - MANLEY, M. 2007. Meat quality characteristics of springbok (*Antidorcas marsupialis*). 2: Chemical composition of springbok meat as influenced by age, gender and production region. Meat Science, 76(4), 762–767.
23. KOKOSZYŃSKI, D. – BERNACKI, Z. – KORYTOWSKA, H. – WILKANOWSKA, A. – FRIESKE, A. 2013. Carcass composition and meat quality of grey partridge (*Perdix perdix* L.). J Centr Europ Agricul 2013, 14, 378–387.
24. KOKOSZYŃSKI, D. – BERNACKI, Z. – PIECZEWSKI, W. 2014 Carcass composition and quality of meat from game pheasants (*P. colchicus*) depending on age and sex. Europ Poul Sci 2014, 78, doi:10.1399/eps.2014.16.

25. KORÉNEKOVÁ, B. – SKALICKÁ, M. – KOŽÁROVÁ, I. – NAGY, J. – MÁTÉ, D. – NAD, P. 2008. Comparison of cadmium, lead and nickel accumulation in liver, breast and leg muscles of pheasants. *Slavak J Anim Sci* 2008, 41(4), 184-186
26. KRAMÁROVÁ, M. - MASSÁNYI, P. - JANČOVÁ, A. - TOMAN, R. - SLAMEČKA, J. - TATARUCH, F. – KOVÁČIK, J. – GAŠPARÍK, J. – NAĐ, P. – SKALICKÁ, M. – KORÉNEKOVÁ, B. - JURČÍK, R. – ČUBOŇ, J. - HAŠČÍK, P. 2005. Concentration of cadmium in the liver and kidneys of some wild and farm animals. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 49(4), 465–469.
27. KUDRNÁČOVÁ, E. - BARTOŇ, L. - BUREŠ, D. - HOFFMAN, L., C. 2018. Carcass and meat characteristics from farm-raised and wild fallow deer (*Dama dama*) and red deer (*Cervus elaphus*): A review. *Meat Science* 2018; 141: 9–27. doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.02.020
28. KUZNIAČKA, J. – ADAMSKI, M. – BERNACKI, Z. 2007. Effect of age and sex of pheasants (*Phasianus colchicus* L.) on selected physical properties and chemical composition of meat. *Ann Anim Sci* 2007, 7, 45–53.
29. KWIATKOWSKA, A. - ŻMIJEWSKI, T. - CIERACH, M. 2009. Utility value of carcass of European deer (*Cervus elaphus*) and its meat evaluation. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 59(2), 151–156.
30. LAZARUS, M. – GANCEVIC, P. – ORCT, T. – BARISIC, D. - JERINA, K. – SPREM, N. 2019. Barbary sheep tissues as bioindicators of radionuclide and stable element contamination in Croatia: exposure assessment for consumers. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 14521e14533. https://doi.org/10.1007/s11356-019-04507-5.
31. LAZARUS, M. – PREVENDAR CRNIĆ, A. – BILANDŽIĆ, N. – KUSAK, J. – RELJIĆ, S. 2014. Cadmium, lead, and mercury exposure assessment among Croatian consumers of free-living game. *Arh Hig Rada Toksikol* 2014; 65: 281-292. DOI: 10.2478/10004-1254-65-2014-2527
32. LAZARUS, M. - VICKOVIĆ, I. - ŠOŠTARIĆ, B. - BLANUŠA, M. 2005. Heavy metal levels in tissues of red deer (*Cervus elaphus*) from Eastern Croatia. *Arhiv Za Higijenu Rada I Toksikologiju*, 56(3), 233–240.
33. ŁUKASIEWICZ, M. – MICHALCZUK, M. – GŁOGOWSKI, R. – BALCERAK, M. – POPCZYK, B. 2011. Carcass efficiency and fatty acid content of farmed pheasants (*Phasianus colchicus*) meat. *Ann Warsaw Univ Life Sci – SGGW Anim Sci* 2011, 49, 199–203
34. NAWROCKA, A. - DURKALEC, M. – SZKODA, J., - FILIPEK, A., - KMIĘCIK, M. – ZMUDSKI, J. – POSYNIĄK, A. 2020 Total mercury levels in the muscle and liver of livestock and game animals in Poland, 2009e2018 *Chemosphere* Volume 258, November 2020, 127311 doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127311
35. PACYNA, E., G. – PACYNA, J., M. – STEENHUISEN, F. – WISON, S. 2006. Globalanthropogenic mercury emission inventory for 2000. *Atmospheric environment*, 2006; 40: 4048–4063. http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.03.041
36. POKORNY, B. - RIBARIC-LASNIK, C., 2002. Seasonal variability of mercury and heavy metals in roe deer (*Capreolus capreolus*) kidney. *Environ. Pollut.* 117, 35 - 46.
37. POŁAWSKA, E. - COOPER, R., G. - JÓŻWIK, A. - POMIANOWSKI, J. 2013. Meat from alternative species - nutritive and dietetic value, and its benefit for human health - a review. *CyTA - Journal of Food*, 11(1), 37–42.
38. RIMJHIM, J. – KUMAR, S., S. – UMA, A. – SAURABH, K. – NEHA, S. 2013. Mercury toxicity and its management. *International Research Journal of Pharmacy (IRJP)* 2013; 4 (8):38-41 http://dx.doi.org/10.7897/2230-8407.04806
39. RODRIGUEZ-ESTIVAL, J. - SMITS, J., E., G. 2016. Small mammals as sentinels of oil sands related contaminants and health effects in northeastern Alberta, Canada. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 124, 285e295. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.11.001.

40. SAEKI, K. – KUMAGAI, H. 1990. Nutritional composition of tissues of wild and bred pheasants. Food Hyg Safety Sci 1990, 31, 522–526
41. SAHA, J., G. - LEE, Y., W. - TINLINE, R., D. - CHINN, S., H., F. - AUSTENSON, H., M. 1970. Mercury residues in cereal grains from seeds or soil treated with organomercury A. Nawrocka et al. / Chemosphere 258 (2020) 127311 11 compounds. Can. J. Plant Sci. 50, 597 - 599. <https://doi.org/10.4141/cjps70-113>.
42. SAKAMOTO, M. – NAKAMURA, M. – MURATA, K. 2018. Mercury as a Global Pollutant and Mercury Exposure Assessment and Health Effects. Nihon Eiseigaku Zasshi. 2018; 73(3):258-264.
43. SALES, J. 1995. Nutritional quality of meat from some alternative species. World Review of Animal Production, 30(1–2), 48–56.
44. SCHRÖDER, W. - HOLY, M. - PESCH, R. - HARMENS, H. - ILYIN, I. - STEINNES, E. - ALBER, R. - ALEKSIAYENAK, Y. - BLUM, O. - COSCUN, M. - DAM, M. - DE TEMMERMAN, L. - FRVOLA, M. - FRONTASYEVA, M. - GONZALES MIQUEO, L. - GRODZINSKA, K. - JERAN, Z. - KORZEKWA, S. - KRMAR, M. - KUBIN, E. - KVIETKUS, K. - LEBLOND, S. - LIIV, S. - ; MAGNUSSON, S. – MANKOVSKÁ, B. - PIISPANEN, J. - RÜHLING, A. - SANTAMARIA, J. - ŠPIRIĆ, Z. - SUCHARA, I. - ; THÖNI, L. - URUMOV, V. - YURUKOVA, L. - ZECHMEISTER, H., G. 2010 Are cadmium, lead and mercury concentrations in mosses across Europe primarily determined by atmospheric deposition of these metals? J. Soil. Sediment. 2010, 10(8), 1572–1584.
45. SINGHAL, S., K. 2017. Toxicology at a Glance 9th reprint edition-2017, The National Book Depot Mumbai-400012, p-72.
46. SKIBNIEWSKI, M. - SKIBNIEWSKA, E., M., - KOŚLA, T. 2015. The content of selected metals in muscles of the red deer (*Cervus elaphus*) from Poland. Environmental Science and Pollution Research International, 22(11), 8425–8431.
47. SREBOČAN, E. – POMPE-GOTAL, J. – KONJEVIĆ, D. – PREVANDA, J. – CRNIC, A. – POPOVIĆ, N. – KOLIC, E. 2006. Cadmium in fallow deer tissue. In: *Veterinarski arhiv*, vol. 76, 2006, p. 143–150.
48. SREBOČAN, E. - POMPE-GOTAL, J. - KONJEVIĆ, D. - PREVENDAR-CRNIĆ, A. - POPOVIĆ, N. - KOLIĆ, E. 2006. Cadmium in fallow deer tissue. *Veterinarski Arhiv*, 76, 143–150. Retrieved from <http://www.vet.unizg.hr/vetarhiv/papers/2006-76-7-17.pdf>.
49. SREBOČAN, E. - PREVENDAR-CRNIĆ, A. – EKERT-KABALIN, A. M. - LAZARUS, M. - JURASOVIĆ, J. - TOMLJANOVIĆ, K. – ČOŽ-RAKOVAC, R. 2011. Cadmium, lead, and mercury concentrations in tissues of roe deer (*Capreolus capreolus* L.) and wild boar (*Sus scrofa* L.) from lowland Croatia. Czech Journal of Food Sciences, 29(6), 624–633.
50. SWIERGOSZ, R. 1998. Mercury accumulation in the muscles and feathers of pheasants, *Phasianus colchicus* (L. 1758). *BioMetals*; 1998, 11(2), 139–143
51. WIKLUND, E. - JOHANSSON, L. - MALMFORS, G. 2003. Sensory meat quality, ultimate pH values, blood parameters and carcass characteristics in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.) grazed on natural pastures or fed a commercial feed mixture. Food Quality and Preference, 14(7), 573–581.
52. WISE J. 2016. Higher levels of mercury in brain are not linked to increased risk of Alzheimer's, study finds. *BMJ*. 2016 Feb. 03; 352 - 611.
53. WONG, C., C. - DUZGOREN AYDIN, N., S. – AYDIN, A. – WONG, M., H. 2006. Sources and trends of environmental mercury emissions in Asia. *Science of the Total Environment* 2006; 368: 649–662. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.11.024> PMID:16405972

Kontaktná adresa:

Peter Šmehýl, Ing., PhD., Ústav chovu zvierat FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: peter.smehyl@uniag.sk

VPLYV PROSTREDIA NA ÚROVEŇ KONTAMINÁCIE VYBRANÝCH TKANÍV BAŽANTA POĽOVNÉHO OLOVOM INFLUENCE OF DIFFERENT ENVIRONMENT ON THE LEVEL OF LEAD CONTAMINATION OF COMMON PHEASANT CHOSEN TISSUES

Šmehýl Peter, Podhorská Zuzana Yvetta

Ústav chovu zvierat, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

Summary

Pheasant production is popular widespread, not only in Slovakia, but also in other countries. The pheasant thus belongs to the favourite hunting game. The life of the pheasant is threatened not only by diseases, but also by various other environmental factors such as occurrence of lead in the environment. There are a lot of lead shot left in certain places where they are regularly hunted, pheasants can consume them on the assumption that they are small stones that they use physiologically in the gizzard as the so-called gastrolith. If the pheasant consume them too much, lead poisoning (plumbism) occurs. Therefore, it is important to point out the concentration of lead and its accumulation in the environment and also in the bodies of the pheasant, which is ultimately consumed by humans, most often by hunters. The average lead concentration values obtained in the study exceeded the European Commission limit in all experimental groups, except the muscle (0.09 mg.kg⁻¹) and the liver (0.49 mg.kg⁻¹) of farmed hens. Although the lead concentration means are higher for cocks, the highest absolute value was measured in the kidneys of free-range hens. Although the lead contents in the muscles oscillate at the EC limit, occasional consumption does not endanger human health.

Key words: Common pheasant, lead, cock, hen, concentration

ÚVOD

Podľa Assiho et al. (2016) je olovo chemický prvok so symbolom Pb a má v periodickej tabuľke atómové číslo 82. Bol to prvý prvok, ktorý sa vyznačoval svojou toxicitou. V živočíšnych systémoch je olovo inkriminované v širokom spektre toxických účinkov a je považované za jeden z pretrvávajúcich všadeprítomných ťažkých kovov. Severtsova et al. (2013) tvrdia, že olovo patrí medzi najrozšírenejšie znečisťujúce látky na celom svete. Gasparik et al. (2012) uvádzajú, že otrava olovom bola hlásená takmer v každej krajine na svete. Analýza koncentrácie olova v pečeni ukázala výrazne vyššiu koncentráciu po príjme olovených brokov. Zvýšenie koncentrácie olova bolo závislé od dávky. Veľmi podobné tendencie boli zistené pre koncentráciu olova v obličkách.

Negatívnym efektom spádu olovených brokov v rámci výkonu práva poľovníctva je nielen priama konzumácia brokov, ale aj pomalá difúzia kationov olova do pôdy. Takáto forma mobility olova predstavuje minimálne nebezpečenstvo, ale uvedomením si zistených hodnôt tohto toxického kovu v poľovných revíroch musíme túto cestu považovať za reálnu možnosť vstupu olova do potravinového reťazca (Gašparík et al., 2007). Európska komisia (EK) odhaduje, že celkové emisie olovených brokov v pätnástich členských štátoch vrátane Maďarska, Litvy a Poľska boli v roku 2005 približne 150 ton (Treu et al., 2020).

Pernatá zver je tradične divou zverou, no v súčasnosti je už rozšírený chov viacerých druhov poľovnej zveri na komerčné účely, na produkciu mäsa, vajec alebo na zazverovanie revírov (Almášiová et al., 2008). Bažant poľovný je najpopulárnejším druhom malej zveri s produkciou 100 – 130 tisíc kusov ročne čo predstavuje asi 100 – 130 ton diviny v rámci Slovenska (Slamečka et al., 2003). Prsný sval sa vyznačuje vysokou koncentráciou bielkovín

(254 g/kg), nízkym obsahom vnútro svalového tuku - 1,3 g/kg (Franco – Lorenzo, 2013), čo robí z diviny bažanta veľmi obľúbenú komoditu. Bažant je primárne lesná pernatá zver, na našom území obýva najmä poľné háje, lužné luhy, remízky, ale taktiež trávnaté polia. Vyhovujú mu lokality s dostatkom vlhky a ako je už vyššie spomenuté tak aj s prístupom k vode. U nás sa často vyskytuje na planinách a vysočinách na juhu Slovenska. Najväčší výskyt je však zaznamenaný na západných nížinách krajiny. U nás je pomerne hojne rozšírený predovšetkým vďaka umelému chovu, čo z bažanta robí poľovnú zver dostupnú širokej verejnosti (Šmehýl et al., 2019).

MATERIÁL A METÓDY

Experimentálne jedince

Predmetom analýz v danom experimente boli jedince bažanta poľovného (*Phasianus colchicus*). Analyzované jedince boli reprezentované dvomi skupinami zvierat.

Prvú skupinu tvorili jedince voľne žijúcej populácie, ktoré boli pre potreby analýz získané odlovom jedincov. Ulovená zver pochádzala z poľovnej oblasti MVI, čo predstavuje teritórium okresov Topoľčany. Uvedené jedince boli lovené strelnými zbraňami s použitím olovených brokov.

Druhú skupinu predstavovali jedince pochádzajúce z farmového chovu, ktoré boli počas života držané v kontrolovaných podmienkach chovného zariadenia. Zvieratá pochádzali z prevádzky Vysokoškolského poľnohospodárskeho podniku v Žiranoch. V podmienkach umelého chovu boli zvieratá kŕmené bilancovanými kŕmnymi zmesami BŽ 1 (do veku 3 týždne) a BŽ 2 (do veku 10 týždňov) a následne boli zvieratám skrmované obilné odpady ako zlomková pšenica, zlomková kukurica a slnečnica.

Jedince boli analyzované po odlove, pričom lov daných jedincov sa uskutočnil bezprostredne po ich vypustení do bažantnice. Lov zveri sa vykonával v zmysle zákona č. 274/2009 Z. z. v znení neskorších predpisov a vyhlášky č. 344/2009 Z. z. v znení neskorších predpisov.

Jedince boli podľa pôvodu a pohlavia rozdelené do 4 experimentálnych skupín, v každej skupine bolo analyzovaných 20 jedincov:

1. skupina KD - kohúty voľne žijúcej populácie
2. skupina SD - sliepky voľne žijúcej populácie
3. skupina KF - kohúty jedincov z farmového chovu
4. skupina SF - sliepky jedincov z farmového chovu

Pokusné skupiny

V rámci experimentu sme obsah olova v nasledovných tkanivách:

- prsná svalovina
- pečeň
- oblička

Na základe diverzifikácie pôvodu a cieľových tkanív organizmu skúmaných jedincov sme si pre potreby analytického spracovania a interpretácie výsledkov vytvorili nasledovné experimentálne skupiny:

- sval divý kohút (KDS)
- sval divá sliepka (SDS)
- sval farmový kohút (KFS)
- sval farmová sliepka (SFS)
- pečeň divý kohút (KDP)
- pečeň divá sliepka (SDP)
- pečeň farmový kohút (KFP)

pečeň farmová sliepka (SFP)
oblička divý kohút (KDO)
oblička divá sliepka (SDO)
oblička farmový kohút (KFO)
oblička farmová sliepka (SFO)

Odber vzoriek a analýzy

Odber vzoriek sa realizoval po jatočnej rozrábke jedincov. Predmetom analýz bolo zistenie obsahu olova v svalovine, pečeni a obličkách jedincov. Na analýzy obsahu sledovaných kovov sa odoberali vzorky zo svalu *musculus pectoralis major*. Z presnej svaloviny ako i z ostatných tkanív boli odoberané vzorky iba z takého tkaniva, ktoré nebolo poškodené prienikom brokov počas lovu. Pre potreby analýz sa odoberala vzorka s hmotnosťou približne 5 g. Na laboratórne analýzy bola použitá navážka 3 g čerstvej svalovej hmoty. Samotnej analýze predchádzala mineralizácia vzorky prostredníctvom mikrovlnnej digescie na prístroji MARS X-press (USA). Následne sa vzorka prefiltrovala a samotné meranie sa robilo na prístroji VARIAN AA 240FS s detekčným limitom 0,02 mg.kg⁻¹ pre olovo. Vzorky, u ktorých sa v rámci našich analýz obsah olova nediagnostikoval deklarovanými metodickými postupmi boli označené ako vzorky s nulovým obsahom olova.

Štatistické spracovanie výsledkov

V rámci analyzovaných skupín bola vypracovaná variačno popisná charakteristika vstupných údajov a rozdiely stredných hodnôt jednotlivých skupín boli porovnávané prostredníctvom F testu (ANOVA). Významnosti rozdielov stredných hodnôt boli testované na hladine významnosti 95 %. Na spracovanie výsledkov bol použitý program Statgraphic Centurion 18.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Základná popisná charakteristika obsahu olova vo vybraných tkanivách kohútov je zobrazená v tabuľke 1. Najnižšie priemerné hodnoty boli zaznamenané v skupinách KFS a KDS (0,20 a 0,20 mg.kg⁻¹) a najvyššie v skupine KDO (1,31 mg.kg⁻¹). Absolútne najvyššia nameraná hodnota bola zistená v skupine KFP (2,15 mg.kg⁻¹). V prípade voľne žijúcich kohútov bažanta je koncentrácia olova v jednotlivých tkanivách vyššia ako u jedincov vo farmovom chove.

Tab. 1 Základná variačno-popisná charakteristika obsahu olova vo vybraných tkanivách kohútov

skupina	n [ks]	$\bar{x}$ [mg.kg ⁻¹]	s	V [%]	min [mg.kg ⁻¹]	max[mg.kg ⁻¹]
KDS	20	0,20 ^a	0,07	37,85	0,01	0,29
KFS	20	0,20 ^a	0,09	44,71	0,05	0,33
KDP	20	1,21 ^b	0,47	39,30	0,50	1,68
KFP	20	0,83 ^{bc}	0,64	77,89	0,18	2,15
KDO	20	1,31 ^c	0,15	11,48	1,10	1,58
KFO	20	1,11 ^c	0,59	53,60	0,14	1,98

Vysvetlivky: ^a, ^b, ^c – rozdielny symbol v stĺpci deklaruje štatisticky významný rozdiel priemerných hodnôt sledovaného znaku na úrovni 95 %

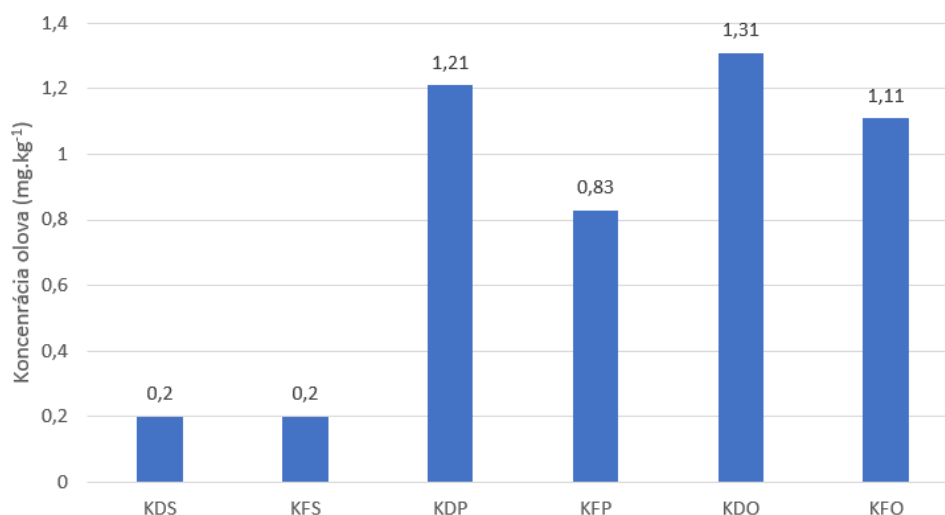
Rozdielna úroveň kumulácie v rôznych tkanivách sa prejavila výraznými rozdielmi v zistených priemerných hodnotách. Variačná analýza testovaných experimentálnych skupín je zobrazená v tab. 2. Výrazné rozdiely spôsobené odlišnými fyziologickými vlastnosťami

jednotlivých tkanív preukázali štatisticky významné rozdiely medzi obsahom olova v jednotlivých tkanivách ($P = 0,000$).

Tab. 2 Variačná analýza parametra koncentrácie olova v tkanivách kohútov

Faktor	SS	Df	MS	F-Ratio	P-hodnota
Skupina	18,65	5	3,73	21,50	0,00
Rezíduum	14,57	84	0,17		
Spolu	33,22	89			

Najnižšie hodnoty boli zaznamenané v svalovom tkanive v porovnaní s výrazne vyššími hodnotami zistenými v pečeni predovšetkým v obličkách. V svalovom tkanive boli zaznamenané identické hodnoty bez preukáznych rozdielov medzi divými a farmovo odchovanými jedincami ($0,20 \text{ mg.kg}^{-1}$). V pečeni a obličkách boli detekované hodnoty niekoľkonásobne vyššie, pričom preukázne najvyššie hodnoty boli zistené v obličkách kohútov (tab. 1 a obr. 1). V tkanivách pečene a obličiek boli dokonca zaznamenané i rozdiely medzi divými a farmovo chovanými jedincami. V prípade pečene boli tieto rozdiely dokonca preukázne ($P \leq 0,05$). V tkanivách obličiek bol síce zaznamenaný vyšší obsah olova u divých bažantov ($1,31 \text{ mg.kg}^{-1}$) v porovnaní s farmovo odchovanými bažantami ($1,11 \text{ mg.kg}^{-1}$), no bez štatistickej významnosti.



Obr. 1 Obsah olova v sledovaných tkanivách kohútov

Základná popisná charakteristika obsahu olova v sledovaných tkanivách sliepok bažantov je zobrazená v tabuľke 3. Najvyššia nameraná hodnota výskytu olova bola v skupine SDO ($1,55 \text{ mg.kg}^{-1}$), najnižšia v skupine SFS ($0,09 \text{ mg.kg}^{-1}$). Najvyššia maximálna nameraná hodnota bola v skupine SDP ($2,24 \text{ mg.kg}^{-1}$). V svalovom tkanive sliepok bažantov z umelého – farmového chovu boli dokonca v rámci analýz zaznamenané vzorky, kde boli hodnoty obsahu olova pod detekčným limitom aplikovaných metodických postupov. Tieto vzorky boli označené ako vzorky s nulovým obsahom olova. Najnižší priemerný obsah olova bol zistený v svalovine, najvyšší obsah bol detekovaný v tkanivách obličiek (tab. 3, obr. 2).

Tab. 3 Základná variačno-popisná charakteristika obsahu olova vo vybraných tkanivách sliepok

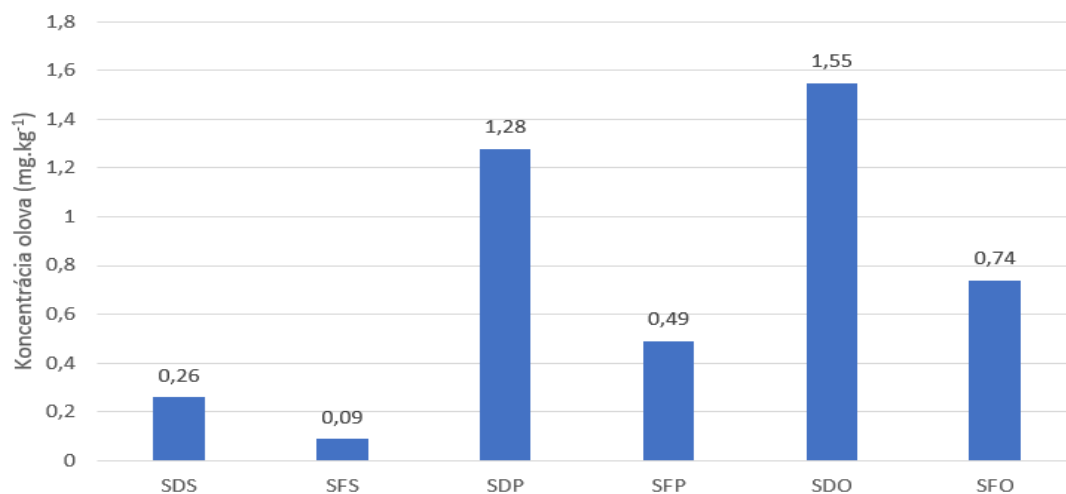
skupina	n [ks]	$\bar{x}$ [mg.kg ⁻¹]	s	V [%]	min [mg.kg ⁻¹]	max [mg.kg ⁻¹]
SDS	15	0,26 ^a	0,09	36,47	0,04	0,38
SFS	15	0,09 ^{ab}	0,08	89,11	0	0,22
SDP	15	1,28 ^{bc}	0,47	36,52	0,56	2,24
SFP	15	0,49 ^c	0,29	59,05	0,14	1,12
SDO	15	1,55 ^d	0,54	35,09	0,46	2,85
SFO	15	0,74 ^d	0,57	77,12	0,12	1,89

Vysvetlivky: ^{a, b, c, d} – rozdielny symbol v stĺpci deklaruje štatisticky významný rozdiel priemerných hodnôt sledovaného znaku na úrovni 95 %

Testovanie preukázalo rozdielov priemerných hodnôt obsahu olova medzi jednotlivými pokusnými skupinami sliepok bažantov je zobrazené v tabuľke 4. Podobne ako to bolo u kohútov aj v tkanivách sliepok boli zaznamenané štatisticky významné ($P \leq 0,05$) rozdiely priemerných hodnôt medzi jednotlivými analyzovanými tkanivami.

Tab. 4 Variačná analýza obsahu olova vo vybraných tkanivách sliepok

Faktor	SS	Df	MS	F-Ratio	P-hodnota
Skupina	24,91	5	4,98	31,35	0,00
Rezíduum	13,35	84	0,15		
Spolu	38,26	89			



Obr. 2 Obsah olova v sledovaných tkanivách sliepok

Podobne ako pri kohútoch aj pri analýze tkanív sliepok sme zistili u všetkých tkanív vyšší obsah olova u jedincov pochádzajúcich z voľnej prírody. Aj keď rozdiely sú u sliepok výraznejšie (obr. 2) nebol zaznamenaný štatisticky významný rozdiel medzi jedincami z voľného chovu (divé bažanty) a jedincami z farmového odchovu. Vo všetkých skupinách okrem SFS boli zistené nadlimitné ($0,1 \text{ mg.kg}^{-1}$) hodnoty koncentrácie olova.

Hoci pohlavie sa udáva ako jeden z faktorov ovplyvňujúcich zloženie mäsa a aj obsah toxických elementov ako sú ťažké kovy (Hoffman et al., 2007), v našom experimente sa toto tvrdenie nepotvrdilo. Rozdiely medzi pohlaviami neboli testované no výsledné priemerné hodnoty obsahu olova sú u kohútov i sliepok veľmi variabilné. Výrazne nižšie hodnoty

obsahu olova môžeme pozorovať iba v tkanive pečene a obličiek u farmovo chovaných sliepok v porovnaní s kohútmi z rovnakého prostredia.

Koréneková et al. (2008) uvádzajú štatisticky vyššie ($p < 0,05$) priemerné hladiny Pb ($0,849 \text{ mg.kg}^{-1}$) v prsnej svalovine ulovených bažantov ako u jatočne zabitých bažantov ($0,065 \text{ mg.kg}^{-1}$). Podobne mierne vyššie koncentrácie boli pozorované v svalovine panvových končatín ulovených bažantov. Minimálne rozdiely boli zaznamenané medzi priemernými koncentraciami Pb v pečeni zastrelených a usmrtených bažantov. Uvedené rozdiely boli spôsobené s najväčšou pravdepodobnosťou jednak pôvodom jedincov a jednak možným obsahom brokov v prsnej svalovine bažantov lovených odstrelom s využitím oloveného streliwa. Szymczyk - Zalewski (2002) analyzovali koncentráciu olova v bažantoch z priemyselnej oblasti, kde namerali priemernú hodnotu $0,075 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvej hmotnosti v prsnej svalovine. Vzhľadom na to, že bažanty v tejto štúdií boli z priemyselnej oblasti, sú tieto hodnoty výrazne nižšie. Zielińska et al. (2015) uvádzajú obsah olova pečeni $0,17 \text{ mg.kg}^{-1}$, pričom táto hodnota nedosahuje ani polovicu maximálnej prípustnej hodnoty obsahu olova pre vnútornosti. Je teda možné, že bažanty v tejto štúdií pochádzajú z čistejšieho prostredia. Voľne žijúca zver je považovaná za potenciálny zdroj olova pre človeka v porovnaní s hospodárskymi zvieratami (Lazarus et al., 2014; Forte – Bocca, 2007). Podobné tvrdenie dokázali vo svojej práci i Fis et al., (2019), ktorí zistili preukázne vyššie hodnoty obsahu olova v svalovine divo žijúcich sliepok i kohútov bažantov v porovnaní s našimi výsledkami. Doganoc – Gančík (1995) analyzovali divinu viacerých druhov zveri v Slovinsku a zistili obsah olova v srdcovej svalovine $0,05 - 7,76 \text{ mg.kg}^{-1}$, v pečeni $0,05 - 8,55 \text{ mg.kg}^{-1}$ a v obličkách $0,05 - 7,88 \text{ mg.kg}^{-1}$. Autori taktiež zistili, že obsah ťažkých kovov sa zvyšuje s vekom jedinca a teda vek je faktorom ovplyvňujúcim obsah ťažkých kovov v živočíšnych tkanivách. Najvyšší obsah olova zistili v svalovine zveri ($1,01 \text{ mg.kg}^{-1}$), v obličkách to bolo $0,33 \text{ mg.kg}^{-1}$ a najnižší obsah zaznamenali v pečeni ($0,16 \text{ mg.kg}^{-1}$). Chemické zloženie mäsa je veľmi výrazne ovplyvňované chemickým zložením príjmanej potravy (Straková et al., 2011). Vyššie koncentrácie ťažkých kovov v tkanivách voľne žijúcej zveri sú spôsobené hlavne kumuláciu týchto prvkov v tkanivách pečene a obličiek (EFSA, 2009). Spôsob produkcie malej pernatej zveri predstavuje veľmi významný faktor ovplyvňujúci chemické zloženie diviny. Nakoľko tieto druhy sú lovené odstrelom s použitím olovených brokov, broky uviaznuté v tkanive predstavujú uvádzané vyššie koncentrácie tohto toxického prvku v divine (Knott et al., 2010; Taggart et al., 2011; Lindboe et al., 2012). Vzhľadom k uvedeným tvrdeniam viacerých autorov v našej práci sa výrazný vplyv prostredia na obsah olova neprejavil. Voľne žijúca zver je vystavená kontinuálnemu tlaku environmentálnych faktorov a preto môže byť využitá ako prirodzený bioindikátor kontaminácie životného prostredia (Komosa et al., 2012; Kucharczak et al., 2003; Massanyi et al., 2003; Pokorny, 2000; Szkoda – Żmudski, 2001).

ZÁVER

V predkladanej štúdií boli prezentované výsledky analýz obsahu olova v tkanivách prsnej svaloviny, pečene a obličky u bažantov, pochádzajúcich z voľnej prírody a bažantov chovaných v podmienkach farmového chovu. Na základe výsledkov môžeme potvrdiť zistenia, že vnútorné orgány ako pečeň a obličky predstavujú tkanivá s vysokým potenciálom kumulácie toxických elementov. Obsah olova bol výrazne vyšší v pečeni a obličkách ako vo svaloch. Zistené hodnoty nepotvrdil jednoznačne vyšší obsah olova u bažantov z voľnej prírody. Vplyv prostredia v tomto prípade nebol rozhodujúcim faktorom, ktorý ovplyvňuje obsah olova v tkanivách. Zaujímavým zistením bol fakt, že s výnimkou svaloviny umelo odchovaných sliepok boli vo všetkých analyzovaných tkanivách prekročené hygienické limity pre obsah olova.

PodĎakovanie: Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-14-0637.

LITERATÚRA

1. ALMÁŠIOVÁ, V. – CIGÁNIKOVÁ, V. – HOLOVSKÁ, K. 2008. Spermatogenesis of Japanese quails. *Ecology and Veterinary Medicine* VII, Košice, 22-23. April, 2008, p. 96-100
2. ASSI, M. A. et al. 2016. The detrimental effects of lead on human and animal health. In *Veterinary world* [online], vol. 9, no. 6, pp. 660–671 [cit. 2022-5-4]. Dostupné na: <<https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.660-671>>
3. DOGANOC, D., Z. – GAČNIK, K., Š. 1995. Lead and cadmium in meat and organs of game in Slovenia. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 1995. vol. 54, str. 166 – 170.
4. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). 2009. Cadmium in food. Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. *EFSA Journal* 2009;980:1-139. doi: 10.2903/j. efsa.2009.980
5. FIS, M. - GRELA, E., R. - ŽUKOWSKA, G. - GUDAŁA, D. 2019. Nutritional composition and heavy metal content in breast and thigh muscles of wild and intensively reared common pheasant (*Phasianus colchicus*). *Journal of Veterinary Research*. 64, 305 – 312, 2019. DOI: 10.2478/jvetres-2020-0028
6. FORTE, G. - BOCCA, B. 2007. Quantification of cadmium and lead in offal by SF-ICP-MS: Method development and uncertainty estimate. *Food Chem* 2007;105:1591-8. doi: 10.1016/j. foodchem.2007.03.043
7. FRANCO, D. – LORENZO, J., M. 2013. Meat quality and nutritional composition of pheasants (*Phasianus colchicus*) reared in an extensive system. *Brit Poult Sci* 2013, 54(3), 594–602.
8. GAŠPARÍK, J. – ŠMEHÝL, P. – SLAMEČKA, J. – HELL, P. – DOBIAŠ, M. – VLADÁROVÁ, D. – GRÁCOVÁ, M. 2007. Zaťaženie povrchu pôdy vybraných bažantníc olovom vo forme brokového spádu. In *Poľovnícky manažment a ochrana zveri 2007*. Zborník referátov, TU Zvolen,
9. GAŠPARÍK, J. – VENGLARČÍK, J. – SLAMEČKA, J. – KROPIL, R. – ŠMEHÝL, P. – KOPECKÝ, J. 2012 Distribution of lead in selected organs and its effect on reproduction parameters of pheasants (*Phasianus colchicus*) after an experimental per oral administration. In *Journal of Environmental Science and Health, Part A* [online], vol. 47, no.9, pp. 1267-1271 [cit. 2022-5-7]. Dostupné na: < <https://doi.org/10.1080/> >
10. HOFFMAN, L., C. - KROUCAMP, M. - MANLEY, M. 2007. Meat quality characteristics of springbok (*Antidorcas marsupialis*). 2: Chemical composition of springbok meat as influenced by age, gender and production region. *Meat Science*, 76(4), 762–767.
11. KNOTT, J. – GILBERT, J. – HOCCOM, D., G. – GREEN, R., E. 2010. Implications for wildlife and humans of dietary exposure to lead from fragments of lead rifle bullets in deer shot in the UK. *Sci Total Environ* 2010;409:95-9. doi: 10.1016/j. scitotenv.2010.08.053
12. KOMOSA, A., KITOWSKI, I., KOKOSA, Z. 2012. Essential trace (Zn, Cu, Mn) and toxic (Cd, Pb, Cr) elements in the liver of birds from Eastern Poland. *Acta Veterinaria*. 2012, vol. 62, 579–589
13. KUCHARCZAK, E., MORYL, A., JOPEK Z. 2003. Wpływ środowiska na zawartość wybranych metali (Pb, Cd, Zn, Cu) w tkankach saren i dzików. *Acta Sci Pol Med Vet* 2003, 2, 37–47.

14. LAZARUS, M. – PREVENDAR CRNIĆ, A. – BILANDŽIĆ, N. – KUSAK, J. – RELJIĆ, S. 2014. Cadmium, lead, and mercury exposure assessment among Croatian consumers of free-living game. *Arh Hig Rada Toksikol* 2014; 65: 281-292. DOI: 10.2478/10004-1254-65-2014-2527
15. LINDBOE, M. – HENRICHSEN, E., N. – HØGÅSEN H., R. – BERNHOFT, A. 2012. Lead concentration in meat from lead-killed moose and predicted human exposure using Monte Carlo simulation. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2012;29:1052-7. doi: 10.1080/19440049.2012.680201
16. MASSANYI, P., TATARUCH, F., SLAMEČKA, J., TOMAN, R., JURI, R. 2003. Accumulation of lead, cadmium, and mercury in liver and kidneys of the brown hare (*Lepus europaeus*) in relation to the season, age, and sex in the West Slo Lowlands. *J Environm Sci Helth, Part A*, 2003, 38, 1299–1309
17. POKORNY, B. 2000. Roe deer *Capreolus capreolus* as an accumulative bioindicator of heavy metals in Slovenia. *Web Ecol.* 2000, 1, 54–62.
18. SEVERTSOVA, E.A. - NIKIFOROVA, A.I. - AGUILLON GUTIERREZ, D.R. 2013. Spectrochemical and histochemical analyses of tissues of grass frog and gray toad tadpoles developing under simulation of pollution by plumbum and ferrum. In *Moscow Univ. Biol.Sci. Bull* [online], vol. 68, no. 4, pp.186–191 [cit. 2022-5-4]. Dostupné na: < <https://doi.org/10.3103/S009639251304010X> >
19. SLAMEČKA, J. – MERTIN, D. – HELL, P. – MOJTO, P. – JURČÍK, R.2003. Slaughter yield and quality of the meat of free living pheasants and pheasants from farm breeding. In: *Folia Venatoria*, vol. 33, 2003, p. 135-143.
20. STRAKOVÁ E. – SUCHÝ, P. – KARÁSKOVÁ, K. – JÁMBOR, M. – NAVRÁTIL, P. 2011. Comparison of nutritional values of pheasant and broiler chicken meats. *Acta Vet Brno* 2011, 80, 373–377
21. SZKODA, J. – ŻMUDSKI, J.: Pierwiastki toksyczne w tkankach zwierząt łownych. *Med Weter.* 2001, 57, 883–886.
22. SZYMČZYK, K. - ZALEWSKI, K. 2003. Copper, Zinc, Lead and Cadmium Content in Liver and Muscles of Mallards (*Anas Platyrhynchos*) and Other Hunting Fowl Species in Warmia and Mazury in 1999-2000. In *Polish Journal of Environmental Studies* [online], vol. 12, no. 3, pp. 381-386 [cit. 2022-5-13]. Dostupné na: < <http://www.pjoes.com/Copper-Zinc-Lead-and-Cadmium-Content-in-Liver-and-Muscles-of-Mallards-Anas-Platyrhynchos,87570,0,2.html> >
23. ŠMEHÝL, Peter – SLAMEČKA, Jaroslav – GAŠPARÍK, Jozef. 2019. *Farmové chovy zveri*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita. 109 s. ISBN 978-80-552-2106-9.
24. TAGGART, M., A. – REGLERO, M., M. – CAMARERO, P., R. – MATEO, R. 2011. Should legislation regarding maximum Pb and Cd levels in human food also cover large game meat? *Environ Int* 2011;37:18-25. doi: 10.1016/j.envint.2010.06.007
25. TREU, G. - DROST, W. - STOCK, F. 2020. An evaluation of the proposal to regulate lead in hunting ammunition through the European Union's REACH regulation. In *Environ Sci Eur* [online], vol. 32, no. 68, [cit. 2022.5.10]. Dostupné na: < <https://doi.org/10.1186/s12302-020-00345-2> >
26. ZIELIŃSKA, S. - PIENIAŻEK, M. - DŽUGAN, M. 2015. Changes in activity of acid hydrolases in tissues of wild pheasants induced by heavy metals. In *Ecological Chemistry and Engineering* [online], vol. 22, no. 1, pp. 93-101 [cit. 2022-5-13]. Dostupné na: < [https://doi.org/10.2428/ecea.2015.22\(1\)09](https://doi.org/10.2428/ecea.2015.22(1)09) >

Kontaktná adresa:

Peter Šmehýl, Ing., PhD., Ústav chovu zvierat FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: peter.smehyl@uniag.sk

KVANTITA A KVALITA PRODUKCIE REPY CUKROVEJ (*BETA VULGARIS* PROVAR. *ALTISSIMA*) V INTERAKCII S ROČNÍKOM, ODRODOU A BIOSTIMULÁTORMI
QUANTITY AND QUALITY OF SUGAR BEET PRODUCTION (*BETA VULGARIS* PROVAR. *ALTISSIMA*) IN INTERACTION WITH YEAR, VARIETY AND BIOSTIMULATORS

Vician Tomáš¹, Černý Ivan¹, Ernst Dávid¹, Zapletalová Alexandra¹, Ravza Ivan²

¹Ústav agronomických vied, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

²Študent odboru výživa ľudí, Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

Summary

A small plot experiment based on the method of randomized complete block design was focused on the analysis of the influence of year weather conditions, varieties and stimulating substances on the formation of sugar beet production parameters. The experiment was carried out in the years 2020 – 2021 in the fields of Research Centre for Plant Biology and Ecology in Nitra, Dolná Malanta. The experimental side is located in the maize growing region. The climate area is warm and dry with mostly mild winters. The analysis of the experimental data confirmed a statistically significant relation of year weather condition with the yield and sugar content of sugar beet. The effect of varieties and stimulating substances on root yield and sugar content was statistically high significant. Statistically high significant more effective for the formation of quantitative parameters was year 2020, where the root yield was higher by 2.69 t.ha⁻¹, while in 2021 was confirmed statistically high significant higher sugar content by 0.53 %. Among the monitored sugar beet varieties, the highest values, compared to average value, were recorded for the Bukovina variety with seed yield of 68.14 t.ha⁻¹ (+ 2.91 t.ha⁻¹; rel. 4.46 %) and with sugar content of 15.58 % (+ 0.46 %). The lowest root yield was monitored by Darvas variety 60.66 t.ha⁻¹ (– 4.57 t.ha⁻¹; rel. 7.01 %) and the lowest sugar content by Okapi at the level of 14.45 % (– 0.67 %). The implementation of stimulating substances had positive effect on the quantitative and qualitative parameters of production. In the treated variant was recorded a higher root yield relative to control treatment by 5.36 t.ha⁻¹, as well as a higher sugar content by 0.76 %.

Key words: sugar beet, weather condition, root yield, sugar content, stimulating substances.

ÚVOD

Repa cukrová (*Beta vulgaris* L.) je v podmienkach mierneho pásma dominujúcou energetickou plodinou. Z dlhodobého hľadiska prioritou jej pestovania je intenzifikácia jednotlivých agrotechnických postupov a subvencia produkčných parametrov, ktoré sú výsledkom vzájomnej interakcie vybraných faktorov prostredia (Pačuta et al., 2015).

V rámci racionalizácie pestovateľského systému je potrebné zohľadniť variabilitu poveternostných podmienok, ktoré signifikantne ovplyvňujú formovanie finálnej produkcie repy cukrovej (Jacob et al., 2018). Interakcia medzi faktormi ako je priemerná teplota, úhrn zrážok, či slnečná radiácia nasvedčujú o negatívnom dopade na formovanie kvantitatívnych i kvalitatívnych produkčných parametrov repy cukrovej (Jones et al., 2003). Vodný stres negatívne koreluje s fyziologickými parametrami (Jaleel et al., 2009), metabolickými procesmi (Wedeking et al., 2016) a dochádza k inhibícii fotosyntézy (Alkahtani et al., 2021).

Jedným z hlavných agronomických intenzifikačných faktorov je výber správnej odrody, v súlade s rešpektovaním agroekologických podmienok prostredia. Každá odroda je však limitovaná genetickou informáciou, čo spôsobuje odlišné využitie jej potenciálu a formovanie reálnej úrody (Ebmeyer et al., 2021). Výsledná úroda a kvalita produkcie je výsledkom širokého komplexu interakcií pôsobiacich na rastliny a na tvorbu zásobných látok. Z tohto dôvodu je výsledná produkcia repy vždy nižšia než genetický potenciál rastliny (Trimpler et al., 2017).

V súvislosti s intenzifikáciou produkčného procesu a komplexnosti jednotlivých environmentálnych a genetických faktorov, pre podporu formovania kvantitatívnych i kvalitatívnych parametrov repy cukrovej sa vyvíjajú inovatívne postupy manažmentu, ktoré dokážu podporiť rast plodín, zvýšiť úrodu a podnietiť toleranciu voči suchu (Ghaffari et al., 2019).

Jedným z týchto postupov je aplikácia stimulačne pôsobiacich prípravkov. Rastlinné biostimulátry zvyšujú účinnosť výživy, toleranciu voči abiotickému stresu a podporujú kvalitu plodín, bez ohľadu na obsah živín (Du Jardin, 2015). Účinné látky podporujú produkciu hormónov a majú pozitívny vplyv na fotosyntetické procesy rastlín (Parrado et al., 2008). V súčasnosti sa venuje pozornosť účinku stimulačných prípravkov počas vegetácie na metabolizmus rastlín na molekulárnej a fyziologickej úrovni (Barone et al., 2019).

Cieľom tohto príspevku bolo zhodnotiť vplyv pestovateľského ročníka odrody a stimulačne pôsobiacich prípravkov na formovanie produkčných parametrov repy cukrovej.

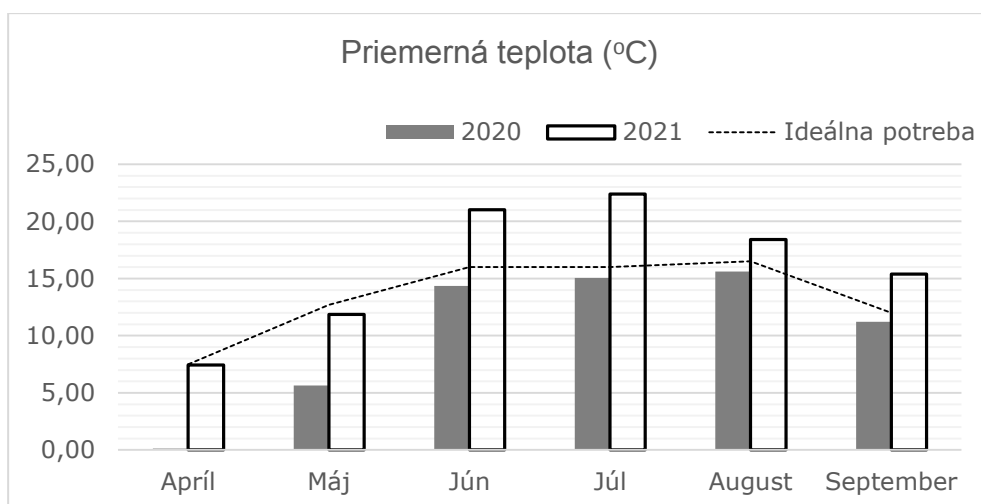
MATERIÁL A METÓDY

Experimentálne pozorovania s repou cukrovou (*Beta vulgaris* provar. *altissima*) boli uskutočnené, v rokoch 2020 – 2021, na výskumno – experimentálnej báze (EXBA) Strediska biológie a ekológie rastlín, Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre v časti Dolná Malanta.

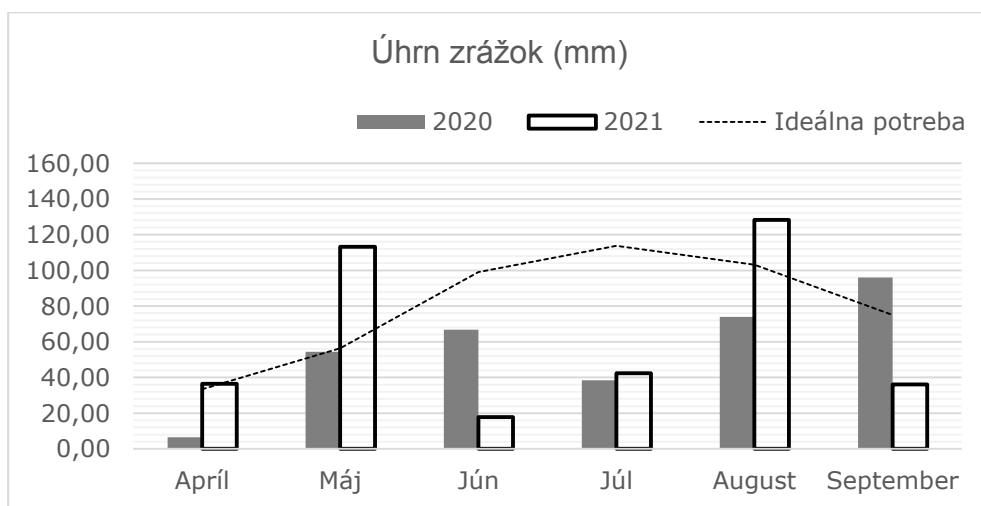
Geograficky sa územie nachádza v západnej časti Žitavskej pahorkatiny, ktorej charakteristický trojuholníkovitý tvar vymedzuje pohorie Tribeč a rieky Nitra a Žitava. Pozemky sa nachádzajú v kukuričnej výrobnnej oblasti, s nadmorskou výškou 175 – 180 m. n. m. Pôdny typ je charakterizovaný ako hnedozem, pôdny druh hlinitý až ílovito – hlinitý (Tobiášová a Šimanský, 2019).

Agroklimatická oblasť je charakterizovaná ako makrooblasť teplá, oblasť prevažne teplá, podoblasť veľmi suchá a okrsok prevažne miernej zimy (Špánik et al., 2002). V priebehu vegetačného obdobia 2020 – 2021 bol priemerný úhrn zrážok 355,15 mm a priemerná teplota vzduchu na úrovni 13,2 °C.

Priebeh poveternostných podmienok počas pestovateľských rokov 2020 – 2021 znázorňuje obr. 1 a obr. 2. Údaje boli poskytnuté z agrometeorologickej stanice, Ústavu krajinného inžinierstva, Fakulty záhradníctva a krajinného inžinierstva Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.



Obr. 1 Priemerná teplota vzduchu (°C) v experimentálnom období 2020 – 2021



Obr. 2 Priemerný úhrn zrážok (mm) v experimentálnom období 2020 – 2021

V systéme striedania plodín bola repa cukrová zaradená po pšenici letnej forme ozimnej (*Triticum aestivum* L.). Na jeseň bol stredne hlbokou orbou do pôdy zapracovaný, spolu s fosforečným a draselným hnojivom, maštalný hnoj ($40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Dávka dusíka bola vypočítaná na základe agrochemického skúšania pôdy metódou elektroultrafiltrácie.

Technológia pestovania bola realizovaná v súlade so systémom výsevu repy cukrovej na konečnú vzdialenosť. Sejba bola uskutočnená 12–riadkovou sejačkou s výsevom na úroveň pestovateľského sponu $0,45 \times 0,18 \text{ m}$. Pokus bol založený metódou náhodne usporiadaných pokusných členov, v troch opakovaníach (Ehrenbergerová, 1995).

Z genetických zdrojov boli použité nasledovné odrody:

Darvas: normálny až neskorý typ repy cukrovej s vysokou čistotou rafinády, ktorý disponuje toleranciou voči vodnému stresu, vysokou produktivitou, rezistenciou voči listovým chorobám a dobrou skladovateľnosťou.

Bukovina: skorý až neskorý typ repy cukrovej s výbornou odolnosťou voči chorobám, nadpriemernou výťažnosťou rafinády, vysokou cukrnatosťou a stabilitou.

Okapi: normálny až neskorý typ repy s vysokou odolnosťou voči rizománii so stredne vysokou úrodou koreňa a cukrnatosťou, odroda sa vyznačuje dobrou skladovateľnosťou.

Použité stimulačne pôsobiace prípravky v experimentoch boli nasledovné:

Phosph Plus: eliminuje tepelný a vodný stres, poskytuje rastline rýchlo prijateľný dusík, fosfor, bór a komplex mikroelementov v chelátovej väzbe. Humofoláty, pozitívne ovplyvňujú rast koreňového systému a podporujú sáciu schopnosť koreňa.

Boractive: zvyšuje rezistenciu rastlín voči abiotickým stresom, podporuje rozvoj koreňovej sústavy a stimuluje porast. Prípravok disponuje vysokým obsahom bóru v kombinácii s kyselinou alginovou, fyto regulátormi a hydrokoloidmi.

Kalium Plus: vplýva na tvorbu, prenos a ukladanie sacharidov, čím podporuje tvorbu cukru, obsahuje ľahko prijateľný draslík, ktorý pozitívne ovplyvňuje pevnosť bunkových stien, vyzrievanie pletív a zvyšuje odolnosť voči suchu a nízkym teplotám.

Booster: fosforečno – dusíkaté hnojivo s obsahom medi, ktoré indukuje prirodzené ochranné mechanizmy a chráni pred patogénmi ako baktérie, plesne a pod., jeho asimilácia je mimoriadne rýchla, čo umožňuje racionalizované hnojenie fosforom.

Tab. 1 Varianty aplikácie prípravkov

Variant	Prípravok	Aplikačná dávka	Rastová fáza
Kontrola	–	–	–
Variant 1	Phosph Plus	3 kg.ha ⁻¹	6 – 8 listov (BBCH 16 – 18)
	Boractive	2 l.ha ⁻¹	10 – 12 listov (BBCH 20 – 22)
	Kalium Plus	3 kg.ha ⁻¹	uzavreté riadky júl (BBCH 36)
	Booster	3 kg.ha ⁻¹	uzavreté riadky august (BBCH 39)

Zber sa realizoval v technologickej zrelosti, v rastovej fáze BBCH 47. Zber sa uskutočnil ručným vykpaním dvoch riadkov z každého variantu. Následne sa bulvy jednotlivých variantov odvážili a prepočítali na jednotky ton na hektár (t.ha⁻¹).

Vzorky pre stanovenie technologickej kvality boli transportované do cukrovaru Považský cukor a. s. Trenčianska Teplá. Cukornatosť bola stanovená pomocou laboratórnych testov s využitím betalyzéra VENEMA 3G. Tento prístroj je schopný analyzovať obsah sacharózy, ale aj obsah melasotvorných látok.

Výsledky pokusných meraní boli vyhodnotené analýzou rozptylu metódou ANOVA v programe STATISTICA 10 (Stat-soft, 2011).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V produkčnom procese repy cukrovej sa poveternostné podmienky vegetačného obdobia, v súvislosti s genetickou informáciou, považujú za rozhodujúci faktor tvorby kvantitatívnych i kvalitatívnych produkčných parametrov (Hoffmann a Kenter, 2018).

Štatistická analýza experimentálnych výsledkov potvrdila preukaznú závislosť medzi pestovateľským ročníkom a finálnou úrodou buliev repy cukrovej. Štatisticky preukazný vzťah bol potvrdený aj medzi pestovateľským ročníkom a cukornatosťou repy (tab. 1).

Z pohľadu agroekologických podmienok boli pri formovaní kvantitatívnych produkčných parametrov zaznamenané vyššie úrody v priebehu roka 2020, kedy bola priemerná úroda buliev na úrovni 66,57 t.ha⁻¹, (+ 2,69 t.ha⁻¹; rel. 4,21 %), kým v roku 2021 bola úroda len 63,88 t.ha⁻¹. V rámci kvalitatívnych produkčných parametrov boli zaznamenané poveternostne vhodnejšie podmienky v roku 2021, kedy bola indikovaná cukornatosť na úrovni 15,38 % (+ 0,53 %). Rok 2020 bol z pohľadu formovania cukornatosti menej vhodný, kedy bola zaregistrovaná priemerná hodnota na úrovni 14,85 % (tab. 2) a (tab. 3).

Výber správnej odrody môže eliminovať negatívne dôsledky poveternostných podmienok v priebehu vegetačného obdobia. Samotná variabilita genetického potenciálu jednotlivých odrôd repy cukrovej výrazným spôsobom ovplyvňuje finálnu úrodu buliev a cukornatosť (Biancardi et al., 2005), čo je v súlade s nami dosiahnutými výsledkami, v rozsahu ktorých bol potvrdený vysoko preukazný vplyv odrody na formovanie finálnej úrody repy cukrovej a súčasne vysoko preukazný vplyv na obsah cukru v bulvách (tab. 2).

V sledovanom období rokov 2020 – 2021 bola pri vybraných odrodách zaznamenaná priemerná úroda buliev na úrovni 65,23 t.ha⁻¹ a priemerná cukornatosť na úrovni 15,12 %. Pri hodnotení jednotlivých odrôd a ich vplyvu na kvantitatívne i kvalitatívne parametre boli zaznamenané najvyššie hodnoty pri odrode Bukovina s úrodou 68,14 t.ha⁻¹ (+ 2,91 t.ha⁻¹; rel. 4,46 %) a cukornatosťou indikovanou na úrovni 15,58 % (+ 0,46 %). Nasleduje odroda Okapi s úrodou 66,88 t.ha⁻¹ (+ 1,65 t.ha⁻¹; rel. 2,53 %), pričom cukornatosť bola len na úrovni 14,45 % (– 0,67 %). Najnižšia úroda buliev bola zaregistrovaná pri odrode Darvas 60,66 t.ha⁻¹ (– 4,57 t.ha⁻¹; rel. 7,01 %) s cukornatosťou 15,30 % (+ 0,18 %) (tab. 2) a (tab. 3).

Tab. 2 Analýza rozptylu (ANOVA) pre sledované roky 2020 – 2021

Zdroj variability	Sledovaný parameter	
	Úroda buliev (t.ha ⁻¹)	Cukornatosť (%)
	P – hodnoty	
Ročník	0,026312*	0,020098*
Odroda	0,000087**	0,001049**
Stimulátor rastu	0,000164**	0,001922**

Vysvetlivky: ** štatisticky vysoko preukazný vplyv, * štatisticky preukazný vplyv.

Tab. 3 Priemer hodnôt vo vnútri sledovaných faktorov a preukaznosť ich rozdielu na úrovni 99 % (Tukey test)

Faktor	Úroda buliev (t.ha ⁻¹)			Cukornatosť (%)		
	Priemer	SD	HG -Tukey	Priemer	SD	HG -Tukey
Ročník						
2020	66,57	1,33348	b	14,85	0,19705	a
2021	63,88	1,08175	a	15,38	0,20665	b
Odroda						
Bukovina	68,14	1,58485	a	15,58	0,28485	a
Darvas	60,66	0,73540	b	15,30	0,18251	b
Okapi	66,88	1,16646	a	14,45	0,17531	b
Biopreparát						
Kontrola	62,55	0,78317	a	14,73	0,14560	a
Variant 1	67,91	1,30462	b	15,49	0,22685	b

Vysvetlivky: Rozdielne indexy (a, b) pri hodnotách indikujú štatisticky preukazný rozdiel, HG – homogénne skupiny.

Stimulačne pôsobiace látky majú pozitívny vplyv na formovanie kvantitatívnych ale aj kvalitatívnych produkčných parametrov. Biostimulátory modifikujú fyziologické procesy rastlín a poskytujú lepšie podmienky pre rast a vývoj v podmienkach stresu (Černý et al., 2002). Uvedené fakty sú v súlade i s nami dosiahnutými výsledkami, kde štatistická analýza potvrdila vysoko preukazný vzťah medzi aplikáciou stimulačných prípravkov a formovaním kvantitatívnych parametrov repy cukrovej. V priebehu rokov 2020 – 2021 bola štatistickou analýzou potvrdená vysoko preukazná interakcia medzi aplikáciou stimulačných prípravkov a utváraním kvalitatívnych parametrov repy cukrovej (tab. 2).

Priemerná úroda buliev pre kontrolný variant bola na úrovni 62,55 t.ha⁻¹. Na variante 1, ktorý bol ošetrovaný biostimulátormi bola zaznamenaná úroda buliev na úrovni 67,91 t.ha⁻¹ (+ 5,34 t.ha⁻¹; rel. 8,57 %). Pri hodnotení kvalitatívnych parametrov repy cukrovej bola na kontrolnom variante zaznamenaná priemerná cukornatosť na úrovni 14,73 %. Na ošetrovanom variante bola indikovaná cukornatosť 15,49 % (+ 0,76 %) (tab. 2) a (tab. 3).

ZÁVER

Realizovaným dvojročným pokusom na výskumno – experimentálnej báze, Strediska biológie a ekológie rastlín, FAPZ SPU v Nitre, Dolná Malanta bol sledovaný vplyv poveternostných podmienok ročníka, vybraných odrôd a aplikácie stimulačne pôsobiacich prípravkov na utváranie kvantitatívnych a kvalitatívnych produkčných parametrov.

Výsledky štatistickej analýzy potvrdili preukazný vzťah medzi pestovateľským ročníkom a formovaním úrody a cukornatosťou repy cukrovej. Pri utváraní kvantitatívnych produkčných parametrov bol priaznivejší rok 2020, kedy bola úroda buliev 66,57 t.ha⁻¹ (+ 2,69 t.ha⁻¹), kým v roku 2021 bola vyššia cukornatosť (kvalitatívny parameter) na úrovni 15,38 % (+ 0,53 %).

Analýza štatistických údajov potvrdila vysoko preukazný vplyv vybraných odrôd repy cukrovej na tvorbu finálnej úrody a cukornatosťou buliev repy cukrovej. Priemerná úroda buliev v priebehu rokov 2020 – 2021 bola na úrovni 65,23 t.ha⁻¹ a priemerná cukornatosť 15,12 %. V sledovanom rozsahu vybraných odrôd repy cukrovej boli zaznamenané najvyššie hodnoty pri odrode Bukovina, s úrodou buliev na úrovni 68,14 t.ha⁻¹ (+ 2,91 t.ha⁻¹; rel. 4,46 %) a s cukornatosťou na úrovni 15,58 % (+ 0,46 %).

Biostimulátory vykazujú vysoko preukazný vplyv na formovanie kvantitatívnych i kvalitatívnych produkčných parametrov. Implementáciou stimulačne pôsobiacich prípravkov bol potvrdený vysokopreukazný vplyv na úrodu i cukornatosť repy. Na ošetrovanom variante bola zaznamenaná vyššia úroda na úrovni 67,91 t.ha⁻¹ (+ 5,36 t.ha⁻¹) a taktiež aj vyššia cukornatosť na úrovni 15,49 % (+ 0,76 %).

PodĎakovanie: Príspevok vznikol vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

1. ALKAHTANI, M. D. – HAFEZ, Y. M. – ATTIA, K. – AL HUSNAIN, L. – ALGWAIZ, H. I. M. – ABDELAAL, K. A. A. 2021. Evaluation of silicon and proline application on the oxidative machinery in drought-stressed sugar beet. *Antioxidants*, 10(3), s. 398. doi: 10.3390/antiox10030398
2. BARONE, V. – BERTOLDO, G. – MAGRO, F. – BROCCANELLO, C. – PUGLISI, I. – BAGLIERI, A. – CAGNIN, M. – CONCHERI, G. – SQUARTINI, A. – PIZZEGHELLO, D. – NARDI, S. – STEVANATO, P. 2019. Molecular and morphological changes induced by leonardite-based biostimulant in *Beta vulgaris* L. *Plants*, 8(6), s. 181. doi: 10.3390/plants8060181
3. Biancardi, E. – Biancardi, E. – Campbell, L. G. – Skaracis, G. N. – De Biaggi, M. 2005. History of sugar beet breeding. *Genetics and breeding of sugar beet*. Science Publishers, Enfield, NH, s. 38–52.
4. ČERNÝ, I. – PAČUTA, V. – FECKOVÁ, J. – GOLIAN, J. 2002. Effect of year and Atonik application on the selected sugar beet production and quality parameters. *Journal of Central European Agriculture*, 3(1), s. 15–22. doi: 10.5513/jcea.v3i1.109

5. DU JARDIN, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, s. 3–14. doi: 10.1016/j.scienta.2015.09.021
6. EBMEYER, H. – FIEDLER-WIECHERS, K. – HOFFMANN, CH. M. 2021. Drought tolerance of sugar beet–Evaluation of genotypic differences in yield potential and yield stability under varying environmental conditions. *European Journal of Agronomy*, 125, s. 1–10. doi: 10.1016/j.eja.2021.126262
7. EHRENBERGEROVÁ, J. 1995. Zakládání a hodnocení pokusu. Brno: MZLU, 109 s. ISBN 80-7157-153-9.
8. GHAFARI, H. – TADAYON, M. R. – NADEEM, M. – CHEEMA, M. – RAZMJOO, J. 2019. Proline-mediated changes in antioxidant enzymatic activities and the physiology of sugar beet under drought stress. *Acta physiologiae plantarum*, 41(2), s. 1–13. doi: 10.1007/s11738-019-2815-z
9. HOFFMANN, CH. M. – KENTER, CH. 2018. Yield potential of sugar beet–have we hit the ceiling? *Frontiers in plant science*, 9, s. 289. doi: 10.3389/fpls.2018.00289
10. JACOB, A. – KOCH, H. J. – MÄRLÄNDER, B. 2018. Preceding crops influence agronomic efficiency in sugar beet cultivation. *Agronomy for sustainable development*, 38(1), s. 1–7. doi: 10.1007/s13593-017-0469-z
11. JALEEL, CH. A. – MANIVANNAN, P. – WAHID, A. – FAROOQ, M. – AL-JUBURI, H. J. – SOMASUNDARAM, R. – PANNEERSELVAM, R. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *Int. J. Agric. Biol.* 11(1), s. 100–105.
12. JONES, P. D. – LISTER, D. H. – JAGGARD, K. W. – PIDGEON, J. D. 2003. Future climate impact on the productivity of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Europe. *Climatic change*, 58(1), s. 93–108. doi: 10.1023/A:1023420102432
13. PAČUTA, V. – KAŠIČKOVÁ, I. – RAŠOVSKÝ, M. 2015. Vplyv odrody a biopreparátov na úrodu buliev, cukornatosť a úrodu polarizačného cukru repy cukrovej. *Listy cukrovarnícké a řepářské*. 131, 2015, s. 168–171.
14. PARRADO, J. – BAUTISTA, J. – ROMERO, E. J. – GARCÍA-MARTÍNEZ, A. M. – FRIAZA, V. – TEJADA, M. 2008. Production of a carob enzymatic extract: Potential use as a biofertilizer. *Bioresource technology*, 99(7), s. 2312–2318. doi: 10.1016/j.biortech.2007.05.029
15. STATISTICA (data analysis software system), version 10. STAT-SOFT, Inc., 2011, www.statsoft.com.
16. ŠPÁNIK, F. – REPA, Š. – ŠIŠKA, B. 2002. Agroklimatické a fenologické pomery Nitry (1991–2000). Nitra: SPU, 39 s., ISBN 80-7137-987-5
17. TOBIÁŠOVÁ, E. – ŠIMANSKÝ, V. 2019. Kvantifikácia pôdnych vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou. Nitra: SPU, 114 s.
18. TRIMPLER, K. – STOCKFISCH, N. – MÄRLÄNDER, B. 2017. Efficiency in sugar beet cultivation related to field history. *European Journal of Agronomy*, 91, s. 1–9 doi: 10.1016/j.eja.2017.08.007
19. WEDEKING, R. – MAHLEINT, A. K. – STEINER, U. – OERKE, E. CH. – GOLDBACH, H. E. – WIMMER, M. A. 2016. Osmotic adjustment of young sugar beets (*Beta vulgaris*) under progressive drought stress and subsequent rewatering assessed by metabolite analysis and infrared thermography. *Functional Plant Biology*, 44(1), s. 119–133. doi: 10.1071/FP16112

Kontaktná adresa:

Ing. Tomáš Vician, Ústav agronomických vied FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: xviciant@uniag.sk

VÝSKYT INÝCH ALIMENTÁRNYCH ČREVNÝCH INFEKCIÍ (A04.-) NA SLOVENSKU ZA POSLEDNÝCH 20 ROKOV INCIDENCE OF OTHER ALIMENTARY INTESTINAL INFECTIONS (A04.-) IN SLOVAKIA OVER THE LAST 20 YEARS

Zeleňáková Lucia

Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

Summary

The aim of the study was the analysis of other alimentary intestinal infections incidence (A04.-) in Slovakia for the past 20 years (2001 – 2021). The data were obtained from Epidemiological Information System (EPIS). These indicators were evaluated: region of residence of infected persons, their age and sex, seasonality and transmission factors. Of the studied diseases, campylobacteriosis (A04.5), a disease caused by bacterium *Campylobacter jejuni*, was the most common in Slovakia. The highest concentration of cases was in the west of the country. The bacterium most often affected children aged 0 to 4. Infections occurred throughout the year, but mostly in the summer months. The diagnosis affected men more often (53 %). The most common transmission factor was milk and dairy products, meat and meat products. Infections caused by *Clostridium difficile* (A04.7) were the second most common cause of illness in group A04. Infections were detected mainly in the age group of 55 years and older, they affected women more often (54 %) and their incidence was evident mostly in the winter months. A typical indicator of faecal contamination is the bacterium *Escherichia coli* (A04.0 – A04.4), which causes infections with varying degrees of intensity. For the past 20 years, 10 128 cases of these infections have been reported to the EPIS, which is 7.5 % of A04 group. The infection most often affected children in the age group 0 – 4. More cases have been reported in the summer, which may be due to the use of well water in gardens for watering crops, or increased drinking patterns. Infections caused by *Yersinia enterocolitica* (A04.6) accounted for the smallest proportion of diseases in this group. In terms of territorial and age distribution, the highest number of cases occurred in the age group 10 – 19 years old, with the highest incidence in western Slovakia. The obtained results point to the importance of devoting a much larger emphasis to the issue of the occurrence of foodborne diseases, not only in terms of health, but also hygiene, social or economic.

Key words: foodborne infections, epidemiological information system, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium difficile*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*

ÚVOD

Alimentárne ochorenia sú črevné nákazy, vyvolané širokým spektrom baktérií, vírusov či parazitov. Rozlišujeme alimentárne infekcie a intoxikácie. V prípade, že pôvodcovia ochorenia sú prítomní v potravine alebo vo vode v čase konzumácie a po požití spôsobujú svojimi patogénnymi vlastnosťami chorobné stavy v ľudskom organizme, nazývajú sa alimentárne infekcie. K pôvodcom patrí napr. *Shigella*, *Campylobacter* a *Listeria monocytogenes*. Ak sú ochorenia vyvolané toxínom, hovoríme o alimentárnych intoxikáciách. Toxín môže vzniknúť ako odpadový produkt metabolizmu mikroorganizmov (napr. *Staphylococcus aureus* a *Clostridium botulinum*) alebo sa môže nachádzať prirodzene v rastlinách alebo živočíchoch (Andreoletti et al., 2008).

Kontaminované potraviny spôsobujú každoročne 600 miliónov prípadov chorôb prenášaných potravinami a 420 000 úmrtí na celom svete. V Európe tieto choroby postihujú približne 23 miliónov ľudí a spôsobujú približne 5 000 úmrtí (Lee a Yoon, 2021).

Vstupnou bránou ochorenia je tráviaca sústava, najmä ústna dutina. Príznaky ochorenia môžu byť špecifické a nešpecifické. Špecifické príznaky sú rôzne, najtypickejšie sú tráviace (zvracanie, hnačky, koliky, zápcha, bolesti brucha), respiračné (nádcha, astma, kašeľ), kožné (ekzém, žihľavka, sčervenanie) a nervové (podráždenosť, kŕče). Nešpecifické príznaky sú najmä horúčka, anémia aj znížená imunita. Diagnostika predstavuje komplex laboratórnych vyšetrení – mikrobiológia, virológia, biochémia, hematológia, cytológia, biopsia, mykológia a parazitológia (EPIS, 2006).

Faktorom prenosu nákazy sú kontaminovaná voda a potraviny – mäso, mlieko, vajcia a výrobky z nich, nedostatočne tepelne upravené a chladené. Pri nedodržaní hygienických zásad v procese výroby môže dôjsť k prenosu mikroorganizmov rukami, kuchynským náradím či prostredníctvom pracovných plôch (Levy et al., 2022).

Dada et al. (2021) uskutočnili v rokoch 2000 – 2020 štúdiu mikrobiologickej bezpečnosti potravín pochádzajúcich z ázijsko-pacifického regiónu. Oblasť Indie a Thajska dosahovala viac ako polovicu (54 %) oznámení o prítomnosti mikroorganizmov. Spomedzi 2 121 oznámení o patogénnych mikroorganizmoch jednoznačne prevládala baktéria *Salmonella* a to približne u 7 z každých 10 patogénov. Zo skúmaných plodín, bolo najviac salmonel zaznamenaných na listovej zelenine, orechoch, semenách, ako aj sezamových semienkach. Štatisticky najvyšší počet mikroorganizmov na potravinách rastlinného pôvodu bol zaznamenaný v rokoch 2000 – 2014. V rokoch 2015 – 2020 trend ich výskytu postupne klesá. Za posledných 20 rokov taktiež klesá trend výskytu mikroorganizmov kontaminujúcich morské plody. Výsledky avšak naďalej naznačujú, že dovážané potraviny z ázijských krajín predstavujú vysoké riziko vyvolania alimentárnych infekcií.

Väčšina chorôb je vyvolaná norovírusom a kampylobakterom, po ktorom nasleduje *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Clostridium* a *Listeria monocytogenes*. Za najsmrteľnejšiu sa pokladá *Listeria monocytogenes*. V Európe a USA sa najčastejšie vyskytuje *Campylobacter*, v Austrálii *Salmonella*, v Japonsku *Clostridium perfringens* a v Kórei *E. coli* (Lee et al., 2022).

Infekcia vyvolaná *E.coli* je prenášaná viacerými spôsobmi. Najčastejším spôsob prenosu predstavuje konzumácia kontaminovaných potravín surových alebo tepelne upravených (sekundárna kontaminácia). K rizikovým potravinám zaraďujeme mäso a mäsové výrobky, ovocie, zeleninu, mlieko a mliečne výrobky, naklíčené semená rastlín, ako aj nepasterizované šťavy (RÚVZ, 2020).

Niektoré druhy rodu *Campylobacter* sú schopné produkovať enterotoxíny podobné cholérageínu a cytotoxíny. Vnímový jedinec môže tieto baktérie získať po konzumácii kontaminovaného najmä hydínového mäsa. Z tohto dôvodu sa v mnohých krajinách počas spracovania hydínového mäsa telá kurčiat ošetrujú rôznymi dezinfekčnými prostriedkami, aby sa znížilo ich množstvo. V súčasnosti Európska únia nepovoľuje používanie dezinfekčných prostriedkov pri spracovaní kuracieho mäsa (Weerasooriyova et al., 2022). Zdroj nákazy predstavujú najmä hospodárske zvieratá – hovädzí dobytok, ovce, kozy, hydina, ošpaná, ako aj psy a mačky. V prírode sú kampylobaktérie veľmi rozšírené, ich rezervoárom je tráviaci trakt domácich i voľne žijúcich zvierat (Sarp et al., 2016).

Yersinie sú ubikvitárne baktérie, patria medzi ľudské a zvieracie patogény. Zdrojom môžu byť hospodárske, domáce, ako aj voľne žijúce zvieratá. Najväčší rezervoár predstavujú ošpané. Prítomnosť baktérií bola potvrdená na mandliach, jazykoch a žuvacích svaloch. Vnímový jedinec sa môže nakaziť priamo, teda priamym stykom so zvieratami alebo nepriamo, konzumáciou kontaminovaných potravín, ako je surové a nedostatočne tepelne opracované mäso, ovocie, zelenina, surové mlieko a mliečne výrobky, voda. Yersinióza sa prenáša aj medzi ľuďmi, ktorí sú chorí alebo nosiči (Martins et al., 2021).

Infekcia *Clostridium difficile* obvykle vzniká ako komplikácia terapie širokospektrálnymi antibiotikami a typicky sa prejavuje ako hnačkovité ochorenie, ktoré môže spôsobovať aj závažné nekrotizujúce zápaly hrubého čreva, vyžadujúce hospitalizáciu na jednotke

intenzívnej starostlivosti. Baktéria je mimoriadne odolná proti väčšine antibiotík, čo výrazne komplikuje liečbu ochorenia. Zo skupiny A04.- sa tu zväčša neuplatňuje alimentárny prenos (Smits et al., 2016).

Na Slovensku je hlásenie infekčných ochorení povinné. Systém hlásenia prenosných ochorení predstavuje komplexný postup: lekári odoberú vzorky pacientom, ktoré posielajú do laboratórií na vyšetrenie. Z laboratórií sa výsledky hlásia regionálnemu úradu verejného zdravotníctva, ten EPISU, ďalej úradu verejného zdravotníctva. Nakoniec sa výsledky nahlásia Ministerstvu zdravotníctva SR (RÚVZ, 2014).

V kontexte s uvedeným bolo cieľom práce analyzovať epidemiológiu výskytu iných bakteriálnych alimentárnych ochorení (A04.-) na Slovensku za ostatných 20 rokov (2001 – 2021).

MATERIÁL A METÓDY

Podľa Medzinárodnej klasifikácie chorôb patria iné alimentárne črevné infekcie bakteriálneho pôvodu do skupiny A04.- (štyri hlavné skupiny chorôb, tab. 1).

Základným zdrojom získavania údajov týkajúcich sa výskytu alimentárnych ochorení bola tlačová zostava Epidemiologického informačného systému (EPIS) a Európskeho centra pre prevenciu a kontrolu chorôb (ECDC), taktiež vedecká i odborná literatúra dostupná v tlačenej, ako aj elektronickej forme.

Uvedené alimentárne ochorenia boli analyzované z rôznych hľadísk (vek, miesto, pohlavie, sezonalita, spôsob prenosu a pod.).

Tab. 1 Podskupiny diagnóz A04.- (NCZI, 2021)

Označenie diagnózy	Názov diagnózy
A04.-	Iné baktériové črevné infekcie
A04.0	Infekcia zapríčinená enteropatogénnou <i>E. coli</i>
A04.1	Infekcia zapríčinená enterotoxikogénnou <i>E. coli</i>
A04.2	Infekcia zapríčinená enteroinvazívnou <i>E. coli</i>
A04.3	Infekcia zapríčinená enterohemoragickou <i>E. coli</i>
A04.5	Enteritída zapríčinená kampylobakterom
A04.6	Enteritída zapríčinená <i>Yersinia enterocolitica</i>
A04.7	Enterokolitída zapríčinená <i>Clostridium difficile</i>

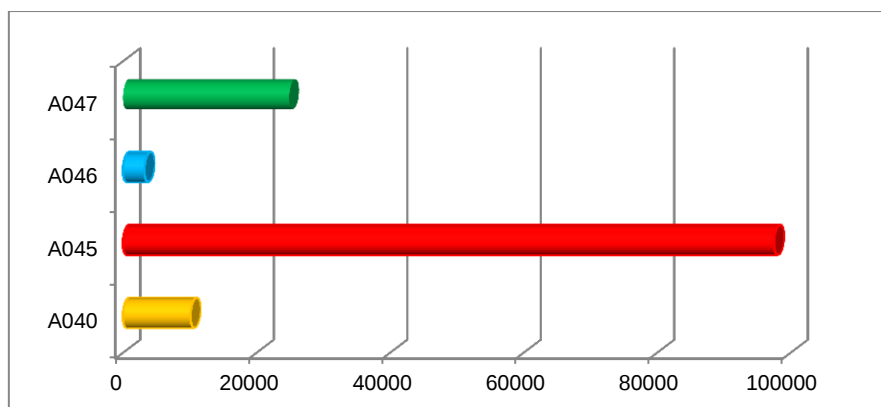
Štatistická analýza bola uskutočnená pomocou parametrických a neparametrických testov. Na hodnotenie vplyvu regiónu na výskyt črevných infekcií sme použili Kruskal-Wallisov test. Pri hodnotení ročných období a vplyvu pohlaví sme použili Studentov t-test. Nakoniec, na štatistické hodnotenie vplyvu veku sme použili Mann-Whiteyho test. Pri všetkých testoch sme existenciu štatisticky významného rozdielu porovnávali s hladinou významnosti α , ktorá sa rovnala hodnote 0,05.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Infekčné choroby sprevádzajú človeka počas celého jeho života. Výskyt infekčných ochorení v populácii predstavuje závažný zdravotnícky, sociálny a ekonomický problém. Medzi najčastejšie sa vyskytujúce infekčné ochorenia patria alimentárne nákazy. Vyššia životná úroveň, lepšia diagnostika, hygienické a protiepidemické opatrenia na jednej strane umožňujú znížiť alimentárne nákazy, ale na druhej strane častejšie cestovanie, spoločná

príprava stravy, veľkochovy hospodárskych zvierat pri nedodržaní hygienických zásad prispievajú k šíreniu nákazy (Nordhagen et al., 2022).

Všetky údaje týkajúce sa alimentárnych nákaz v Európskej únii vyhodnocuje EFSA, ako jedna z organizácií zaoberajúca sa bezpečnosťou potravín. V rôznych krajinách Európy je situácia odlišná. Na Slovensku predstavujú alimentárne nákazy jednu z cieľových skupín eliminácie. Za posledné roky sa klesá množstvo ochorení vyvolaných z potravín avšak, naďalej zostávajú skupinou tvoriacou veľké riziko. Napríklad v roku 2018 bolo hlásených 29 080 ochorení u ľudí vyvolaných sledovanými pôvodcami. Z celkového počtu až 28,9 % tvorili kampylobakteriózy, 11,6 % ochorenia vyvolané *Clostridium difficile* a 1,5 % ochorenia vyvolané *Escherichia coli* (ÚVZ SR, 2019).



Obr. 1 Porovnanie výskytu skúmaných diagnóz za posledných 20 rokov na Slovensku

Poznámka: názov diagnóz v rámci jednotlivých označení je uvedený v tabuľke 1

Z podskupín diagnózy A04.- dominovala na Slovensku za ostatných 20 rokov alimentárna infekcia vyvolaná baktériou *Campylobacter jejuni* (A04.5), ktorá predstavovala 97 540 prípadov, čo je 72 %. Druhou najčastejšou diagnózou bola infekcia vyvolaná baktériou *Clostridium difficile* (24 903 prípadov, 18 %). Infekcie vyvolané *Escherichia coli* dosahovali 10 128 (7,5 %) prípadov a infekcie spôsobené baktériou *Yersinia enterocolitica* boli diagnostikované u 3 227 (2,5 %) ľudí. Porovnanie výskytu skúmaných diagnóz je prehľadnejšie znázornené na obr. 1.

Za posledných 20 rokov bolo do systému EPIS nahlásených viac ako 135 400 prípadov alimentárnych infekcií zaradených do skupiny A04.- Najvyššiu incidenciu sme zaznamenali v 4 krajoch a to Bratislavskom, Prešovskom, Žilinskom a Nitrianskom. Tieto kraje sú zároveň najľudnatejšie. Infekčnosť krajov sme porovnávali aj štatisticky. Na stanovenie výsledku sme použili Kruskal-Wallisov test. Tento test sa používa pri testovaní viac ako 2 pozorovaní a z tohto dôvodu je vhodný na naše použitie. Získaná hodnota (p-hodnota) bola vyššia ako stanovená hladina významnosti α , takže nulovú hypotézu nezamietame (tab. 2).

Tab. 2 Štatistické hodnotenie výskytu alimentárnych infekcií (A04.-) podľa krajov

Nezávislá premenná (n)	Región
Hladina významnosti α	0,05
p-hodnota	0,053
VYHODNOTENIE	$p \geq 0,05 \rightarrow H_0$ nezamietame

Ak porovnáme pomer mužov a žien, na Slovensku na 1 000 mužov pripadá 1 059 žien. Paradoxne, výskyt črevných infekcií bol zaznamenaný častejšie u mužov 70 185 (51,38 %) ako žien 65 223 (48,16%). Môže to byť spôsobené viacerými faktormi, najmä však životou správou. Najvyššiu mieru incidencie u mužov sme zaznamenali v roku 2018, kedy

počet prípadov bol 6 399. Naopak, u žien bol najvyšší počet prípadov o rok neskôr, teda v roku 2019 s počtom 6 275. Na štatistické vyhodnotenie sme použili Studentov t-test. Princípom bolo testovanie priemeru odobratej vzorky. p-hodnota 0,696 preukázala, že medzi pohlaviami neexistuje štatisticky významný rozdiel v incidencii tejto skupiny alimentárnych ochorení.

Tab. 3 Štatistické hodnotenie výskytu alimentárnych infekcií (A04.-) podľa pohlavia

Nezávislá premenná (n)	Pohlavie
Hladina významnosti α	0,05
p-hodnota	0,696
VYHODNOTENIE	$p \geq 0,05 \rightarrow H_0$ nezamietame

Aj vek predstavuje významný faktor v prípade vyvolania infekcií. Z pohľadu veku sa ochorenia vyskytovali vo všetkých vekových kategóriách. Najviac postihnutou skupinou (39,07 %) boli deti vo veku 0 – 4 roky a starší ľudia (16,92 %) vo veku 55 a viac rokov. Práve deti a seniori sa považujú za rizikovú skupinu, pretože sú náchylnejší na rozvoj ochorenia, taktiež majú zníženú imunitu. Najmenej postihnutou skupinou (8,76 %) boli osoby vo vekovej kategórii 35 – 54 rokov.

Na štatistické hodnotenie rozdielu počtu nakazených v jednotlivých vekových kategóriách sme použili Mann-Whitneyho test. Pre potreby testu sme vytvorili 2 skupiny. V prvej skupine sme spojili vekovú kategóriu 0 – 4 a 55 a viac rokov. Druhú skupinu tvorila veková kategória 5 – 9, 10 – 19, 20 – 34 a 35 – 54. Testovali sme tvrdenie, že vo vekovej kategórii zatriedenej do skupiny prvej je viac prípadov ako v skupine druhej. Pri porovnaní získanej p-hodnoty a hladiny významnosti α nulovú hypotézu nezamietame. Môžeme konštatovať, že neexistuje štatisticky významný rozdiel v incidencii pri porovnaní vekových skupín.

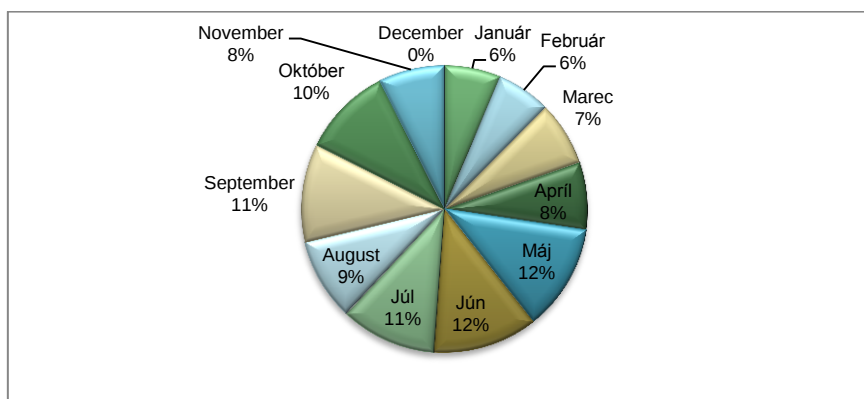
Tab. 4 Štatistické hodnotenie výskytu alimentárnych infekcií (A04.-) podľa veku

Nezávislá premenná	Vek
Hladina významnosti α	0,05
p-hodnota	0,218
VYHODNOTENIE	$p \geq 0,05 \rightarrow H_0$ nezamietame

Pôvodcovia infekčných chorôb postihujú všetky vekové kategórie, avšak najvýznamnejšiu skupinu predstavujú pacienti vyšších vekových skupín – seniori. Od ostatných vekových skupín sa líši najmä priebehom ochorenia, vznikom možných komplikácií, terapiou i rekonvalescenciou. Starší ľudia sú rizikovou skupinou z mnohých dôvodov medzi ktoré zaradujeme: zmeny pohybového aparátu, zmeny kardiovaskulárneho systému, respiračné zmeny, regulácia telesnej teploty, zmeny v tráviacom trakte, urogenitálneho, endokrinného systému či imunitného systému. Druhou významnou vekovou skupinou sú deti, novorodenci, najmä od narodenia do veku 4 rokov (Harineková, 2022).

Na výskyt črevných infekcií má výrazný vplyv aj sezonalita. Najviac prípadov možno pozorovať najmä v letnom období, ktoré vytvára vhodné podmienky pre rozmnožovanie mikroorganizmov, pričom významnú úlohu zohráva aj využívanie dažďovej a studničnej vody na polievanie plodín, kúpanie v rôznych stojatých vodách a konzumácia nedostatočne spracovaného mäsa pripraveného grilovaním či opekaním. Výskyt črevných infekcií bakteriálneho pôvodu na Slovensku bol sporadický takmer počas celého roka (obr. 2). Maximum prípadov bolo zaznamenaných najmä v teplejšom období. Z pohľadu mesiacov bol najvyšší výskyt v mesiaci máj (11,46 %). Nasleduje mesiac jún (11,26 %). Minimum

prípadov bol naopak v zimných mesiacoch. December bol mesiac s najnižším počtom zaznamenaných ochorení (4,58 %).



Obr. 2 Percentuálny podiel výskytu črevných infekcií (A04.-) v jednotlivých mesiacoch

Štatisticky sme overovali aj vplyv pohlavia na výskyt črevných infekcií. Testovali sme hypotézu o zhode mediánov počtu ochorení hlásených počas jednotlivých ročných období (H_0) proti alternatívne, že aspoň niektorý z týchto mediánov je odlišný (H_1). Pre výpočet sme zvolili Studentov t-test. Výsledná p-hodnota niekoľkonásobne prevýšila stanovenú hladinu významnosti α , teda nulovú hypotézu nezamietame. Zistený výsledok znamená, že ani jedno ročné obdobie nemá významný vplyv na frekvenciu výskytu črevných infekcií.

Tab. 5 Štatistické hodnotenie výskytu alimentárnych infekcií (A04.-) podľa sezonality

Nezávislá premenná	Ročné obdobie
Hladina významnosti α	0,05
p-hodnota	0,594
VYHODNOTENIE	$p \geq 0,05 \rightarrow H_0$ nezamietame

Ako uvádza Facciola et al. (2017), eliminácia výskytu akýchkoľvek alimentárnych črevných infekcií je možná len dôslednou prevenciou. Jej hlavné princípy sú:

- dostatočná tepelná úprava potravín a pokrmov,
- dôkladná veterinárna obhliadka zvierat určených na výživu ľudí,
- správne skladovanie surovín rastlinného a živočíšneho pôvodu,
- dodržiavanie osobnej hygieny pri práci s potravinami,
- dôkladné umytie všetkých pomôcok používaných pri príprave pokrmov,
- používanie zdravotne bezpečnej pitnej vody pri príprave pokrmov,
- správna likvidácia fekálií,
- dokonalá dezinfekcia, dezinsekcia a deratizácia.

ZÁVER

Alimentárne ochorenia predstavujú na celom svete závažný zdravotnícky a ekonomický problém. Pôvodcami týchto nákaz môžu byť vírusy, baktérie, prvoky, plesne, červy. Spoločnou charakteristikou je vstup pôvodcu nákazy do organizmu cez tráviace ústroje a jeho vylučovanie stolicou, prípadne močom. Prameňom pôvodcu nákazy býva človek (chorý, rekonvalescent, nosič), prípadne aj zviera. Ako prameň sa môže uplatniť aj človek zdanlivo zdravý, ktorý však vylučuje stolicou alebo močom (trvalo alebo sporadicky) pôvodcov nákazy (napr. bacilonosič brušného týfusu). K prenosu nákazy môže dôjsť priamo znečistenými rukami alebo nepriamo, znečistenými (kontaminovanými) potravinami, mliekom a vodou.

Prenos muchami, švábmi a iným hmyzom sa uskutočňuje aj v našich podmienkach. Nákazy tráviacej sústavy sa vyskytujú sporadicky aj epidemicky počas celého roka, s tendenciou vyššieho rizika v letných mesiacoch. K epidemickému výskytu dochádza pri narušení zásad všeobecnej a komunálnej hygieny a hygieny výživy. Stáva sa to najmä pri nedostatkoch vo verejnom zásobovaní vodou, pri nedodržiavaní základných hygienických zásad a technologických noriem pri hromadnej výrobe potravín alebo pri príprave, uskladňovaní, doprave a podávaní stravy, najmä v spoločnom stravovaní.

Získané výsledky poukazujú na dôležitosť venovať problematike výskytu alimentárnych ochorení oveľa väčší priestor a to nielen z hľadiska zdravotného, ale aj hygienického, sociálneho či ekonomického.

Pod'akovanie: Práca bola podporená projektom KEGA č. 020SPU-4/2021: „Inovácia metodologického zázemia a obsahu profilových potravinársko-gastronomických predmetov so zameraním na zvýšenie konkurencieschopnosti absolventov“

LITERATÚRA

1. ANDREOLETTI, O. – BUDKA, H. – BUNCIC, S. et al. 2008. Overview of methods for source attribution for human illness from food-borne microbiological hazards - Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards. In *EFSA Journal* 2008;6(7):764. Dostupné na: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2008.764>.
2. DADA, A. C. – SOMORIN, Y. M. – ATEBA, C. N. – ONYEAKA, H. – ANYOGU, A. – KASAN, N. A. – ODEYEMI, O. A. 2021. Microbiological hazards associated with food products imported from the Asia-Pacific region based on analysis of the rapid alert system for food and feed (RASFF) notifications. In *Food Control* 2021;129:1 – 15. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108243>.
3. EPIS. 2006. *Epidemiologický informačný systém* [online], © 2006. Dostupné na: <https://www.epis.sk/InformacnaCast/Temy/AlimentarneNakazy.aspx>.
4. FACCIOŁA A. – RISO, R. – AVVENTUROSO, E. – VISALLI, G – DELIA, S. A. – LAGANA, P. 2017. *Campylobacter*: from microbiology to prevention. In *JPMH* 2017; 58(2):E79-E92. Dostupné na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5584092/>
5. HARINEKOVÁ, M. 2022. Špecifiká infekčných ochorení u seniorov. In *Unilabs* [online]. © 2022 Dostupné na: <https://www.unilabs.sk/clanky-invito/specifika-infekcnych-ochoreni-u-seniorov>.
6. LEE, H. – YOON, Y. 2021. Etiological Agents Implicated in Foodborne Illness World Wide. In *Food science of animal resources* 2021;41(1):1 – 7. Dostupné na: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e75>.
7. LEE, M. M. S. – WU, Q. – CHAU, J. H. C. – XU, W. – YU, E. Y. – KWOK, R. T. K. – LAM, J. W. Y. – WANG, D. T. – BEN, Z. 2022. Leveraging bacterial survival mechanism for targeting and photodynamic inactivation of bacterial biofilms with red natural AIEgen. In *Cell Reports physical science* 2022;3(3). Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.xcrp.2022.100803>.
8. LEVY, N. – HASHIGUCHI, T. C. O. – CECCHINI, M. 2022. Food safety policies and their effectiveness to prevent foodborne diseases in catering establishments: A systematic review and meta-analysis. In *Food Research International* 2022;156. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111076>
9. MARTINS, B. T. F. – AZEVEDO, E. C. – YAMATOĞI, R. S. – CALL, D. R. – NERO, L. A. 2021. Persistence of *Yersinia enterocolitica* bioserotype 4/0:3 in a pork production chain in Minas Gerais, Brazil. In *Food Microbiology* 2021;94(103660). Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103660>.

10. NCZI (Národné centrum zdravotníckych informácií). 2021. *Medzinárodná klasifikácia chorôb* [online]. Dostupné na: <http://www.nczisk.sk/standardy-v-zdravotnictve/pages/medzinarodna-klasifikacia-chorob-mkch-10.aspx>
11. 11. NORDHAGEN, S. – LAMBERTINI, E. – DEWAAL, C. S. – MCCLAFFERTY, B. – NEUFELD, L. M. 2022. Integrating nutrition and food safety in food systems policy and programming. In *Global Food Security* 2022;32. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100593>.
12. 12. SKARP, C. P. A. – HANNINEN, M. L. – RAUTELIN, H. I. K. 2016. Campylobacteriosis: the role of poultry meat. In *Clinical Microbiology and Infection* 2016;22(2):103 – 109. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2015.11.019>.
13. SMITS, W. K. – LYRAS, D. – LACY, D. B. – WILCOX, M. H. – KUIJPER, E. J. 2016. *Clostridium difficile* infection. In *Nature reviews disease primers* 2016;16020. Dostupné na: <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.20>.
14. RUVZ 2014. *Regionálny úrad verejného zdravotníctva* [online], © 2014. Dostupné na internete <https://www.ruvzdk.sk/>.
15. RUVZ. 2020. *Regionálny úrad verejného zdravotníctva* [online], © 2020. Dostupné na internete: <https://www.ruvzhe.sk/e.coli.html>.
16. WEERASOORIYA, G. – KHAN, S. – CHOUSALKAR, K. K. – MCWHORTER, A. R. 2022. Invasive potential of sub-lethally injured *Campylobacter jejuni* and *Salmonella typhimurium* during storage in chicken meat juice. In *Food Control* 2022;135(108823). Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.108823>.
17. ÚVZ SR, 2019 - *Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky*. 2019. Dostupné na: https://www.uvzsr.sk/index.php?option=com_contentarticleid=3989:zhodnotenie

Kontaktná adresa:

doc. Ing. Lucia Zelenáková, PhD., Ústav potravinárstva FBP SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: Lucia.Zelenakova@uniag.sk, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1387-7410>

Názov publikácie: **VÝŽIVA – ČLOVEK – ZDRAVIE 2022**
recenzovaný zborník vedeckých prác
Ústavu výživy a genomiky FAPZ SPU v Nitre

Druh publikácie: **Recenzovaný zborník vedeckých prác online**

Editori: Ing. Lenártová Petra, PhD.
Ing. Gažarová Martina, PhD.

Autori: kolektív autorov

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vydanie: prvé

Rok vydania: 2022

Forma vydania: online

Miesto vydania: Nitra

Neprešlo redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU v Nitre.

ISBN 978-80-552-2559-3

DOI: <https://doi.org/10.15414/2022.9788055225593>