

Kolektív autorov

Výživa • človek • zdravie

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

2021



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

VÝŽIVA – ČLOVEK – ZDRAVIE 2021

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

Nitra, 2021

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



VÝŽIVA – ČLOVEK – ZDRAVIE 2021

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

Nitra, 2021

ISBN 978-80-552-2412-1

DOI: <https://doi.org/10.15414/2021.9788055224121>

Názov: VÝŽIVA – ČLOVEK – ZDRAVIE 2021. Recenzovaný zborník vedeckých prác
Ústavu výživy a genetiky FAPZ SPU v Nitre

Editor:

Ing. Gažarová Martina, PhD., Ing.Paed.IGIP

Recenzenti:

prof. Ing. Habánová Marta, PhD.

prof. Ing. PaedDr. Žiarovská Jana, PhD.

doc. Ing. Miluchová Martina, PhD.

doc. Ing. Zelenáková Lucia, PhD.

doc. RNDr. Juríková Tünde, PhD.

MUDr. Chlebo Peter, PhD.

Ing. Gábor Michal, PhD.

Ing. Gažar Radovan, PhD.

Ing. Gažarová Martina, PhD., Ing.Paed.IGIP

Ing. Lenártová Petra, PhD.

Ing. Lorková Marta, PhD.

Ing. Pšenkova Martina, 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:

- 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 (**30 %**)
- Operačný program Integrovaná infraštruktúra pre projekt Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny (**Drive4SIFood 313011V336**) spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja (**30 %**)
- Implementácia moderného inovatívneho konceptu nutričnej aplikácie do vyučovacieho procesu študentov a následné využitie poznatkov v praxi (**KEGA 004SPU-4/2019**) (**40 %**)

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 24.11.2021
ako recenzovaný zborník vedeckých prác online.

Rukopis neprešiel redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU v Nitre.

Za odbornú, obsahovú a jazykovú úroveň príspevkov zodpovedajú autori.

Published under the Creative Commons Attribution 4.0 Licence (CC-BY 4.0)

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



ISBN 978-80-552-2412-1

DOI: <https://doi.org/10.15414/2021.9788055224121>

OBSAH

	str.
Čech Matej, Haščík Peter, Herc Peter, Jurčaga Lukáš, Čuboň Juraj, Bobko Marek HROZNOVÉ VÝLISKY AKO ZDROJ BIOLOGICKY ÚČINNÝCH LÁTOK: VLASTNOSTI, ÚČINKY A MOŽNÉ VYUŽITIE.....	7
Černý Ivan, Ernst Dávid, Vician Tomáš, Zapletalová Alexandra, Skopal Ján VPLYV ROČNÍKA A PODPORNÝCH PRÍPRAVKOV PHOSPH PLUS A NUTRI Zn NA ÚRODU ZRNA KUKURICE SIATEJ.....	17
Demianová Alžbeta, Bobková Alica, Jurčaga Lukáš, Belej Ľubomír, Bobko Marek, Žiak Miroslav, Vlčko Tomáš, Poláková Katarína VPLYV PRAŽENIA NA OBSAH VOLATILNÝCH LÁTOK V <i>COFFEA ARABICA</i>	22
Ernst Dávid, Zagiba Tamás, Černý Ivan, Vicianová Mária, Zapletalová Alexandra, Vician Tomáš, Skopal Ján VPLYV STIMULÁTORA RASTU NA BÁZE HUMÍNOVÝCH A FULVONOVÝCH KYSELÍN NA ÚRODU ZRNA A OBSAH ŠKROBU V ZRNE PŠENICE LETNEJ FORMY OZIMNEJ.....	29
Fatrcová-Šramková Katarína, Ježik Alexander, Schwarzová Marianna OVPLYVNITEĽNÉ FAKTORY KARDIOVASKULÁRNYCH CHORÔB V SÚBORE DOSPELÝCH OSÔB.....	33
Gábor Michal, Miluchová Martina, Dudášová Simona PREVALENCE OF THE RS8050136 POLYMORPHISM OF THE FTO GENE IN A SELECTED COHORT OF AN YOUNG ADULTS.....	42
Gažarová Martina, Bihari Maroš, Ďuríková Marianna VÝSKYT RIZIKOVÝCH KOMPONENTOV MODELU FINDRISC V ZÁVISLOSTI OD VEKU.....	49
Gažarová Martina, Bihari Maroš, Ďuríková Marianna, Lenártová Petra, Krivosudská Eleonóra, Lorková Marta SKÓRE RIZIKA DIABETU VO VYBRANEJ SKUPINE POPULÁCIE.....	57
Gažarová Martina, Bihari Maroš, Meňhartová Silvia, Habánová Marta, Lorková Marta, Lenártová Petra FREKVENCIA KONZUMÁCIE VYBRANÝCH DRUHOV PEKÁRSKYCH PRODUKTOV A JEJ VPLYV NA VISCERÁLNU TUKOVÚ OBLASŤ.....	63
Habán Miroslav, Zvercová Dominika, Habánová Marta, Svitková Renáta OBSAH SILICE A KYSELINY ROZMARÍNOVEJ V DVOCH DRUHOCH RASTLÍN RODU THYMUS.....	69
Habán Miroslav, Zvercová Dominika, Kobida Ľubomír, Zámečník Matej STANOVENIE SILICE A VYBRANÝCH OBSAHOVÝCH LÁTOK V REBRÍČKU OBYČAJNOM ZBERANOM V BOŠÁCKEJ DOLINE.....	75
Habánová Marta, Jančichová Kristína, Gažarová Martina, Lenártová Petra, Holovičová Mária, Lorková Marta FREKVENCIA KONZUMÁCIE VYBRANÝCH DRUHOV POTRAVIN A INÉ FAKTORY VPLÝVAJÚCE NA MIKROBIÓM ČLOVEKA.....	82

Hamadová Marie, Hamada Ladislav, Hrnčár Cyril ZMENY VYBRANÝCH JATOČNÝCH PARAMETROV PIŽMOVIEK PO NÚTENOM DOKRME.....	93
Herc Peter, Čuboň Juraj, Čech Matej, Jurčaga Lukáš, Slanina Tomáš, Haščík Peter DEGRADÁCIA MÄSA POČAS SKLADOVANIA.....	100
Holovičová Mária, Habánová Marta, Lorková Marta, Súľovcová Veronika VÝSKYT VYBRANÝCH FAKTOROV ŽIVOTNÉHO ŠTÝLU V SLEDOVANEJ POPULÁCII.....	108
Holovičová Mária, Habánová Marta, Lorková Marta, Súľovcová Veronika VÝSKYT VYBRANÝCH RIZIKOVÝCH FAKTOROV OBEZITY V SLEDOVANEJ POPULÁCII.....	116
Chlebová Zuzana, Golian Marcel, Chlebo Peter, Štefániková Jana, Hovaňáková Lucia, Valková Veronika, Tirpáková Mária, Fialková Veronika, Ďúranová Hana, Adamec Samuel HODNOTENIE OBSAHU CELKOVÉHO GLUKÁNU VO VYBRANÝCH VZORKÁCH HLIVY USTRICOVITEJ (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	125
Jurčaga Lukáš, Bobko Marek, Haščík Peter, Bobková Alica, Demianová Alžbeta, Kročko Miroslav, Belej Ľubomír, Čech Matej VPLYV PRÍDAVKU GRANÁTOVÉHO JABLKA NA ANTIOXIDAČNÚ STABILITU MÄSOVÝCH VÝROBKOV – REVIEW.....	132
Kolesárová Anna, Zelenáková Lucia, Mendelová Andrea, Solgajová Miriam TRENDY V GASTRONÓMII – ZÁŽITKOVÁ GASTRONÓMIA.....	139
Krivosudská Eleonóra, Ferencová Jana, Gažarová Martina, Cabanová Juliána ANTIOXIDAČNÁ AKTIVITA A CELKOVÝ OBSAH POLYFENOLOV VO VYBRANÝCH VZORKÁCH VÍNA.....	150
Lenártová Petra, Gažarová Martina, Strelcová Michaela MONITORING OBEZITY DETÍ ŠKOLSKÉHO VEKU V BANSKOBYSSTRICKOM KRAJI POMOCO VYBRANÝCH ANTROPOMETRICKÝCH MERANÍ.....	155
Lenártová Petra, Habánová Marta, Gažarová Martina, Mrázová Jana, Kopčeková Jana, Jančichová Kristína, Strelcová Michaela STRAVOVACIE ZVYKLOSTI DETÍ ŠKOLSKÉHO VEKU V BANSKOBYSSTRICKOM KRAJI A ICH VPLYV NA ROZVOJ OBEZITY.....	163
Lenártová Petra, Lorková Marta, Strelcová Michaela ZHODNOTENIE BMI A WHR INDEXOV U DETÍ ŠKOLSKÉHO VEKU V BANSKOBYSSTRICKOM KRAJI.....	170
Lorková Marta, Gažarová Martina, Habánová Marta PREFERENCIE V KONZUMÁCII PEKÁRSKYCH VÝROBKOV U ŽIEN VO VZŤAHU K HODNOTE BMI.....	178
Lorková Marta, Gažarová Martina, Holovičová Mária, Habánová Marta, Lenártová Petra KONZUMÁCIA OVOCIA, ZELENINY A STRUKOVÍN U ŽIEN S NORMÁLNOU HMOTNOSŤOU A NADHMOTNOSŤOU.....	184

Mendelová Andrea, Mendel Ľubomír, Kolesárová Anna, Mareček Ján, Solgajová Miriam DYNAMIKA ANTOKYÁNOVÝCH FARBÍV PO SPRACOVANÍ ČUČORIEDOK NA DŽEM.....	192
Mikolášová Lucia, Ivanišová Eva, Tokár Marián³, Balážová Želmíra HODNOTENIE KVALITY CHLEBA S PRÍDAVKOM RASTLINNÝCH OLEJOV.....	201
Miluchová Martina, Gábor Michal, Dudášová Simona BETA-CASOMRPHIN-7 AND ITS OPIOID ACTIVITY.....	205
Miluchová Martina, Gábor Michal, Dudášová Simona PREVALENCE OF THE RS1801133 POLYMORPHISM OF THE MTHFR GENE IN A SELECTED COHORT OF AN YOUNG ADULTS.....	211
Mrázová Jana, Lesová Patrícia, Kopčeková Jana, Kolesárová Anna, Gažarová Martina, Lenártová Petra, Habánová Marta ZMENA ŽIVOTNÉHO ŠTÝLU A ÚSPEŠNOSŤ LIEČBY ODVYKANIA OD FAJČENIA V DOSPELEJ POPULÁCII.....	217
Poláková Katarína, Bobková Alica, Demianová Alžbeta, Žiak Miroslav, Jurčaga Lukáš, Bobko Marek, Belej Ľubomír, Jakabová Silvia DETEKCIA ZLOŽIEK KÁVY OVPLYVŇUJÚCICH JEJ KVALITU.....	223
Ražná Katarína, Hlavačková Lucia, Nôžková Janka, Vargaová Angéla, Harenčár Ľubomír SKRÍNING POTRAVINÁRSKY VÝZNAMNÝCH GENOTYPOV ĽANU SIATEHO MARKÉRMÍ NA BÁZE MIKORNA.....	229
Solgajová Miriam, Mareček Ján, Mendelová Andrea, Kolesárová Anna VPLYV PRÍDAVKU ŠPECIÁLNYCH SLADOV NA VYBRANÉ KVALITATÍVNE PARAMETE SLADINY.....	237
Šátek Matúš, Ivanišová Eva, Mareček Ján, Kunecová Daniela, Hlaváčová Zuzana SLEDOVANIE VPLYVU NAHRADENIA SACHARÓZY SLNEČNICOU HLÚZNATOU NA NUTRIČNÉ A SENZORICKÉ VLASTNOSTI SUŠIENOK.....	244
Šimonová Nikoleta, Kalafová Anna, Capcarová Marcela, Dupák Rudolf, Schneidgenová Monika, Hanusová Monika, Hrnčár Cyril, Čuboň Juraj, Haščík Peter VPLYV PERGY NA RAST PREPELICE JAPONSKEJ (<i>COTURNIX JAPONICA</i>)..	249
Šmehýl Peter, Horvátová Kristína POROVNANIE VYBRANÝCH PARAMETROV NUTRIČNEJ KVALITY DIVINY JELENEJ A SRNČEJ ZVERI.....	255
Valková Veronika, Ďúranová Hana, Ivanišová Eva, Kačániová Miroslava, Gabríny Lucia VÝVOJ BEZLEPKOVÝCH KREKROV S OBSAHOM HRACHOVÉHO IZOLÁTU A BETAGLUKÁNU: STANOVENIE ICH ANTIOXIDAČNEJ AKTIVITY A ZÁKLADNÝCH TECHNOLOGICKÝCH A MIKROBIOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ.....	262

Vician Tomáš, Černý Ivan, Ernst Dávid, Zapletalová Alexandra, Skopal Ján PARAMETRE PRODUKCIE REPY CUKROVEJ POD VPLYVOM ROČNÍKA A BIOSIMULÁTOROV FLORONE A FERTISILINN.....	269
Vlčko Tomáš, Golian Jozef, Demianová Alžbeta OBSAH MÄSA V MÄSOVÝCH VÝROBKACH Z POHLADU SPOTREBITELA	276
Zeleňáková Lucia, Kolesárová Anna MIKROVLNNÝ OHREV A JEHO APLIKÁCIA PRI REGENERÁCII POKRMOV Z RYŽE.....	284
Žiarovská Jana, Klongová Lucia, Kováčik Adam, Spevákova Ivana, Tomašovičová Martina, Fernández Eloy Cusimamani APLIKÁCIA RESTRIKČNÉHO ŠTIEPENIA V ANALÝZE Ara h 8 V GENETICKÝCH ZDROJOCH ARAŠIDOV.....	296
Žiarovská Jana, Ražná Katarína, Štefúnová Veronika AKTIVITA STRESOVÝCH TRANSPONOVATEĽNÝCH PRVKOV V GENÓME ĽANU SIATEHO.....	303
Žiarovská Jana, Urbanová Lucia, Farkašová Silvia, Hovňáková Lucia, Zeleňáková Lucia Bet v 1 – VYUŽITIE DEGENEROVANÝCH PRIMÉROV V ANALÝZACH DĹŽKOVÉHO POLYMORFIZMU ALERGÉNOV PR- SKUPINY ZELENINY.....	310

HROZNOVÉ VÝLISKY AKO ZDROJ BIOLOGICKY ÚČINNÝCH LÁTKO: VLASTNOSTI, ÚČINKY A MOŽNÉ VYUŽITIE GRAPE POMACE AS SOURCE OF BIOACTIVE COMPOUNDS: PROPERTIES, EFFECTS AND POSSIBLE USES

Čech Matej, Haščík Peter, Herc Peter, Jurčaga Lukáš, Čuboň Juraj, Bobko Marek
Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

Summary

In recent years, the recovery and processing of valuable compounds from food by-products and wastes has become a priority for the food industry. One such as is grape pomace, which can be considered as a bulky solid by-product of the wine industry after pressing or / and fermentation. Waste from the wine industry causes environmental pollution, disposal difficulties, its management and, after all, economic losses. Grape pomace consists of approximately 10-30% crushed grape berries. Other value-added ingredients are non-fermented sugars, polyphenols, pigments, tannins and, in the case of fermented grape pomace, also residual alcohol. Obtaining these valuable compounds by suitable techniques while maintaining quality and stability is a challenging task. Grape pomace as a plant product is naturally rich in lignocellulosic compounds and could be a promising raw material for renewable energy production. Antioxidants in grape pomace could reduce the unwanted oxidation of food. Thanks to the content of polyphenols, their potential to replace once used antibiotic preparations in animal production is also being investigated. In this review we described chemical composition, antioxidant properties and potential utilisation of mentioned voluminous by-product of wine industry.

Key words: grape pomace, chemical composition, health benefits, feed supplement

ÚVOD

Výroba vína sa významne podieľa na celkovej produkcii poľnohospodárskeho a nápojového priemyslu. Zdroje uvádzajú, že v roku 2016 sa na celom svete vyrobilo vyše 270 miliónov hektolitrov vína (OIV, International Organization of Vine and Wine, 2021). Vinársky priemysel spracuje na výrobu vína v priemere každoročne 100 ton hrozna. Výroba vína je sezónna práca, ktorá sa vykonáva na južnej pologuli od januára do apríla, a na severnej pologuli od augusta do októbra. Produkcia vína pozostáva najmä z výroby klasických tichých vín, menej zo šumivých a fortifikovaných typov (International Organization of Vine and Wine, 2013). Podľa dát FAOSTAT (2021) je vinič hroznorodý (*Vitis vinifera*) jednou z najvýznamnejších plodín na svete s produkciou viac ako 77,1 miliónov ton hrozna v roku 2019. Z ročnej produkcie hrozna sa asi 75 % použije na výrobu vína (Zhu et al., 2015; Beres et al., 2017).

Na Slovensku sa výmera celkovej plochy vinohradov v roku 2019 v porovnaní s rokom 2018 zvýšila o 302 ha, ale trend poklesu plôch rodiacich vinohradov, ktorý trvá už od roku 2013, pokračoval. Ich výmera sa znížila o 85 ha a výmera nerodiacich vinohradov sa zvýšila o 387 ha. Rodiace vinohrady zaberajú 73,0 % z celkovej plochy vinohradov. V roku 2019 sa v porovnaní s rokom 2018 znížila výmera zberovej plochy rodiacich vinohradov celkom o 98 ha. Pri priemernej hektárovej úrode nižšej o 1,11 t.ha⁻¹ klesla produkcia o 8 351 t. Predstavovala 99,2 % z celkovej produkcie hrozna. Z celkovej plochy 7 972 ha rodiacich vinohradov zaberajú muštové odrody 96,6 %, stolové 1,8 % a hybridy všetkých odrôd 1,6 % (Meravá, 2020).

Vinársky priemysel vytvára obrovské množstvo odpadov, ktoré pozostávajú zo stopiek, hroznových výliskov, kalov z odpadových vôd a kvasničných kalov. Spracovanie alebo zneškodnenie odpadov z vinárstva môže mať toxický dopad na životné prostredie (Ilyas et al., 2021). Podľa Mendes et al. (2014) a Garcia-Lomillo a Gonzalez (2017) na každých 6 litrov vína sa vyprodukuje asi 1 kg výliskov. Tradične sa hroznové výlisky zapracúvajú do pôdy alebo sa dávajú skrmovať hospodárskym zvieratám. Hroznové výlisky sa dajú použiť aj na výrobu veľkého množstva produktov s pridanou hodnotou, nakoľko obsahujú rôzne organické kyseliny (kyselina vínna, jablčná a citrónová), alkohol, vlákninu a olej z hroznových jadriek s pozitívnym zložením mastných kyselín (Maier et al., 2008). Okrem toho sú hroznové výlisky zdrojom polyfenolov, vrátane flavonoidov, antokyanínov, proantokyanidínov a fenolických kyselín (Fontana et al., 2013; Beres et al., 2017; Garcia-Lomillo a Gonzalez, 2017; Del Pino-García et al., 2017).

Po výrobe vína je následne proces zhodnocovania vedľajších produktov výroby zameraný na ich opätovné využitie napríklad vo výrobkoch s pridanou hodnotou alebo ako suroviny pre iné priemyselné odvetvia, výsledkom čoho by malo byť zníženie negatívnych dopadov na životné prostredie. Preto sa hľadajú efektívne spôsoby na extrakciu hodnotných látok z hroznových výliskov ako sú najmä polyfenoly. Dobrým príkladom zhodnocovania hroznových výliskov je napríklad dnes už pomerne bežné získavanie oleja z hroznových semienok s vynikajúcim zložením mastných kyselín. Práve hroznové jadrička sú ťažko rozložiteľné v porovnaní so šupkami, a preto sa vďaka produkcii tohto oleja stáva celý proces produkcie vína udržateľnejším (Environmental Protection Agency, 2015).

U extraktov z hroznových výliskov bohatých na polyfenoly boli pozorované rôzne antifungálne, antimikrobiálne, protizápalové, protirakovinové a kardioprotektívne účinky (Ky et al., 2014). V téme zhodnocovania vedľajších produktov vinárstva je priestor na ďalšie znižovanie nepriaznivých účinkov na životné prostredie aj podporou komercializácie hroznového oleja a rôznych potravín obohatených o hroznové výlisky a ich extrakty (cestoviny, sušienky, celozrnný chlieb a pod.) (Alexandre et al., 2018).

Zdroje odpadu z vinohradníctva a vinárstva

Pri pestovaní samotného viniča a pri výrobe vína vzniká značné množstvo odpadov. Odpad z vinárskeho priemyslu možno charakterizovať ako tuhý a tekutý. Tuhý odpad z vinárskeho priemyslu vzniká dôsledkom zberu a spracovania hrozna, zatiaľ čo kvapalný odpad vzniká skôr pri procese výroby vína. Súhrnne tvoria odpady pri produkcii hrozna a viniča najmä stopky, semená, šupky, kvasničné kaly, organické kyseliny, CO₂, konáriky pri reze viniča a znečistená voda. Tieto sa v lepšom prípade využívajú na výrobu produktov, ako hnojivá, krmivá, alebo ako surovina určená na ďalšie spracovanie (Rondeau et al., 2013). Tuhý odpad pozostáva najmä z hroznových stoniek, ktoré sa oddeľujú zvlášť a hroznových výliskov pozostávajúcich zo šupiek a jadriek, ktoré sa najmä v závislosti od odrody líšia v textúre a chemickom zložení. Využívajú sa buď spolu alebo oddelene, najmä ak sa z jadriek získava olej (Haščík et al., 2020). Broome a Warner (2008) uviedli, že percentuálne množstvá odpadu vinárskeho priemyslu pozostávajú z približne 45 % hroznových šupiek, 7,5 % hroznových stoniek, 6 % hroznových jadriek a ďalších odpadov. S produkciou približne 5 ton hrozna na hektár ročne sú hroznové výlisky hlavným vedľajším produktom vinice (Barrantes Leiva et al., 2014). Majú agronomickú hodnotu a obsahujú veľké množstvo celulózy, lignínu, sodíka a draslíka. Kvôli nízkemu obsahu organických látok (2-3 %) sa stonky hrozna používajú na kompostovanie a následné zapracovanie do pôdy (Nerantzis a Tataridis, 2006).

Fyzikálno-chemické vlastnosti hroznových výliskov

Hroznové výlisky majú veľmi variabilné vlastnosti. Obsahujú nestále podiely stoniek, semien, vlákniny a šupiek. Zrelosť ovocia, odroda hrozna a výrobný proces ovplyvňujú zloženie hroznových výliskov najviac. Odhliadnuc od ich nestáleho zloženia sa považujú za produkt strednej až nízkej nutričnej hodnoty. V štúdiách, ktoré uskutočnili González-Vázquez et al. (2017), Mäkelä et al. (2017), Botelho et al. (2018), Khiari a Jeguirim (2018), Gowman et al. (2019), najviac zastúpeným prvkom v hroznových výliskoch je uhlík (54,0 %), nasledovaný kyslíkom (37,85 %) a vodíkom (6,08 %). Zistilo sa, že množstvo dusíka bolo v priemere 1,99 % a siera v stopovom množstve na úrovni 0,08 %. Obsah bielkovín sa v nich pohybuje asi na úrovni 14 %. Všeobecne obsahujú veľa vlákniny, jej obsah sa pohybuje od 26 do 70 %, výnimočne s úrovňou lignínu okolo 18-55 %. Hroznové výlisky obsahujú 4-11 % lipidov vďaka prítomnosti semien bohatých na olej. Obsah cukru sa môže líšiť od 4-9 % vo výliskoch z červeného hrozna do 28-31 % vo výliskoch z niektorých typov bieleho vína (Heuze a Tran, 2020). V tabuľke 1 uvádzame zloženie hroznových výliskov zozbierané od rôznych autorov publikované Antoniúom et al. (2020) a v tabuľke 2 je konkrétny príklad zloženia červených hroznových výliskov aplikovaných vo výžive brojlerových kurčiat v štúdiu Haščík et al. (2020).

Tab. 1 Približné zloženie hroznových výliskov v prepočte na sušinu (Antoniúom et al., 2020)

Zložka	Obsah g.100 g ⁻¹	Zložka	Obsah mg.100 g ⁻¹
Popoloviny	1,73-9,10	Na	87-244
Bielkoviny	3,57-14,17	K	1184-2718
Tuk	1,14-13,90	Mg	92-644
Celková vláknina	17,28-88,70	Ca	91-961
Nerozpustná vláknina	16,44-63,70	Mn	6-1356
Rozpustná vláknina	0,72-12,78	Fe	5-5468
Celkový obsah uhl'ovodíkov	12,20-40,53	Zn	2-2254
Celkový obsah polyfenolov	0,28-8,70	Cu	39-130
Fruktóza	0,38-8,91	P	4-3157
Glukóza	0,21-26,34		

Tab. 2 Nutričné zloženie červených hroznových výliskov (odroda Alibernet) (g.kg⁻¹) (Haščík et al., 2020)

ČHV	S	HP	EE	HV	PP	BDE	OH	CU	NV	L	C	H
	383,50	112,80	105,91	230,31	65,55	485,74	949,56	4,89	450,81	281,29	156,48	91,82

Vysvetlivky: ČVH = červené hroznové výlisky; S = sušina; HP = hrubý proteín; EE = éterový extrakt (hrubý tuk); HV = hrubá vláknina; BDE = bezdusíkaté extraktívne látky; OH = organická hmota; CU = cukry; NV = nerozpustná vláknina; L = lignín; C = celulóza; H = hemicelulóza

Antimikrobiálne a antioxidačné účinky

Z dôvodu ochrany životného prostredia a zdravia sa venuje zvýšená pozornosť získavaniu antimikrobiálnych látok z prírodných zdrojov ako je zelenina a ovocie, namiesto použitia látok syntetického pôvodu. Antimikrobiálne vlastnosti sú pozorované u fenolických zlúčenín v dôsledku odlúčenia viazaného železa alebo vodíka mikrobiálnymi enzýmami alebo vitálnymi bielkovinami (Kabir et al., 2015; Sanhueza et al., 2014). Medzi prirodzene sa vyskytujúce fenolické zlúčeniny patria rôzne antokyány, leukoxantíny, flavonoidy, alkaloidy a antoxantíny. Flavonoly sa považujú za hlavné fenolické zlúčeniny v hrozne s

antimikrobiálnym potenciálom. Okrem toho vykazujú synergické účinky s antibiotikami a sú schopné inhibovať virulentné faktory (Daglia, 2012).

Nazer et al. (2005) uvádzajú, že antimikrobiálny účinok fenolických zlúčenín spočíva v pôsobení na membránu mikrobiálnej bunky. Spôsobujú poškodenie štruktúry a funkcie membrány akumuláciou v lipidovej dvojvrstve. Vykazujú inhibičnú aktivitu pri prestupe do cytoplazmy bakteriálnej bunky, čo vedie k lýze a uvoľneniu intracelulárneho ATP. Ďalej narušujú permeabilitu cytoplazmatickej membrány, čím bunka prichádza o životne dôležité látky.

Flavonoidy reagujú s rozpustnými extracelulárnymi proteínmi a bakteriálnymi bunkovými stenami, čo vedie k bunkovej smrti (Natalia De et al., 2018). Antimikrobiálny potenciál extraktov na báze ovocia bohatého na polyfenoly je závislý na pH a rozpustnosti extraktov. Fenolické nepigmentované polyméry majú antilisteriálnu aktivitu nezávislú od pH, zatiaľ čo fenolové pigmentované polyméry vykazujú antilisteriálnu aktivitu len v závislosti od pH. V štúdií Dias et al. (2018) sa preukázalo zvýšenie probiotickej populácie ako biokonzervačnej látky v potravinách po prídavku hroznových výliskov ako zdroja polysacharidov (vlákniny). Hroznové výlisky majú teda potenciál byť využité ako prebiotický materiál.

Antioxidačnú aktivitu fenolických zlúčenín hroznových výliskov možno považovať za ich najvýznamnejšiu prednosť. Závisí od počtu hydroxylových skupín prítomných v špecifických molekulách (Kabir et al., 2015). Antioxidačná kapacita fenolických zlúčenín spočíva v tom, že môžu pôsobiť ako donory vodíka, chelatáty kovov, lapače voľných radikálov a zhášачe singletového kyslíka. Antimikrobiálne látky a antioxidanty majú za cieľ zvýšiť stabilitu výrobkov, a tým ich trvanlivosť. Používajú sa v potravinárskom priemysle na predĺženie trvanlivosti potravín ako konzervanty a na zvýšenie ich kvality a bezpečnosti. Kvôli určitým negatívnym účinkom syntetických prísad do potravín sa aj spotrebitelia dožadujú používania antioxidantov a antimikrobiálnych látok prírodného pôvodu (Chou et al., 2007).

V rôznych štúdiách sa pozorovalo, že látky z hroznových jadriek chránia obličky a pečeň. Biologická dostupnosť fenolických zlúčenín sa zistila v modeloch *in vitro* aj *in vivo* v extraktoch z hroznových jadriek. Bola vysoká pri ochrane pred poškodením DNA, voľnými radikálmi a nimi vyvolanou peroxidáciou lipidov (Urquiaga a Leighton, 2000).

Oxidácia lipidov zahŕňa tri stupne, a to iniciácia, propagácia a terminácia. Tie vedú k tvorbe hydrogénperoxidov, prchavých látok (ketóny, alkoholy, aldehydy) a voľných radikálov, ktoré sú zodpovedné za príznaky žltnutia a nepríjemnej chuti (Damodaran et al., 2007). Iniciačnú fázu je možné potlačiť a / alebo zastaviť pomocou antioxidantov, znížením dostupnosti katalyzátorového kovu alebo odstránením voľných radikálov (Brewer, 2011). Antioxidanty ďalej môžu znižovať koncentráciu kyslíka, a tým im bránia tvorbe peroxidov alebo zastavujú celú oxidačnú reakciu. Čech et al. (2021) pozorovali zvyšovanie obsahu tuku v kuracom mäse po pridaní červených hroznových výliskov do ich výživy v porovnaní s kontrolnou skupinou, no aj napriek tomu Jurčaga et al. (2021) v nadväzujúcom výskume nepozorovali zvyšovanie malondialdehydu (látky signalizujúcej oxidáciu) v ich mäse, čo naznačuje možný ochranný antioxidačný účinok hroznových výliskov.

Protirakovinové účinky

Hroznové výlisky sa všeobecne používajú na vylepšenie doplnkov výživy, pretože sú bohatým zdrojom polyfenolov. V bunkových štúdiách sa pozorovala vysoká protirakovinová aktivita extraktu z hroznových jadriek, najmä pri nádoroch prsníka, močového mechúra, prostaty, hrubého čreva, pľúc a pri leukémii (Dinicola et al., 2014). Nízke dávky antokyanidínov získaných z hroznových jadriek v *in vitro* podmienkach inhibovali rast HeLa a HepG2 buniek krčka maternice (Apostolou et al., 2013). Vedci nedávno potvrdili aj

pravdepodobne protirakovinový ochranný efekt extraktov z hroznových jadierok pri rakovine pečene stimuláciou inhibície bunkovej proliferácie, apoptózy a blokovania zápalu (Hamza et al., 2018).

V štúdiu, ktorú uskutočnili Del Pino-García et al. (2016) bol popísaný chemoprotektívny účinok hroznových výliskov pri rakovine hrubého čreva a konečníka. Ďalej uvádzajú, že fenolické kyseliny z výliskov z červeného vína (bez jadierok) boli biologicky dostupnejšie v porovnaní s jadierkami, ktoré boli ľahko nafermentované až v hrubom čreve. Chemoprotektívny účinok bol pozorovaný aj pri výliskoch z červeného vína a to prostredníctvom oslabenia oxidačného pôsobenia a poškodenia DNA v rakovinových bunkách hrubého čreva. Rôzne štúdie *in vitro* poukazujú na možný terapeutický účinok extraktov z hroznových jadierok, no len klinický výskum by mohol overiť ich bezpečné farmakologické použitie na tento účel (Dinicola et al., 2014).

Využitie hroznových výliskov vo výžive hospodárskych zvierat

Antibiotiká sa bežne používajú nielen na liečbu, ale aj na prevenciu bakteriálnych chorôb v priemyselnom chove hospodárskych zvierat. Objavujúce sa rezistentné kmene baktérií, ako aj zvyšky antibiotík v mäse a rôznych živočíšnych produktoch viedli k zníženiu ich používaniu (Wang et al., 2017) a od roku 2006 v Európskej únii aj k ich úplnému zákazu (Pavelková et al., 2020). Aj globálna stratégia vedie k zníženiu používania antibiotík a iných liekov u hospodárskych zvierat, a preto sa hľadajú rôzne produkty bohaté na bioaktívne zlúčeniny s antimikrobiálnymi, antioxidačnými a protizápalovými vlastnosťami. Práve tieto prírodné krmné doplnkové látky sú sľubnými alternatívami k antibiotikám (Niewold, 2014; Lillehoj et al., 2018). Veľké a dostupné množstvá a množstvo bioaktívnych zlúčenín prítomných v hroznových výliskoch z nich robí vhodného kandidáta na použitie vo výžive zvierat (Aditya et al., 2018).

Priaznivé účinky obohatenia výživy hydiny hroznovými výliskami boli preukázané vo viacerých experimentoch (Kara et al., 2016). Napríklad obohatenie o hroznové výlisky ako zdroj antioxidantov pri 30 g.kg⁻¹ (Brenes et al., 2008) a 60 g.kg⁻¹ (Goñi et al., 2006) znížilo oxidáciu lipidov v mäse brojlerových kurčiat. Viveros et al. (2011) uvádzajú, že prídanie hroznových výliskov do výživy zvýšilo množstvo prospešných baktérií v črevách brojlerových kurčiat. Haščík et al. (2020) zaznamenali preukazne vyššie niektoré parametre mäsovej úžitkovosti v porovnaní s kontrolnou skupinou, ako napríklad živá hmotnosť a výťažnosť cenných mäsitých častí po aplikácii červených hroznových výliskov do krmnej zmesi brojlerových kurčiat. Čech et al. (2021) v nadväznom výskume, ako už bolo vyššie spomenuté, zistili vyšší obsah tuku v svalovine kurčiat, pričom ale obsah cholesterolu, ktorý sa koncentruje v tuku, ostával v porovnaní s kontrolou približne rovnaký. Ebrahimzadeh et al. (2018) zistili, že prídavok hroznových výliskov do krmnej zmesi brojlerov zvyšuje imunitnú odpoveď a znižuje náklady na krmivo na kg živej hmotnosti.

Obohatenie krmnej zmesi ošipovaných fermentovanými hroznovými výliskami neovplyvnilo produkčné parametre, avšak potlačilo niektoré zápalové cytokíny v ich pečeni. Ich prídavok do krmiva pozitívne ovplyvnil farebnú stálosť mäsa, obsah polynenasýtených mastných kyselín (PUFA) v podkožnom tuku a jeho oxidačnú stabilitu (Taranu et al., 2017). U dojnic bola po prídavku hroznových výliskov pozorovaná vyššia koncentrácia PUFA v mlieku. Ďalej bola pozitívne ovplyvnená aj ich tráviaca mikróflóra, čo sa všeobecne prejavilo lepším zdravotným stavom zvierat (Moate et al., 2014).

ZÁVER

V poľnohospodárstve a potravinárskom priemysle sú vážne obavy z likvidácie alebo nakladania s odpadovými materiálmi a vedľajšími produktmi výroby. Opätovné využitie

vysoko hodnotných zlúčenín z týchto produktov a odpadov je preto náročnou výzvou vinárstva aj z dôvodu, že sa zväčša likvidujú priamo v otvorenom prostredí. V tejto prehľadovej štúdii sú k dispozícii informácie o vlastnostiach vedľajších produktov vinárstva so zameraním na najhodnotnejšiu časť – hroznové výlisky. Z literatúry vyplýva, že hroznové výlisky sú bohatým zdrojom fenolických zlúčenín s antimikrobiálnym, antioxidačným a protirakovinovým potenciálom. Z vyššie spomínaných dôvodov ohľadne používania kŕmnych antibiotík a iných syntetických rastových stimulátorov sa testujú aj vo výžive hospodárskych zvierat. Výsledky naznačujú, že by mohli byť vhodným prírodným doplnkom vo výžive hospodárskych zvierat, čo by koniec koncov viedlo k bezpečnej a kvalitnej produkcii potravín živočíšneho pôvodu.

PodĎakovanie: 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. ADITYA, S. – OHH, S.-J. – AHAMMED, M. – LOHAKARE, J. 2018. Supplementation of grape pomace (*Vitis vinifera*) in broiler diets and its effect on growth performance, apparent total tract digestibility of nutrients, blood profile, and meat quality. *Animal Nutrition* 2018;4(2):210-214. doi: 10.1016/j.aninu.2018.01.004.
2. ALEXANDRE, E.M.C. – MOREIRA, S.A. – CASTRO, L.M.G. – PINTADO, M., – SARAIVA, J.A., 2018. Emerging technologies to extract high added value compounds from fruit residues: sub/supercritical, ultrasound-, and enzyme-assisted extractions. *Food Reviews International* 2018;34:581-612. doi: 10.1080/87559129.2017.1359842.
3. ANTONIĆ, B. – JANČÍKOVÁ, S. – DORDEVIĆ, D. – TREMLOVÁ, B. 2020. Grape Pomace Valorization: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Foods* 2020;9:1627. doi:10.3390/foods9111627.
4. APOSTOLOU, A. – STAGOS, D. – GALITSIOU, E. – SPYROU, A. – HAROUTOUNIAN, S. – PORTESIS, N. – TRIZOGLOU, I. – HAYES, A.W. – TSATSAKIS, A.M. – KOURETAS, D. 2013. Assessment of polyphenolic content, antioxidant activity, protection against ROS-induced DNA damage and anticancer activity of *Vitis vinifera* stem extracts. *Food and Chemical Toxicology* 2013;61:60-68. doi: 10.1016/j.fct.2013.01.029.
5. BARRANTES LEIVA, M. – HOSSEINI KOUPEIE, E. – ESKICIOGLU, C., 2014. Anaerobic co-digestion of wine/fruit-juice production waste with landfill leachate diluted municipal sludge cake under semicontinuous flow operation. *Waste Management* 2014;34:1860-1870. doi: 10.1016/j.wasman.2014.06.027.
6. BERES, C. – COSTA, G.N.C. – CABEZUDO, I. – da SILVA-JAMES, N.K. – TELES, A.S.C. – CRUZ, A.P.G. – MELLINGER-SILVA, C. – TONON, R.V. – CABRAL, L.M.C. – FREITAS, S.P. 2017. Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review. *Waste Management* 2017;68:581-594. doi 10.1016/j.wasman.2017.07.017.
7. BOTELHO, T. – COSTA, M. – WILK, M. – MAGDZIARZ, A. 2018. Evaluation of the combustion characteristics of raw and torrefied grape pomace in a thermogravimetric analyzer and in a drop tube furnace. *Fuel* 2018;212:95-100. doi: 10.1016/j.fuel.2017.09.118.
8. BRENES, A. – VIVEROS, A. – GOÑI, I. – CENTENO, C. – SÁYAGO-AYERDY, S. G. – ARIJA, I. – SAURA-CALIXTO, F. 2008. Effect of Grape Pomace Concentrate and

- Vitamin E on Digestibility of Polyphenols and Antioxidant Activity in Chickens. *Poultry Science* 2008;87(2):307-316. doi: 10.3382/ps.2007-00297.
9. BREWER, M.S. 2011. Natural antioxidants: Sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. *Comprehensive reviews in food science and food safety* 2011;10:221-247. doi: 10.1111/j.1541-4337.2011.00156.x.
 10. BROOME, J.C. – WARNER, K.D. 2008. Agro-environmental partnerships facilitate sustainable wine-grape production and assessment. *California Agriculture* 2008;62:133-141. doi: 10.3733/ca.v062n04p133.
 11. ČECH, M. – HAŠČÍK, P. – PAVELKOVÁ, A. – ČUBOŇ, J. – BUČKO, O. – TKÁČOVÁ, J. – KAČÁNIOVÁ, M. – BOBKO, M. – IMRICH, I. – ŠÁR, K. 2021. Chemical composition of muscle after red grape pomace application in the nutrition of broiler chickens. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 2021;19(4). doi: 10.15414/jmbfs.3726.
 12. DAGLIA, M. 2012. Polyphenols as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology* 2012;23(2):174-181. doi: 10.1016/j.copbio.2011.08.007.
 13. DAMODARAN, S. – PARKIN, K.L. – FENNEMA, O.R. (ed.). Fennema's food chemistry. CRC press, 2007. ISBN: 978-1-4200-2052-6.
 14. Del PINO-GARCÍA, R. – GONZÁLEZ-SANJOSÉ, M. – RIVERO-PÉREZ, M. – GARCÍA-LOMILLO, J. – MUÑIZ, P. 2017. The effects of heat treatment on the phenolic composition and antioxidant capacity of red wine pomace seasonings. *Food Chemistry* 2017;221:1723-1732. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.10.113.
 15. Del PINO-GARCÍA, R. – RIVERO-PÉREZ, M.D. – GONZÁLEZ-SANJOSÉ, M.L. – ORTEGA-HERAS, M. – GARCÍA LOMILLO, J. – MUÑIZ, P. 2016. Chemopreventive potential of powdered red wine pomace seasonings against colorectal cancer in HT-29 cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2016;65(1):66-73. doi: 10.1021/acs.jafc.6b04561.
 16. DIAS, J.F. – SIMBRAS, B.D. – BERES, C. – dos SANTOS, K.O. – CABRAL, L.M.C. – MIGUEL, M.A.L. 2018. Acid lactic bacteria as a bio-preservant for grape pomace beverage. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 2018;2:58. doi: 10.3389/fsufs.2018.00058.
 17. DINICOLA, S. – CUCINA, A. – ANTONACCI, D. – BIZZARRI, M. 2014. Anticancer effects of grape seed extract on human cancers: a review. *Journal of Carcinogenesis & Mutagenesis* 2014;8:005. doi: 10.4172/2157-2518.S8-005.
 18. EBRAHIMZADEH, S. K. – NAVIDSHAD, B. – FARHOOMAND, P. – MIRZAEI AGHJEHGESHLAGH, F. 2018. Effects of grape pomace and vitamin E on performance, antioxidant status, immune response, gut morphology and histopathological responses in broiler chickens. *South African Journal of Animal Science* 48(2), 324. doi: 10.4314/sajas.v48i2.13.
 19. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 2015. International Decontamination Research and Development Conference. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-15/283.
 20. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021. Dostupné na: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (cit. 15/06/2021).
 21. FONTANA, A.R. – ANTONIOLLI, A. – BOTTINI, R. 2013. Grape pomace as a sustainable source of bioactive compounds: extraction, characterization, and biotechnological applications of phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2013;61:8987-9003. doi: 10.1021/jf402586f
 22. GARCIA-LOMILLO, J. – GONZALEZ, M. 2017. Applications of wine pomace in the food industry: approaches and functions. *Comprehensive reviews in food science and food safety* 2017;16:3-22. doi: 10.1111/1541-4337.12238.

23. GOÑI, I. – BRENES, A. – CENTENO, C. – VIVEROS, A. – SAURA-CALIXTO, F. – REBOLÉ, A. – ARIJA, A. – ESTEVEZ, R. 2007. Effect of Dietary Grape Pomace and Vitamin E on Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Susceptibility to Meat Lipid Oxidation in Chickens. *Poultry Science* 2007;86(3):508-516. doi: 10.1093/ps/86.3.508.
24. GONZÁLEZ-VÁZQUEZ, M.P. – GARCÍA, R. – PEVIDA, C. – RUBIERA, F. 2017. Optimization of a bubbling fluidized bed plant for low-temperature gasification of biomass. *Energies* 2017;10(3):306. doi:10.3390/en10030306.
25. GOWMAN, A.C. – PICARD, M.C. – RODRIGUEZ-URIBE, A. – MISRA, M. – KHALIL, H. – THIMMANAGARI, M. – MOHANTY, A.K. 2019. Physicochemical analysis of apple and grape pomaces. *BioResources* 2019;14(2):3210-3230.
26. HAMZA, A.A. – HEEBA, G.H. – ELWY, H.M. – MURALI, C. – EL-AWADY, R. – AMIN, A. 2018. Molecular characterization of the grape seeds extract's effect against chemically induced liver cancer: in vivo and in vitro analyses. *Scientific reports* 2018;8(1):1270. doi: 10.1038/s41598-018-19492-x.
27. HAŠČÍK, P. – ČECH, M. – ČUBOŇ, J. – BOBKO, M. – ARPÁŠOVÁ, H. – PAVELKOVÁ, A. – KAČÁNIOVÁ, M. – TKÁČOVÁ, J. – ČERYOVÁ, N. 2020. Effect of grape pomace supplementation on meat performance of broiler chicken ross 308. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 2020;10(1):140-144. doi:10.15414/jmbfs.2020.10.1.140-144.
28. HEUZE, V. – TRAN, G., 2020. Grape Pomace. Feedipedia, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. Dostupné na: <https://www.feedipedia.org/node/691>
29. CHOU, P.-H. – MATSUI, S. – MISAKI, K. – MATSUDA, T., 2007. Isolation and identification of xenobiotic aryl hydrocarbon receptor ligands in dyeing wastewater. *Environmental science & Technology* 2007;41(2):652-657. doi: 10.1021/es061500g.
30. International Organisation of Vine and Wine. Dostupné na: <https://www.oiv.int/en/statistiques/> (cit. 17/06/2021).
31. ILYAS, T. – CHOWDHARY, P. – CHAURASIA, D. – GNANSOUNOU, E. – PANDEY, A. – CHATURVEDI, P. 2021. Sustainable green processing of grape pomace for the production of value-added products: An overview. *Environmental Technology & Innovation* 2021;23:101592. doi: 10.1016/j.eti.2021.101592
32. JURČAGA, L. – BOBKO, M. – HAŠČÍK, P. – BOBKOVÁ, A. – DEMIANOVÁ, A. – BELEJ, Ľ. – KROČKO, M. 2021. Effect of dietary red grape pomace on lipid oxidation in meat of broiler chickens. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 2021;10(5). doi:10.15414/jmbfs.3769
33. KABIR, F. – SULTANA, M.S. – KURNIANTA, H. 2015. Antimicrobial activities of grape (*Vitis vinifera* L.) pomace polyphenols as a source of naturally occurring bioactive components. *African Journal of Biotechnology* 2015;14(26):157. doi: 10.5897/AJB2015.14617.
34. KARA, K. – KOCAOĞLU GÜÇLÜ, B. – BAYTOK, E. – ŞENTÜRK, M. 2016. Effects of grape pomace supplementation to laying hen diet on performance, egg quality, egg lipid peroxidation and some biochemical parameters. *Journal of Applied Animal Research* 2015;44(1):303-310. doi: 10.1080/09712119.2015.1031785.
35. KHIARI, B. – JEGUIRIM, M. 2018. Pyrolysis of grape marc from Tunisian wine industry: feedstock characterization, thermal degradation and kinetic analysis. *Energies* 2018;11(4):730. doi: 10.3390/en11040730
36. KY, I. – CROZIERB, A. – CROS, G. – TEISSEDREA, P.L. 2014. Polyphenols composition of wine and grape sub-products and potential effects on chronic diseases. *Nutrition and Aging* 2014;2(2-3):165-177. doi: 10.3233/NUA-130027.

37. LILLEHOJ, H. – LIU, Y. – CALSAMIGLIA, S. – FERNANDEZ-MIYAKAWA, M. E. – CHI, F. – CRAVENS, R. L. – OH, S. – GAY, C. G. 2018. Phytochemicals as antibiotic alternatives to promote growth and enhance host health. *Veterinary Research* 2018;49(1). doi: 10.1186/s13567-018-0562-6.
38. MAIER, T. – GÖPPERT, A. – KAMMERER, D.R. – SCHIEBER, A. – CARLE, R. 2008. Optimization of a process for enzyme-assisted pigment extraction from grape (*Vitis vinifera* L.) pomace. *European Food Research and Technology* 2008;227:267-275. doi: 10.1007/s00217-007-0720-y.
39. MÄKELÄ, M. – KWONG, C.W. – BROSTRÖM, M. – YOSHIKAWA, K. 2017. Hydrothermal treatment of grape marc for solid fuel applications. *Energy Conversion Management* 2017;145:371-377. doi: 10.1016/j.enconman.2017.05.015.
40. MENDES, A. – RETTORE, D. – RAMOS, A. – da CUNHA, S. – de OLIVEIRA, L. – RAMOS, E. 2014. Milano type salami elaborated with fibers of red wine byproducts. *Ciencia Rural* 2014;44:1291.
41. MERAVÁ, E. 2020. *Vinič hroznorodý, Hroznové víno. Situačná a výhľadová správa*. Bratislava: VÚEPP ISBN 978-80-8058-564-8.
42. MOATE, P.J. – WILLIAMS, S.R.O. – TOROK, V.A. – HANNAH, M.C. – RIBAU, B.E. – TAVENDALE, M.H. – ECKARD, R.J. – JACOBS, J.L. – AULDIST, M.J. – WALES, W.J. 2014. Grape marc reduces methane emissions when fed to dairy cows. *Journal of Dairy Sciences* 2014;97(8):5073-5087. doi: 10.3168/jds.2013-7588.
43. NATALIA De, S.N. – SILVA da COSTA, L. – CARNEIRO, T. – MINUZZO, D. – OLIVEIRA, F. – CABRAL, L. – El-BACHA, T. 2018. Anthocyanin-rich grape pomace extract (*Vitis vinifera* L.) from wine industry affects mitochondrial bioenergetics and glucose metabolism in human hepatocarcinoma HepG2 cells. *Molecules* 2018;23(3):611. doi: 10.3390/molecules23030611.
44. NAZER, A.I. – KOBILINSKY, A. – THOLOZAN, J.L. – DUBOIS-BRISSENET, F. 2005. Combinations of food antimicrobials at low levels to inhibit the growth of salmonella sv. Typhimurium: a synergistic effect?. *Food Microbiology* 2005;22(5):391-398. doi: 10.1016/j.fm.2004.10.003.
45. NERANTZIS, E.T. – TATARIDIS, P. 2006. Integrated enology-utilization of winery by-products into high added value products. *Journal of Science & Technology* 2006;1(3):79-89.
46. NIEWOLD, T. A. 2014. Why anti-inflammatory compounds are the solution for the problem with in feed antibiotics. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods* 2014;6(2):119-122. doi: 10.3920/qas2012.0234.
47. PAVELKOVÁ, A. – HAŠČÍK, P. – BOBKO, M. – ČUBOŇ, J. – ČECH, M. – KAČÁNIOVÁ, M. – CAPCAROVÁ, M. – KALAFOVÁ, A. 2020. *Effect of bee bread on meat performance and chemical composition of Japanese quail meat: Vplyv včelieho chleba na mäsovú úžitkovosť a chemické zloženie mäsa japonských prepelíc* : scientific monograph. Český Těšín: Helán Václav Ing. – 2 THETA, 2020. ISBN 978-80-88279-03-7.
48. RONDEAU, P. – GAMBIER, F. – JOLIBERT, F. – BROSSE, N. 2013. Compositions and chemical variability of grape pomaces from french vineyard. *Industrial Crops and Products* 2013;43:251-254. doi: 10.1016/j.indcrop.2012.06.053.
49. SANHUEZA, L. – TELLO, M. – VIVANCO, M. – MENDOZA, L. – WILKENS, M. 2014. Relation between antibacterial activity against food transmitted pathogens and total phenolic compounds in grape pomace extracts from cabernet sauvignon and syrah varieties. *Advances in Microbiology* 2014;4(5):225-232. doi: 10.4236/aim.2014.45029.
50. TARANU, I. – HABEANU, M. – GRAS, M.A. – PISTOL, G.C. – LEFTER, N. – PALADE, M. – ROPOTA, M. – CHEDEA, V.S. – MARIN, D.E. 2017. Effect of

- xenobiotic compounds from grape waste on liver function and oxidant status in pigs. *Archiva zootechnica* 2017;20(2):5-24.
51. URQUIAGA, I. – LEIGHTON, F. 2000. Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. *Biological Research* 2000;33(2):55-64 doi: 10.4067/s0716-97602000000200004.
52. VIVEROS, A. – CHAMORRO, S. – PIZARRO, M. – ARIJA, I. – CENTENO, C. & BRENES, A. (2011). Effects of dietary polyphenol-rich grape products on intestinal microflora and gut morphology in broiler chicks. *Poultry Science* 90(3), 566–578. doi: 10.3382/ps.2010-00889
53. WANG, S. – PENG, Q. – JIA, H. M. – ZENG, X. F. – ZHU, J. L. – HOU, C. L. – LIU, X. T. – YANG, F. J. – QIAO, S. Y. 2017. Prevention of *Escherichia coli* infection in broiler chickens with *Lactobacillus plantarum* B1. *Poultry Science* 2017;96(8):2576-2586. doi:10.3382/ps/pex061.
54. ZHU, F. – DU, B. – ZHENG, L. – LI, J. 2015. Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. *Food Chemistry* 2015;186:207-212. doi: /10.1016/j.foodchem.2014.07.057.

Kontaktná adresa

Ing. Matej Čech, Ústav potravinárstva FBP SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: xcech@uniag.sk

VPLYV ROČNÍKA A PODPORNÝCH PRÍPRAVKOV PHOSPH PLUS A NUTRI Zn NA ÚRODU ZRNA KUKURICE SIATEJ

INFLUENCE OF THE YEAR AND SUPPORTING PREPARATIONS PHOSPH PLUS AND NUTRI ZN ON THE CORN GRAIN YIELD

Černý Ivan, Ernst Dávid, Vician Tomáš, Zapletalová Alexandra, Skopal Ján

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

Summary

Influence of the weather conditions, foliar application of supporting preparations Phosph and Nutri Zn, and hybrids on the corn grain yield was monitored in field polyfactorial experiments of corn production area in years 2019 – 2020. Concrete course of temperature and moisture conditions confirmed statistically high significant influence of cultivation years on grain yield (2019: 8.21 t.ha⁻¹, 9.16 t.ha⁻¹ in 2020 respectively). In concrete soil-climatic conditions were achieved statistically high significantly higher grain yields, on variants with application of supporting preparations (8.87 t.ha⁻¹) in comparison with untreated variant (8.55 t.ha⁻¹). The most production stable was hybrid Multipel 9.48 t.ha⁻¹, the lowest yield was detected in the hybrid Coronado (8.19 t.ha⁻¹).

Key words: zea mays, supporting preparations, hybrids

ÚVOD

Obilniny sú plošne najrozsiahlnejšou a hospodársky najdôležitejšou skupinou plodín na Slovensku. Ich pestovanie je dominantné, pretože tvoria hlavnú energetickú zložku ľudskej výživy a výživy zvierat. Kukurica siata má v rámci obilnín špecifické postavenie. Biologicky patrí k obilninám, ale jej technológia zahŕňa aj prvky pestovania okopanín. Z pohľadu svetovej i domácej produkcie sa kukurica siata zaradila medzi najdynamickejšie sa rozvíjajúce plodiny. Jej pestovanie je zvládnuté na pomerne vysokej úrovni. Technológia pestovania je plne mechanizovaná, doplnená širokou škálou pesticídov. Pre potreby pestovateľov je k dispozícii široká škála hybridov adaptabilných do rôznych výrobných oblastí. Podiel pestovania kukurice siatej vo vhodných pestovateľských podmienkach vďaka jej vysokej produkčnej schopnosti neustále vzrastá (Drgoňa, Ducsay a Vicianová, 2019).

Produkčný proces poľných plodín je možné ovplyvňovať viacerými faktormi. Za jeden z nich možno považovať aplikáciu biologicky, resp. synteticky vyrobených stimulačných látok, resp. hnojív ovplyvňujúcich predovšetkým fyziologické a morfológické vlastnosti rastlín (Fecenko a Ložek, 1997).

Biostimulátory sú biologicky aktívne látky obsahujúce hormóny, enzýmy, proteíny, aminokyseliny, mikroelementy a iné komponenty. Aktivizujú predovšetkým metabolizmus rastlín, zameraný na zlepšenie rastu a vývinu rastlín (Jankowski et. al., 2008). Majú dôležitú úlohu pri tvorbe viacerých rastových hormónov (auxínov), stimulujú skorý rast a nasádzanie plodov. Katalyzujú oxidačno-redukčné procesy. Sú nevyhnutné pri syntéze bielkovín, výrazne ovplyvňujú tvorbu energeticky bohatých zlúčenín.

MATERIÁL A METÓDY

Cieľom práce bolo zhodnotiť vplyv poveternostných podmienok ročníka, podporných prípravkov Phosph Plus a Nutri Zn a hybridov na úrodu zrna kukurice siatej.

Poľný pokus bol realizovaný v roku 2019-2020 na experimentálnej báze FAPZ SPU v Nitre, lokalizovanej v teplej kukuričnej výrobnnej oblasti západného Slovenska. V rámci

osevného postupu bola predplodinou kukurice siatej pšenica letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.). Obrábanie pôdy a spôsob založenia porastu boli uskutočnené konvenčným spôsobom. Základné hnojenie bolo realizované bilančnou metódou na výšku úrody 9 t.ha⁻¹.

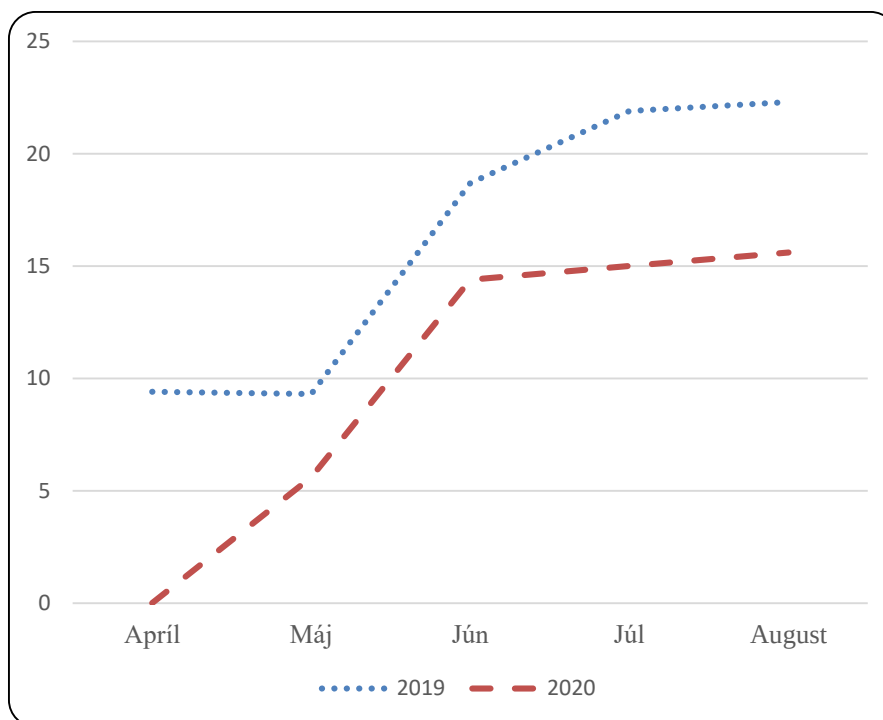
Do pokusu boli zaradené hybridy: *Multipel* (FAO 440), *Estevio* (FAO 360), *Coronado* (FAO 320).

Aplikované boli podporné prípravky na báze biostimulátorov rastu: *Phosph Plus* (obsahuje vysoký podiel zložky humofolátu, ktorý pozitívne ovplyvňuje rast koreňového systému) a *Nutri Zn* (listové hnojivo s vysokým obsahom zinku).

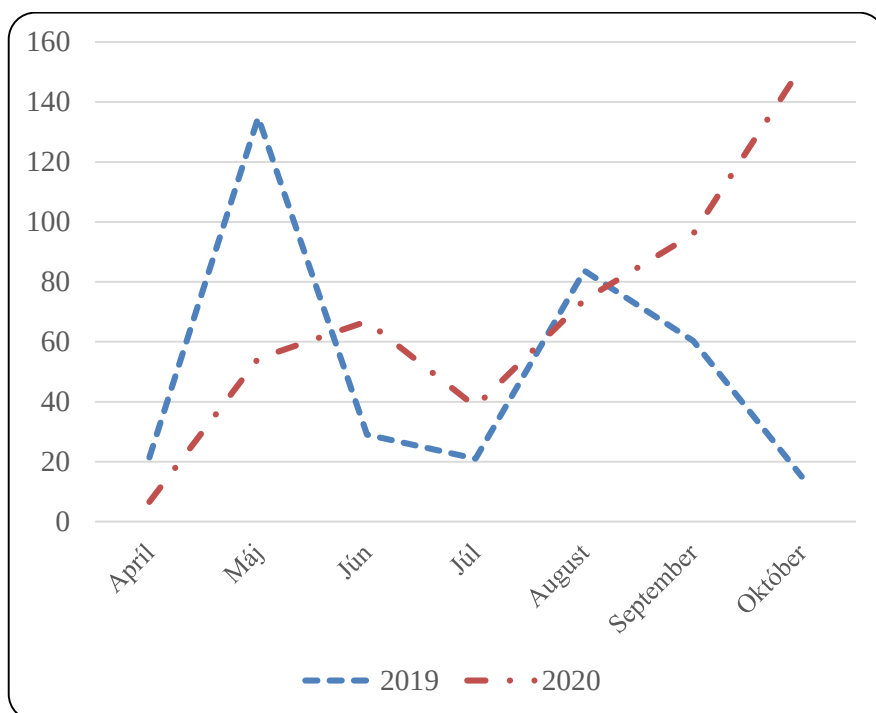
Podporné prípravky na báze biostimulátorov rastu boli aplikované v rastovej fáze kukurice siatej 4 – 8 listov (BBCH 14 – 18) v dávke *Phosph Plus* 3 kg.ha⁻¹ a *Nutri Zn* 1 l.ha⁻¹ / 200 – 300 l H₂O.

Ukazovateľom hodnotenia experimentov bola úroda zrna. Pokusy boli založené metódou kolmo delených blokov s náhodným usporiadaním pokusných členov, v troch opakovaniach. Výsledky experimentu boli štatisticky vyhodnotené analýzou rozptylu prostredníctvom *Statistica 10*.

Meteorologické údaje boli získané z Agrometeorologickej stanice FZKI SPU v Nitre (obr. 1 – 2).



Obr. 1 Priemerná mesačná teplota vzduchu v °C



Obr. 2 Mesačný úhrn zrážok v mm

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Stupeň adaptability kukurice satej na konkrétne agroekologické podmienky prostredia je variabilný. Z pohľadu experimentálne definovaných zámerov je potrebné zdôrazniť, že poveternostné podmienky ročníka predstavujú významný faktor podieľajúci sa na tvorbe úrody zrna kukurice satej, čo potvrdzujú i nami dosiahnuté výsledky (tab. 1 – 2). Priemerná úroda za sledované obdobie bola 8,70 t.ha⁻¹. V priemere vyššie úrody zrna boli zaznamenané v roku 2020 (9,16 t.ha⁻¹) v porovnaní s rokom 2019 (8,21 t.ha⁻¹).

V rozsahu realizovaných ošetroení bol vplyv prípravkov na úrodu štatisticky vysoko preukazný. V priemere rokov bol prírastok úrody na ošetroenom variante, v porovnaní s neošetroenou kontrolou, +0,32 t.ha⁻¹. Vyššie prírastky boli v roku 2020 (0,47 t.ha⁻¹). V roku 2019 bol prírastok úrody vplyvom aplikovaných prípravkov 0,29 t.ha⁻¹.

V rozsahu experimentov bol zistený štatisticky preukazný vplyv hybridov na úrodu zrna. Z analýzy výšky produkcie medzi hybridmi vyplýva, že v priemere rokov najvyššia úroda bola pri hybride Multipel (9,48 t.ha⁻¹), nasledoval hybrid Estevio (8,47 t.ha⁻¹). Najnižšia úroda bola pri hybride Coronado (8,19 t.ha⁻¹). Priebeh dosiahnutých výsledkov, v závislosti od aplikovaného prípravku a hybridu, poukazuje na pozitívnu tendenciu tvorby úrody aplikáciou prípravkov a to v rozsahu hybridu Multipel + 0,27 t.ha⁻¹, Estevio + 0,36 t.ha⁻¹ a Coronado 0,37 t.ha⁻¹.

Tendencia výsledkov pokusov, z pohľadu vplyvu poveternostných podmienok, látok biologicky aktívnych a hybridov na produkciu zrna kukurice satej je v zodpovedajúcom rozsahu komparatívna s výsledkami autorov (Wanderley et al., 2007; Kheybari et al., 2013; Tewari & Arora, 2016; Ernst, 2017) zaoberajúcich sa uvedenou problematikou.

Tab. 1 Úroda zrna kukurice siatej

hybrid	variant	t.ha ⁻¹		
		2019	2020	priemer
Multipel	kontrola	8,97	9,73	9,35
	Phosph Plus + Nutri Zn	9,05	10,20	9,62
	priemer	9,01	9,96	9,48
Estevio	kontrola	7,98	8,60	8,29
	Phosph Plus + Nutri Zn	8,20	9,10	8,65
	priemer	8,09	8,85	8,47
Coronado	kontrola	7,53	8,48	8,01
	Phosph Plus + Nutri Zn	7,87	8,90	8,38
	priemer	7,70	8,69	8,19
priemer – kontrola		8,06	8,93	8,55
priemer – Phosph Plus + Nutri Zn		8,35	9,40	8,87
Celkový priemer		8,21	9,16	8,70

Tab. 2 Hodnotenie úrody zrna (2019 – 2020) analýzou rozptylu (ANOVA)

Zdroj variability	P - hodnota
Ročník	0,0000**
Phosph Plus + Nutri Zn	0,0000**
Hybrid	0,0964*

Vysvetlivky: *p-hodnota – hladina preukaznosti*

*** štatisticky vysoko preukazný vplyv faktora na hodnotený znak*

ZÁVER

Z dvojročných maloparcelových pokusov, realizovaných na experimentálnych pozemkoch Strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre v rokoch 2019 - 2020, bol zistený štatisticky vysoko preukazný vplyv poveternostných podmienok ročníka a podporných prípravkov na báze biostimulátorov rastu na úrodu zrna kukurice siatej. Vplyv hybridov bol štatisticky preukazný.

Z hľadiska formovania úrody zrna bol poveternostne priaznivejším experimentálny rok 2020 (+ 0,95 t.ha⁻¹) v porovnaní s rokom 2019.

Produkčný ukazovateľ úrody zrna vykazoval vplyvom aplikácie Phosph Plus a Nutri Zn, pozitívnu tendenciu a to nielen celkovo v priemere rokov, ale aj v rámci jednotlivých hybridov. Celkovo najvyššiu úrodu zrna sme zistili pri hybride Multipel 9,48 t.ha⁻¹. Najnižšia úroda bola pri Coronado (8,19 t.ha⁻¹).

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. DRGOŇA, J. – DUCSAY, L. – VICIANOVÁ, M. Vplyv výživy na kvantitatívne parametre úrod zrna a silážnej hmoty kukurice siatej. Nitra: SPU, 2019, 104 s., ISBN 978 - 80 - 552 - 2095 - 6,
2. ERNST, D. Hodnotenie produkčného potenciálu slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) vplyvom biostimulátorov rastu: doktorandská dizertačná práca. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2017, 149 p.
3. FECENKO, J. – LOŽEK, O. Úroda zrna kukurice siatej v závislosti od hnojenia dusíkom (online). Dostupné na <http://www.agris.cz/vyzkum/detail.php?id=118823&iSub=566&PHPSESSID=bb23->>
4. JANKOWSKI, K. et al. Biostimulators for field crops. Biostimulators in modern agriculture. Warsaw: Wieś jutra Sp. Z. o. o., 2008, p. 24, ISBN 83 - 89503 - 50 - 6.
5. KHEYBARI, M. et al. 2013. Response of sunflower head characteristics to PGPR and amino acid application under water stress conditions. In International Journal of Agronomy and Plant Production, vol. 4, no. 8, pp. 1760 - 1765. ISSN 2051-1914
6. TEWARI, S. – ARORA, N. K. 2016. Fluorescent *Pseudomonas* sp. PF17 as an efficient plant growth regulator and biocontrol agent for sunflower crop under saline conditions. In Symbiosis, vol. 68, no. 1, pp. 99 - 108. ISSN 0334 -5114. DOI 10.1007/s 13199 - 016 - 0389 - 8
7. WANDERLEY, C. S. – REZENDE, R. – ANDRADE, C. A. B. Effect of paclobutrazol as regulator of growth in production of flowers of sunflower in cultivo hidropônico. In Ciência e Agrotecnologia, 2007, vol. 31, pp. 1672 – 1678. ISSN 1981 – 1829. DOI [dx.doi.org/10.1590/S141370542007000600011](https://doi.org/10.1590/S141370542007000600011).

Kontaktná adresa

doc. Ing. Ivan Černý, PhD., Ústav agronomických vied FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: ivan.cerny@uniag.sk

VPLYV PRAŽENIA NA OBSAH VOLATILNÝCH LÁTOK V *COFFEA ARABICA*

EFFECT OF ROASTING ON VOLATILES IN *COFFEA ARABICA*

Demianová Alžbeta, Bobková Alica, Jurčaga Lukáš, Belej Ľubomír, Bobko Marek, Žiak Miroslav, Vlčko Tomáš, Poláková Katarína

Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

Summary

This study aims to identify volatiles compounds in green beans of *Coffea arabica* and possible changes caused by the roasting process (medium roasting level, Full City ++). Altogether 154 volatiles were identified using GC-MS and NIST Library 02. According to the functional chemical group, these were divided into categories: furan derivatives, aldehydes, ketones, alcohols, organic acids, hydrocarbons (alkanes, alkenes, alkynes, aromatic hydrocarbons), terpenes, heterocyclic compounds. Based on our results, the medium roasting process significantly decreased the content of aldehydes, alcohols, organic acids, and their esters, alkanes, and terpenes, alkenes decrease was non-significant. On the contrary, the roasting process increased the content of furan derivatives, which was 3.5 times higher in roasted samples. Also, a significant increase was observed within heterocyclic compounds, aromatic hydrocarbons, and ketones.

Key words: volatiles, gas chromatography, *coffea arabica*, medium roasting level

ÚVOD

Z druhov kávovníkov je na svetovom trhu najvýznamnejší druh *Coffea arabica* L. Augustín (2016). Kvalita kávy je definovaná jej senzorickými aspektmi. Kvalita a obsah chemického zloženia kávových zŕn sa líši v závislosti od druhu kávy, nadmorskej výšky, pôdy, teplotných výkyvov a miesta ich rastu. Prchavé zložky kávových zŕn majú rôzne chemické vlastnosti. V zelenej káve bolo identifikovaných veľké množstvo prchavých látok, ale len niektoré, označené ako kľúčové, podmieňujú finálnu arómu. Najbežnejšou skupinou prchavých látok sú alkoholy, organické kyseliny a ich estery, uhľovodíky a aldehydy. Heterocyklické zlúčeniny sú veľmi dôležitými zložkami, ktorým sa pripisuje pozornosť vzhľadom na charakteristické senzorické vlastnosti, ktoré sú výsledkom ich prítomnosti (Yang et al., 2016; Tsegay et al., 2019).

Praženie je veľmi komplexný proces, pretože zahŕňa rôzne chemické reakcie a zmeny biologickej aktivity, ktoré sú ovplyvnené profilmi teplôt a času používanými v priebehu praženia (Wang et al., 2012). Počas praženia sa najskôr odparí zostávajúca voda a organické látky sa začnú strácať pri teplote 160 °C (Krejčí, 2000). Pôsobením takýchto teplôt dôjde k rozkladu proteínov až na jednoduchšie peptidy a k vzniku rôznych fenolové zlúčenín. Následne, v dôsledku procesov ako pyrolýza, prítomné oleje prestupujú až na povrch zrna. Ide o chemický proces, pri ktorom dochádza k rozkladu tukov a sacharidov pôsobením vysokých teplôt, a tiež k tvorbe kávových olejov, ktoré majú typický aromatický charakter (Wang et al., 2012).

Rovnako, dochádza k tvorbe približne 800 rôznych prchavých látok, ktoré vytvárajú typickú kávovú arómu a chuť (Kulapichitr et al., 2017). Prevažne sú to heterocyklické zlúčeniny, predovšetkým deriváty furánov, pyrolov, indolov, pyridínov, chinolínov, pyrazínov, chinoxalínov, thiazolov, oxazilov, a tiež tých, ktoré vznikajú v priebehu Maillardovej reakcie a karamelizácie. Tvorba arómy je podmienená aj prítomnosťou alifatických zlúčenín (uhľovodíky, alkoholy, karbonylové zlúčeniny, karboxylové kyseliny,

estery, alifatické dusíkaté zlúčeniny), alicyklických zlúčenín (ketóny) a aromatických zlúčenín (uhl'ovodíky, alkoholy, fenoly, karbonylové zlúčeniny, estery a i.) Aj sírne látky majú významný vplyv na arómu kávy, a to hlavne 2-furanmethanthiol a 5-methyl-2-furanmethanthiol (Caporaso et al., 2018).

Cieľom tohoto výskumu bolo popísať zmeny profilu prchavých látok v *Coffea arabica*, ktoré nastali v dôsledku stredného stupňa praženia (Medium roast - Full City ++).

MATERIÁL A METÓDY

Materiál

Vzorky zelenej kávy *Coffea arabica* boli dodané spoločnosťou Barzzuz (Banská Bystrica, Slovensko). Jednalo sa o vzorky *Coffea arabica*, odrody Hairloom z Etiópie (región Sidamo). Tieto boli následne upražené na stredný stupeň praženia (Medium roast), podstupeň Full City ++, teplota praženia 219,44 °C do prvého prasknutia a 220 °C do druhého prasknutia.

Metódy

Stanovenie prchavých zlúčenín pomocou plynovej chromatografie (GS-MS).

Desať gramov homogenizovaných kávových zŕn sme umiestnili do 40 ml sklenených vzorkovníčiek opatrených septom Archon caps ptfe / sil. Vzorky sa temperovali na 35 °C počas 15 minút v Metaltermoblock Liebisch Labortechnik, následne prebehla vlastná sorpcia, pri 35 °C, čas 30 minút, pomocou Fiber: Carboxen® / PDMS (CAR / PDMS) 2 cm. Nasledovala GC-MS analýza, s použitím plynového chromatografu Agilent Technologies 6890 (Agilent Technology, Palo Alto, USA) vybaveným detektorom (MSD) Agilent Technologies 5973. Prchavé látky sa oddelili pomocou kapilárnej kolóny J&W 122-7333 DB-WAXetr 30 m x 0,25 mm x 0,5 µm. Nosným plynom bolo hélium a teplota injektora bola 250 °C. Teplota v peci bola naprogramovaná ako izotermická pri 50 °C počas 1 minúty, potom sa zahrieva na 250 °C rýchlosťou 5 °C.min⁻¹. Vstupné parametre boli nasledujúce: splitless (zelená káva), split mode 10:1 (pražená), počiatková teplota: 250 °C, tlak: 88,9 kPa, prietok: 20,0 ml.min⁻¹, čas: 1,00 min, celkový prietok: 24,6 ml.min⁻¹. Hmotnostný spektrometer zbieral údaje v režime úplného skenovania. Identifikácia sa uskutočnila porovnaním hmotnostných spektier a chromatografických údajov cieľových zlúčenín s referenčnými materiálmi a knižnicou NIST 14.

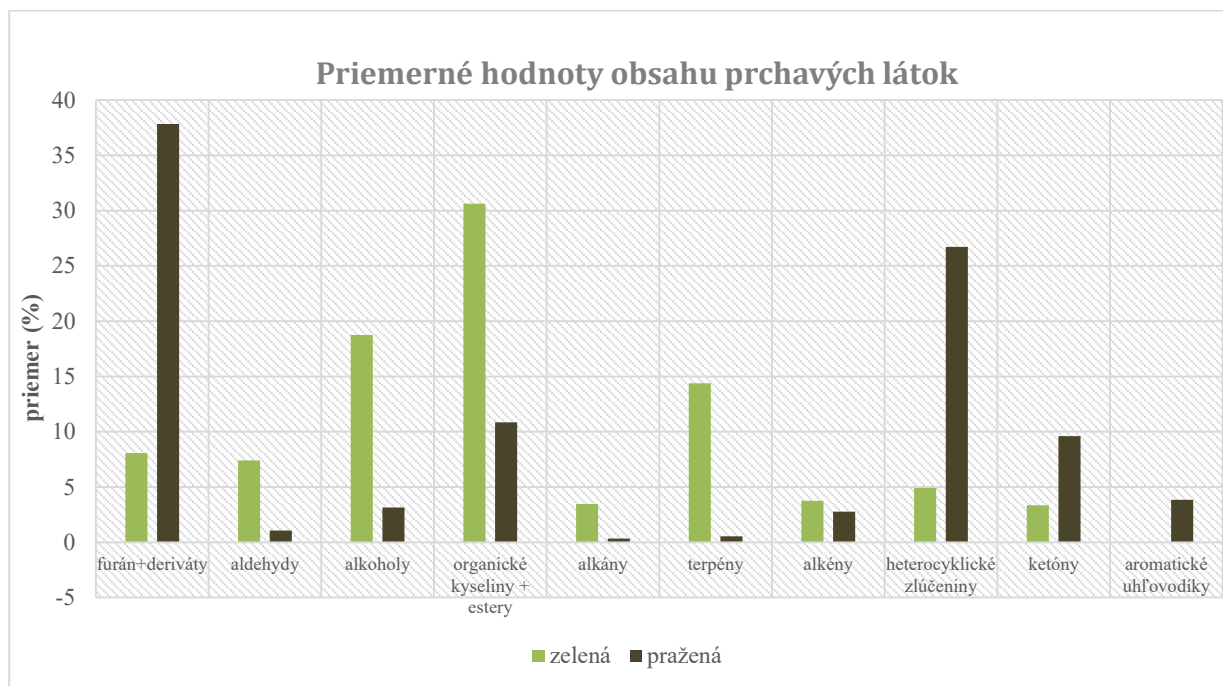
Štatistická analýza

Na interpretáciu výsledkov bola použitá deskriptívna štatistika, parametre ako minimum, maximum a aritmetický priemer. Na zistenie možných významných rozdielov vo vybraných skupinách bola použitá ANOVA Duncan test. Táto štatistická analýza bola vykonaná pomocou programu Microsoft Office Excel 365 pre iOS. Na porovnanie rozdielov spôsobených pražením bola použitá Analýza hlavných komponentov (XLStat Addinsoft, Microsoft Office 365 - Excel pre iOS).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V zelených a pražených vzorkách bolo spolu identifikovaných 154 rôznych prchavých látok. Na bližšiu identifikáciu konkrétnych skupín sme detegované látky štrukturovali do kategórií na základe prítomnosti funkčných skupín. Jednalo sa o kategórie: deriváty furánu,

aldehydy, alkoholy, organické kyseliny a ich estery, uhľovodíky (alkány, alkény, alkíny a aromatické uhľovodíky), heterocyklické zlúčeniny, ketóny a terpény. Rovnako sme postupovali v prípade praženej kávy. Priemerné obsahy jednotlivých skupín sú zobrazené na obr. 1.



Obr. 1 Profil prchavých látok v zelenej a praženej káve *C. arabica*

Podľa Yeretizian et al., (2019), obsahuje zelená káva väčšinou organické kyseliny a ich estery, aldehydy a alkoholy, čo je v súlade s našimi výsledkami. V najväčšom množstve boli zastúpené práve organické kyseliny a ich estery, jednalo sa najmä o metylester kyseliny 2-buténovej; etylester kyseliny pentánovej a kyseliny octovej, tiež kyselinu hexánovú, oktánovú a benzoovú. Pražením (stredný stupeň praženia, podstupeň Full City ++) došlo k zníženiu obsahu tejto skupiny priemerne o 66 %.

V zelených kávach boli výrazne zastúpené aj alkoholy, najmä 1-heptanol; 1-butanol, 3-metyl-; 1-hexanol; 2-pentanol a iné. Rovnako, v dôsledku procesu praženia, došlo k výraznému poklesu týchto látok, v priemere o viac ako 86 %.

Keďže furán je klasifikovaný, ako možný ľudský karcinogén (Gruczyńska et al., 2018) a jednotlivé krajiny produkujúce kávu, musia spĺňať prísne legislatívne limity, skupina furanových zlúčenín bola posudzovaná osobitne. Samotný furán nebol zistený v žiadnej zelenej ani praženej káve. V zelených vzorkách bol spomedzi jeho derivátov najviac zastúpený furfural; furán, 2-metyl-; furán, 3-metyl-; a 2-furánmetanol.

Tab. 1 Porovnanie zmien v profile prchavých zlúčenín pomocou ANOVA Duncan test

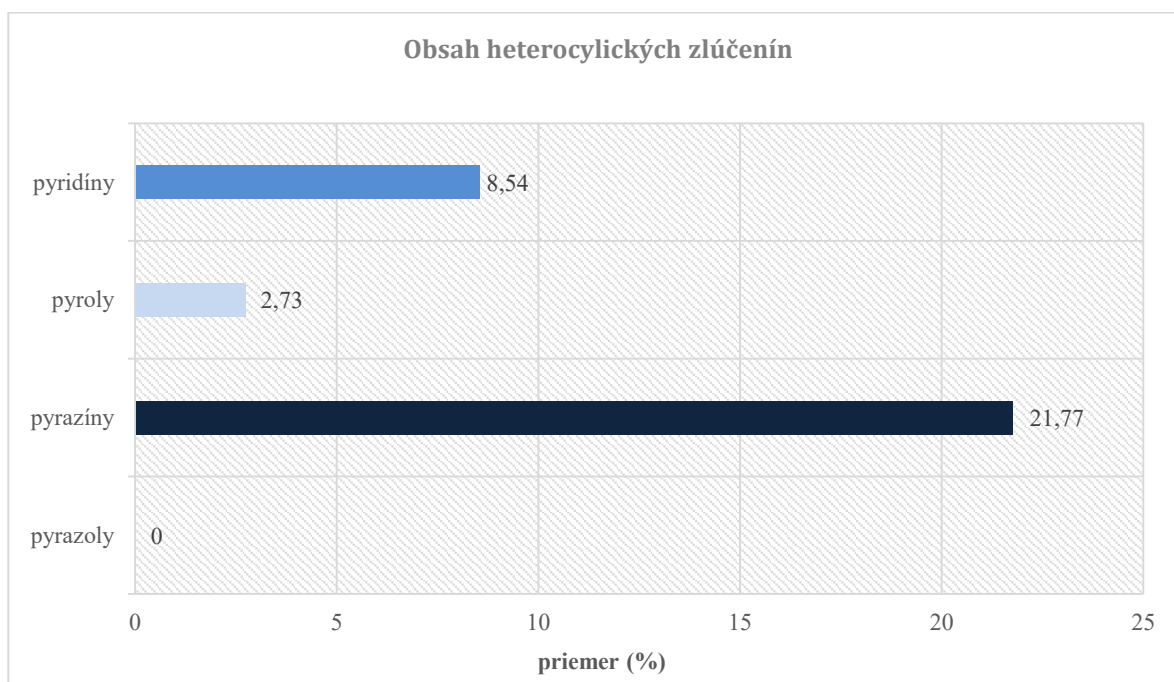
	furán+deriváty	aldehydy	alkoholy	organické kyseliny + estery	alkány
zelená	8,072 ^b	7,395 ^a	18,755 ^a	30,637 ^a	3,454 ^a
pražená	37,825 ^a	1,068 ^b	3,151 ^b	10,853 ^a	0,353 ^b
	terpény	alkény	heterocyklické zlúčeniny	ketóny	aromatické uhľovodíky
zelená	14,374 ^a	3,747 ^a	4,903 ^b	3,361 ^a	0,000 ^a
pražená	0,552 ^b	2,785 ^a	26,701 ^a	9,599 ^a	3,843 ^a

Vysvetlivky: Stĺpce, označené rôznymi indexmi sú štatisticky signifikantne odlišné ($P < 0,05$)

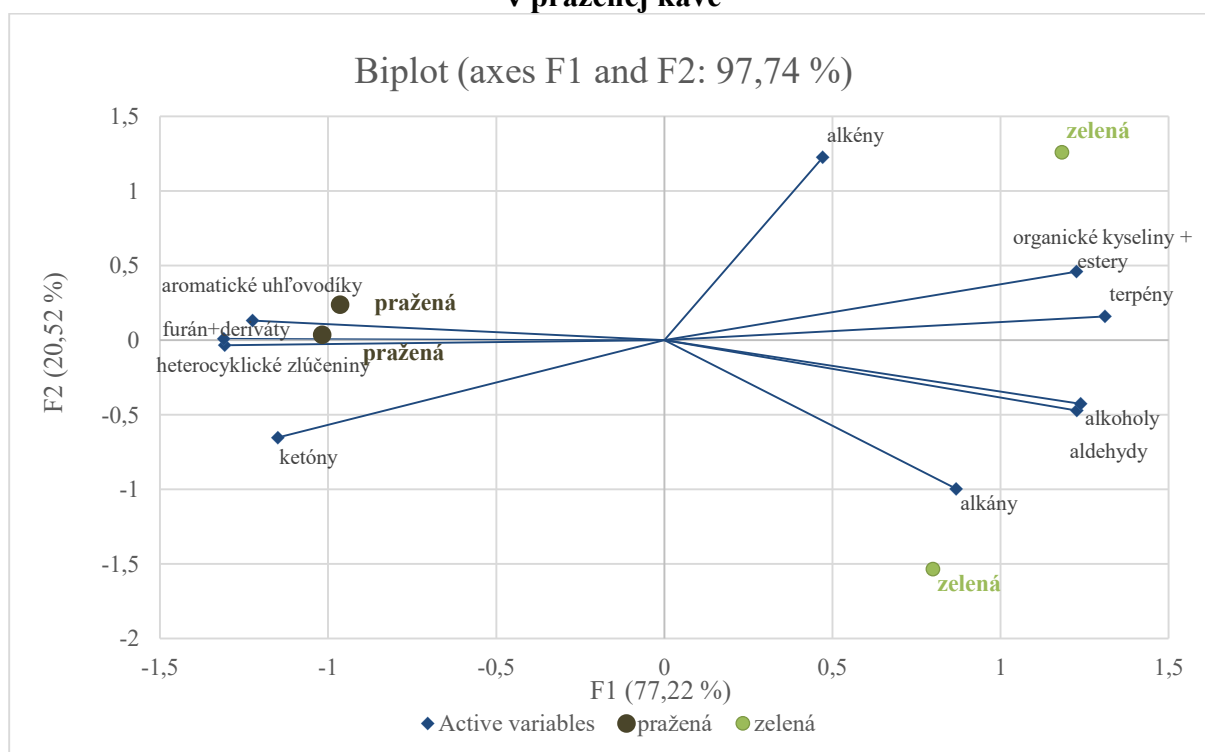
Na úrovni necelých 14 % boli v zelených kávach zastúpené aj terpény, najmä D-limonén; 3-karén; a pinén. Proces praženia signifikantne znížil obsah tejto skupiny, a to o 96 %.

Uhľovodíky predstavujú pomerne širokú skupinu látok. V prípade zelených aj pražených káv sme prítomnosť alkínov nezaznamenali ani v jednej zo vzoriek. Najviac však boli zastúpené alkány. Avšak, ich obsah po pražení signifikantne poklesol, o skoro 90 % (Tab. 1). Na takmer identickej úrovni sme zaznamenali aj alkény. Rovnako, aj v tejto skupine nastal pokles spôsobený pražením, avšak jednalo sa o nesignifikantné rozdiely. Prítomnosť uhľovodíkov s aromatickým jadrom sme nezaznamenali v zelených kávach, ale proces praženia podmienil ich vznik, vzhľadom na prítomnosť ich prekursorov. Novovzniknutými aromatickými látkami boli najmä fenol a fenol, 3-metyl-. Podľa Müller et al., (2006) môže byť prekursorom vzniku fenolických látok kyselina kávová.

Jedny z najväčších zmien boli zaznamenané v prípade skupiny heterocyklických zlúčenín. Viaceré publikácie vrátane Caporaso et al., (2018) uviedli, že heterocyklické zlúčeniny sú špecifické pre praženú kávu, ale ich prítomnosť v zelených kávových bôboch potvrdili Kulapichitr et al. (2017). Rovnako, naše výsledky preukázali prítomnosť heterocyklických zlúčenín v zelených kávach, na úrovni priemerne 4,9 %. Najviac zastúpené boli pyridín; pyrazín, metyl-; pyrazín, etyl-; 2,6-lutidín, pyridín. Proces praženia signifikantne ovplyvnil obsah heterocyklov, kedy došlo k takmer 5,5-násobnému nárastu tejto skupiny. V najväčších koncentračných rozsahoch boli stanovené pyrazíny (Obr. 2), konkrétne 2-ethyl-6-methyl-; pyrazine; 2-ethyl-5-methyl-; pyrazine, trimethyl-; pyrazine, 2,6-diethyl-; pyrazine, ethenyl-; pyrazine, 3-ethyl-2,5-dimethyl. Podľa (Tsegay et al., 2019) sú za prekursorov ich vzniku pokladané niektoré zlúčeniny zo skupiny uhľovodíkov.



Obr. 2 Priemerný obsah jednotlivých skupín z celkového obsahu heterocyklov v praženej káve



Obr. 3 Rozdelenie pražených a zelených káv pomocou PCA

Podľa obr. 3, ktorý predstavuje analýzu hlavných komponentov, je zelená káva primárne definovaná obsahom organických kyselín a ich esterov, alkénov, terpenov, alkoholov, aldehydov a alkánov. Naopak, na základe veľkosti vektorov a ich polohy, môžeme usúdiť, že pražením nastali najväčšie zmeny v obsahu ketónov, heterocyklických zlúčenín, derivátov furánu a aromatických uhľovodíkov.

ZÁVER

Prchavé zlúčeniny označujú sekundárne metabolity, ktoré sa primárne podieľajú na vzniku arómy. Zelené kávové zrná obsahujú len obmedzené koncentrácie, preto ich aróma nie je veľmi výrazná. Avšak, obsahujú veľké množstvo prekursorov, vrátane sacharidov a dusíkatých zlúčenín, z ktorých sa počas praženia vyvinú aromatické zlúčeniny. Praženie v zrne vyvoláva rad chemických procesov, ktoré spôsobujú vývoj prchavých zlúčenín. Medzi tieto procesy patrí Maillardova reakcia alebo neenzymové hnednutie, Streckerova degradácia a degradácia jednotlivých aminokyselín, trigonelín, cukor, fénové kyseliny a lipidy. Tieto procesy majú za následok vznik veľkého množstva prchavých látok.

Pomocou GC-MS sme stanovili profil prchavých látok v zelených kávových zrnách, ktorých majoritnými prchavými látkami boli organické kyseliny a ich estery, alkoholy, terpény a aldehydy. Proces praženia tieto látky degradoval, čo viedlo k významnému poklesu ich koncentrácií. Analýzou hlavných komponentov sa nám podarilo dokázať, že z hľadiska profilu prchavých látok je pražená káva definovaná obsahom heterocyklických zlúčenín, derivátov furánu, ketónov a aromatických uhlíkovodíkov.

PodĎakovanie: Tento výskum bol realizovaný vďaka projektu Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR, grant VEGA 1/0734/20 a grant KEGA 024SPU-4/2021.

LITERATÚRA

1. AUGUSTÍN, J. 2016. *Pri káve o káve a kávovinách*. Brno: Jota, 2016. 360 s. ISBN 978-80-7462-851-1.
2. CAPORASO, N. – WHITWORTH, M. – CUI, C.- FISK, I. 2018. Variability of single bean coffee volatile compounds of Arabica and robusta roasted coffees analysed by SPME-GC-MS. *Food Research International* 2018;(108):628-640. <http://doi:10.1016/j.foodres.2018.03.077>.
3. GRUCZYŃSKA, E. – KOWALSKA, D. – KOZŁOWSKA, M. – MAJEWSKA, E. – TARNOŃSKA, K. 2018. Furan in roasted, ground and brewed coffee. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny* 2018;69(2):111-118. PMID: 29766689.
4. KREJČÍ, I. 2000. *O kávě a čaji, aneb, Víme, proč je pijeme?* Praha: Grada, 2000. 100 s. ISBN 80-7169-535-1
5. KULAPICHITR, F. – BOROMPICHAICHARTKUL, C., – PRATONTEP, S., LOPETCHARAT, K. – BOONBUMRUNG, S. – SUPPAVORASATIT, I. 2017. Differences in volatile compounds and antioxidant activity of ripe and unripe green coffee beans (*Coffea arabica* L. 'Catimor'). *Acta Horticulturae* 2017;(1179):261-268. 10.17660/ActaHortic.2017.1179.41.
6. MÜLLER, C. – LANG, R. – HOFMANN, T. 2006. Quantitative Precursor Studies on Di- and Trihydroxybenzene Formation during Coffee Roasting Using "In Bean" Model Experiments and Stable Isotope Dilution Analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006;54(26): 10086–10091. doi:10.1021/jf062727y
7. SÁDECKÁ, J. – KOLEK, E. – PANGALLO, D., VALÍK, L., & KUČKA, T. 2014. Principal volatile odorants and dynamics of their formation during the production of May Bryndzacheese. *Food Chemistry*. 2014; (150):301–306. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.163>
8. TSEGAY, G. – REDI-ABSHIRO, M. S. – CHANDRAVANSI, B. – ELE, E. – MOHAMMED, A. – MAMO, H. 2019. Volatile profile of green coffee beans from *Coffea arabica* L. plants grown at different altitudes in Ethiopia. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*. 2019;33(3), 401. doi:10.4314/bcse.v33i3.2

9. WANG, Z. H. – GAO, Q. Y. – FANG, J. Y. 2012. *Green tea and incidence of colorectal cancer: evidence from prospective cohort studies*. In *Nutrition and Cancer*. 2012;64, pp.1143–1152. ISSN: 0163-5581.
10. YANG, N. – LIU, C. – LIU, X. – DEGN, T. K. – MUNCHOW, M. – FISK, I. 2016. Determination of volatile marker compounds of common coffee roast defects. *Food Chemistry*. 2016;211, 206–214. doi:10.1016/j.foodchem.2016.04.124
11. YERETZIAN, Ch. – OPITZ, S. – SMRKE, S. – WELLINGER, M. 2019. CHAPTER 33. Coffee Volatile and Aroma Compounds – From the Green Bean to the Cup: Production, Quality and Chemistry. 10.1039/9781782622437-00726.

Kontaktná adresa

Ing. Alžbeta Demianová, Ústav potravinárstva FBP SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: xdemianova@uniag.sk

VPLYV STIMULÁTORA RASTU NA BÁZE HUMÍNOVÝCH A FULVONOVÝCH KYSELÍN NA ÚRODU ZRNA A OBSAH ŠKROBU V ZRNE PŠENICE LETNEJ FORMY OZIMNEJ IMPACT OF HUMIC AND FULVONIC ACID-BASED GROWTH STIMULATOR ON GRAIN YIELD AND STARCH CONTENT OF WINTER WHEAT GRAIN

Ernst Dávid, Zagiba Tamás, Černý Ivan, Vicianová Mária, Zapletalová Alexandra,
Vician Tomáš, Skopal Ján

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

Summary

The aim of the study was to evaluate the effect of growth stimulator based on humic and fulvonic acids on grain yield and starch content of winter wheat grain (*Triticum aestivum* L.) in the conditions of southern Slovakia. The experimental site is located in the Košice region, in the Rožňava district (the cadastral territory of the village of Jovice). The experiment was performed with winter wheat *CH Combin* variety. The used *BlackJak*[®] growth stimulator contains 20% humic acids and 4% fulvonic acids. It was applied by foliar sprayer in the growth phases of BBCH 30 and BBCH 59 at a dose of 2 l.ha⁻¹. The results show that the *BlackJak*[®] stimulator increased yield of wheat by 0.4 t.ha⁻¹. The yield of grains was 5.1 t.ha⁻¹ on the control variant, while it was 5.5 t.ha⁻¹ on the stimulator-treated variant. The effect of the stimulator was statistically high significant ($\alpha = 0.05$; $P = 0.008$). The stimulator also had a positive effect on the starch content of the grain. The starch content increased by 0.37% to 57.12% compared to the control variant (56.75%). The effect of the stimulator was evaluated as statistically high significant too ($\alpha = 0.05$; $P = 0.000$). Based on the obtained results, we consider the application of the *BlackJak*[®] stimulator to winter wheat stands as a suitable rationalization element of its cultivation technology, which increases the yield and starch content of grain.

Key words: winter wheat, humic acids, fulvonic acids, yield, starch

ÚVOD

Hustosiate obilniny predstavujú základnú zložku rastlinnej výroby takmer vo všetkých vyspelých štátoch sveta. Pšenica je globálnou plodinou, ktorá zastupuje tretie miesto v celkovej produkcii zrna hneď za kukuricou a ryžou (Wrigley, 2019). V Slovenskej republike zaberá pšenica približne polovicu z celkovej pestovateľskej plochy obilnín a je základnou zložkou osevného postupu skoro v každom poľnohospodárskom podniku. Pšenica patrí medzi najrozšírenejšie plodiny využívané vo výžive ľudí. V našich zemepisných šírkach je najmä tzv. chlebovou obilninou. Chlieb je nielen u nás, ale v mnohých krajinách sveta základnou potravinou (Masár, 2019). Z pšenice sa taktiež vyrábajú rôzne druhy múk, používa sa na výrobu krúp, rozličných druhov cestovín a je surovinou aj v cukrárenskom priemysle. Pri potravinárskom využití je rozhodujúca technologická a nutričná kvalita pšeničného zrna (Tadesse et al., 2016).

Základným predpokladom pre vypestovanie zrna pšenice v požadovanej kvantite a kvalite je dodržanie technologických zásad pestovania a racionalizácia výživy a ochrany. Moderným prvkom v agrotechnike pestovania je využívanie stimulátorov rastu, ktoré pomáhajú rastlinám prekonávať stresové situácie, stimulujú tvorbu enzýmov, zlepšujú príjem živín a vody z pôdy. Za významné možno považovať stimulatory rastu, ktorých účinok je založený na báze humátov (Arlene a Adviento-Borbe, 2020). Cieľom nášej štúdie bolo

skúmať vplyv stimulátora rastu na báze humínových a fulvonových kyselín na úrodu zrna a obsah škrobu v zrne pšenice letnej formy ozimnej.

MATERIÁL A METÓDY

Pokusná lokalita sa nachádza v Košickom kraji, v okrese Rožňava v katastrálnom území obce Jovice (294 m n. m.) s členitým a kopcovitým terénom. Daný región je charakteristický sumou priemerných denných teplôt nad 10 °C v rozmedzí 2500 – 2800 °C a priemernou teplotou vzduchu za vegetačné obdobie 14 – 15 °C a úhrnom zrážok 702 mm (Šüle, 2005). Na základe kritérií, ktoré uvádzajú Pospíšil a Candráková (2015), zaradíme pokusnú lokalitu do obilninárskej výrobnnej oblasti. Výmera pokusnej parcely bola 3,5 ha. Pôdnym typom na pokusnej parcele bola fluvizem glejová. V rámci pôdných druhov zaradíme pôdu na pokusnej lokalite medzi pôdy piesočnato-hlinité.

Pokus sa realizoval v pestovateľskej sezóne 2017/2018 a bol založený konvenčnou agrotechnikou. Predplodinou bol jačmeň siaty jarný. Výpočet dávok priemyselných hnojív bol realizovaný na základe agrochemického skúšania pôd.

Pokus bol realizovaný na odrode pšenice letnej formy ozimnej (*Triticum aestivum* L.) *CH Combin*. Táto odroda je registrovaná s hodnotením pekárenskej akosti E. Je charakterizovaná ako skorá ostinatá odroda nízkeho vzrastu. Vďaka nízkemu vzrastu sa vyznačuje vysokou odolnosťou proti poliehaniu (Rapool, 2021).

BlackJak[®] je stimulátor rastu a pôdny kondicionér na báze humátov získaných z čistého prírodného zdroja leonarditu. Humáty obsiahnuté v prípravku sú prirodzene sa vyskytujúce kompletne rozložené organické látky, ktoré boli aktivované jedinečným nechemickým procesom zabezpečujúcim tak ich bezpečné, efektívne a ekonomické využitie na stimuláciu rastlín. Obsahuje 20 % humínových kyselín a 4 % fulvokyselín (Asra, 2019). Foliárne bol aplikovaný v rastovej fáze BBCH 30 a BBCH 59 v dávke 2 l.ha⁻¹.

Medzi ukazovatele hodnotenia experimentu patrí: i) úroda zrna (t.ha⁻¹) – po priamom zbere obilným kombajnom bola úroda uskladnená v obilnom sklade, kde bola vážená; ii) obsah škrobu – z oboch variantov pokusu boli odobraté vzorky zrna, ktoré boli následne analyzované na Katedre agrochémie a výživy rastlín, FAPZ, SPU v Nitre. Obsah škrobu bol stanovený Ewersovou metódou.

Pri štatistickom spracovaní výsledkov v programe Statistica 10 bola využitá metóda jednofaktorová analýza rozptylu pri 95 % hladine významnosti. Na testovanie kontrastov bol využitý Fisherov LSD test.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerná úroda zrna pšenice letnej formy ozimnej v pestovateľskej sezóne 2017/2018 dosiahla hodnotu 5,3 t.ha⁻¹. Najnižšia úroda zrna bola zaznamenaná na kontrolnom variante (5,1 t.ha⁻¹). Najvyššia úroda zrna (5,5 t.ha⁻¹) bola pozorovaná na variante s aplikáciou stimulátora rastu *BlackJak*[®], kde bol zistený nárast úrody v porovnaní s kontrolným variantom o 0,4 t.ha⁻¹. Výsledky analýzy rozptylu (tab. 1) potvrdili štatisticky vysoko preukazný vplyv ($\alpha = 0,05$; $P = 0,008$) stimulátora rastu *BlackJak*[®] na ukazovateľ úroda zrna. Humáty majú vo výžive obilnín veľký význam, ich pozitívny vplyv na produkčné parametre pšenice letnej zaznamenali vo svojej štúdii aj Bezuglova et al. (2017).

Tab. 1 Vplyv stimulátora rastu na úrodu zrna pšenice letnej formy ozimnej (testovanie kontrastov – Fisherov LSD test)

Variant pokusu	Úroda zrna (t.ha ⁻¹)
Kontrola	5,1 ^a
<i>BlackJak</i> [®]	5,5 ^b
Priemer	5,3

Vysvetlivky: písmená „a, b“ poukazujú na štatisticky významné rozdiely medzi variantami

Priemerný obsah škrobu v zrne pšenice letnej formy ozimnej dosiahol hodnotu 56,94 %. Najnižší obsah škrobu (56,75 %) bol zaznamenaný na kontrolnom variante. Na variante s aplikáciou stimulátora rastu *BlackJak*[®] bol zaznamenaný najvyšší obsah škrobu na úrovni 57,12 %. Obsah škrobu na variante ošetrovanom stimulatorom rastu bol vyšší o 0,37 % v porovnaní s kontrolou. Výsledky analýzy rozptylu (tab. 2) potvrdili štatisticky vysoko preukazný vplyv ($\alpha = 0,05$; $P = 0,0000$) stimulátora rastu *BlackJak*[®] na obsah škrobu v zrne pšenice letnej formy ozimnej. Iwaniuk et al. (2021), podobne ako my, potvrdzujú pozitívny vplyv stimulatorov rastu na kvalitatívne ukazovatele pšenice letnej, medzi ktoré patrí aj obsah škrobu v zrne.

Tab. 2 Vplyv stimulátora rastu na obsah škrobu v zrne pšenice letnej formy ozimnej (testovanie kontrastov – Fisherov LSD test)

Variant pokusu	Obsah škrobu (%)
Kontrola	56,75 ^a
<i>BlackJak</i> [®]	57,12 ^b
Priemer	56,94

Vysvetlivky: písmená „a, b“ poukazujú na štatisticky významné rozdiely medzi variantami

ZÁVER

Cieľom štúdie bolo zhodnotiť vplyv stimulátora rastu na báze humínových a fulvonových kyselín na úrodu zrna a obsah škrobu v zrne pšenice letnej formy ozimnej (*Triticum aestivum* L.) v podmienkach južného Slovenska. Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že stimulátor *BlackJak*[®] zvýšil úrodu pšenice o 0,4 t.ha⁻¹. Úroda činila na kontrolnom variante 5,1 t.ha⁻¹, kým na variante ošetrovanom stimulatorom to bolo 5,5 t.ha⁻¹. Vplyv stimulátora rastu na úrodu zrna bol vyhodnotený ako štatisticky vysoko preukazný ($\alpha = 0,05$; $P = 0,008$). Stimulátor rastu priaznivo ovplyvnil aj obsah škrobu v zrne. Obsah škrobu sa zvýšil o 0,37 % na 57,12 % v porovnaní s kontrolou (56,75 %). Vplyv stimulátora na obsah škrobu bol vyhodnotený taktiež ako štatisticky vysoko preukazný ($\alpha = 0,05$; $P = 0,0000$). Na základe získaných výsledkov považujeme aplikáciu stimulátora rastu *BlackJak*[®] na porasty pšenice letnej formy ozimnej za vhodný racionalizačný prvok jej technológie pestovania, ktorý zvyšuje úrodu a obsah škrobu v zrne, čo je z hľadiska výživy ľudí významný poznatok.

Pod'akovanie: 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. ARLENE, M. – ADVIENTO-BORBE, A. 2020. An agronomic overview of US cereal cropping systems. In PERDON, A.A. et al. *Breakfast Cereals and How They Are Made*. Amsterdam: Elsevier, pp. 39-71. ISBN 978-0-12-812043-9. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812043-9.00003-5>
2. ASRA. 2019. *Produktový katalóg 2019*. Ivanka pri Dunaji: Asra, s.r.o. 95 s.
3. BEZUGLOVA, O.S. – POLIENKO, E.A. – GOROVTSOV, A.V – LYHMAN, V.A. – PAVLOV, P.D. 2017. The effect of humic substances on winter wheat yield and fertility of ordinary chernozem. *Annals of Agrarian Science* 2017;15: 239-242. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2017.05.006>
4. IWANIUK, P. – LOZOWICKA, B. – KACZYNSKI, P. – KONECKI, R. 2021. Multifactorial wheat response under *Fusarium culmorum*, herbicidal, fungicidal and biostimulator treatments on the biochemical and mycotoxins status of wheat. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 2021; In Press. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.05.010>
5. MASÁR, I. 2019. *Obilniny – Situačná a výhľadová správa k 30.6. 2019*. Bratislava: VÚEPP. 63 p. ISSN 1338-483X
6. POSPIŠIL, R. – CANDRÁKOVÁ, E. 2015. *Všeobecná rastlinná výroba*. Nitra: Vydavateľstvo SPU. 206 p. ISBN 978-80-552-1353-8
7. RAPOOL, 2021. *Pšenica CH Combin*. [online], aktualizované 2021 [cit. 2021-07-26]. Dostupné na: <http://rapool.sk/index.php/osiva/hustosiate-oziminy>
8. ŠŮLE, P. 2005. *Encyklopédia miest a obcí Slovenska*. Lučenec: PS LINE. 960 p. ISBN 80-969388-8-6
9. TADESSE, W. et al. 2016. Wheat. In SINGH M. & UPADHYAYA H.D. *Genetic and Genomic Resources for Grain Cereals Improvement*. Amsterdam: Elsevier, pp. 81-124. ISBN 978-0-12-802000-5. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802000-5.00002-2>
10. 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, Ing.Paed.IGIP, PhD., Ústav agronomických vied FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: david.ernst@uniag.sk

OVPLYVNITEĽNÉ FAKTORY KARDIOVASKULÁRNYCH CHORÔB V SÚBORE DOSPELÝCH OSÔB

CONTROLLABLE FACTORS OF CARDIOVASCULAR DISEASES IN A SET OF ADULTS

Fatrcová-Šramková Katarína, Ježik Alexander, Schwarzová Marianna

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

Summary

The aim of the work was to evaluate the occurrence of controllable risk factors of cardiovascular diseases and to compare the representation of risk values of the examined parameters in the groups: women and men. It was attended by 114 randomly selected adults (72 women, 42 men). The mean age of the set was 22.5 ± 1.4 years. The research was performed using anthropometric parameters (body fat, body weight and height, waist and hip circumference, BMI, WHR index, waist/height ratio), biochemical parameters (total cholesterol, LDL-cholesterol, HDL-cholesterol, atherogenic index, triacylglycerols) and blood pressure in a selected group of adults. From the evaluated group, optimal BMI was found in 61.4 % individuals. Pre-obesity was detected in 18.1 % of women and 31.0 % of men, grade 1 obesity was found in 5.6 % of women and 11.9 % of men. Non-risk LDL-cholesterol values were found in 76.4 % of women and 73.8 % of men. Triacylglycerol reference values were exceeded in 16.7 % of men and 1.4 % of women. Optimal values of systolic and diastolic blood pressure were in 98.6 % of women and 88.1 % of men. 33.3 % of men and 25 % less women had high systolic blood pressure values ($p < 0.01$).

Key words: cardiovascular diseases, anthropometric parameters, biochemical parameters, blood pressure, lifestyle.

ÚVOD

Kardiovaskulárne choroby patria celosvetovo k najzávažnejším príčinám pracovnej neschopnosti a zároveň tvoria najväčší podiel hospitalizácií. Aj v SR majú ochorenia obehovej sústavy pri pobyte v nemocnici jednoznačné prvenstvo v porovnaní so všetkými ostatnými diagnózami. Štatistiky Národného centra zdravotníckych informácií uvádzajú na Slovensku v roku 2019 počet hospitalizovaných viac ako 4 tisíc pacientov s akútnym koronárnym syndrómom, z toho najviac vo vekovej skupine 45-64 rokov. Navyše kardiovaskulárne choroby postihujú čoraz viac aj mladých ľudí. Riziko infarktu a cievnej mozgovej príhody je možné do značnej miery znížiť úpravou životného štýlu (Štatistický úrad SR, 2021).

Cieľom práce bolo zhodnotiť v súbore dospelých osôb zastúpenie nepriaznivých hodnôt vyšetrených parametrov ako rizikových faktorov kardiovaskulárnych chorôb a porovnať ich v skupinách podľa pohlavia.

MATERIÁL A METODIKA

Vo vybranej časti dospeléj populácie sme hodnotili výskyt rizikových faktorov kardiovaskulárnych chorôb. Do súboru sme náhodným výberom zaradili 114 dospelých osôb, z ktorých bolo 72 žien (63,2 %) a 42 mužov (36,8 %). Priemerný vek súboru bol $22,5 \pm 1,4$ rokov, medián a modus 22 rokov. Ženy mali priemerný vek $22,7 \pm 1,4$ rokov, muži $22,1 \pm 1,2$ rokov. Probandi boli vo vekovom rozsahu 20 – 27 rokov, ženy 20 – 27 rokov a muži 20 – 25 rokov (tab. 1).

Tab. 1 Vekové zloženie súboru

Vek (roky)	Ženy		Muži		Celý súbor	
	n	%	n	%	n	%
≤ 21	16	22,2	13	31,0	29	25,4
22	19	26,4	18	42,9	37	32,5
23	22	30,6	5	11,9	27	23,7
24	7	9,7	4	9,5	11	9,6
25	5	6,9	2	4,8	7	6,1
26	1	1,4	0	0,0	1	0,9
27	2	2,8	0	0,0	2	1,8

$p \geq 0,05$

U probandov sme vyšetrovali vybrané rizikové faktory kardiovaskulárnych a metabolických chorôb vrátane parciálnych ukazovateľov metabolického syndrómu. Hodnotili sme lipidový profil, použitím prístroja Reflotron (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Germany) sme vyšetrovali celkový cholesterol, triacylglyceroly, HDL-cholesterol. LDL-cholesterol sme zistili výpočtom podľa Friedewalda. Aterogénny index sme následne vypočítali na základe zistených hodnôt celkového cholesterolu a HDL-cholesterolu: aterogénny index = celkový cholesterol/HDL-cholesterol. Krvný tlak sme merali za štandardných podmienok ortuťovým tlakomerom.

Z antropometrických parametrov sme vyšetrovali telesnú hmotnosť, výšku, obvod pásu a obvod bokov, z ktorých sme vypočítali indexy: BMI ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) = ($\text{hmotnosť}/\text{výška}^2$), WHR = obvod pásu/obvod bokov, ako aj pomer pás/výška. Telesný tuk sme merali metódou bioelektrickej impedančnej analýzy (BIA) prístrojom Bodystat Quadscan 4000 (Bodystat Ltd, Doubles, Isle of Man, UK), zisťovali sme podiel telesného tuku v % a kg. Obvod pásu sme hodnotili podľa Kunešovej (2000). Pomer pás/výška sme posudzovali podľa bežne používaných kritérií v praxi, ako aj podľa Kunešovej a Hainera (2002), index centrality (WHR) podľa Kleinwächterovej a Brázdovej (2001). BMI sme hodnotili podľa Avdičovej et al. (2000), ako aj na základe kritérií podľa WHO (2021). Telesný tuk (%) sme hodnotili podľa bežne používaných kritérií v praxi, ako aj na základe metodiky meraní prístrojom na princípe bioelektrickej impedancie (BIA). Krvný tlak sme posudzovali podľa Avdičovej et al. (2000). Ďalšie vyšetrované parametre sme hodnotili podľa Mikeša et al. (2004), Rašlovej et al. (2003) a Filipovej et al. (2011). Následne sme porovnali prevalenciu rizikových hodnôt vyšetrených parametrov medzi skupinami podľa pohlavia, t.j. medzi ženami a mužmi a štatisticky vyhodnotili (χ^2 -testom).

Tab. 2 Klasifikácia a referenčné hodnoty lipidov a lipoproteínov ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) (podľa NCEP Adult Treatment Panel III, 2002)

HDL–cholesterol			LDL–cholesterol	
Muži	Ženy		< 2,5	optimálny
< 1,0	< 1,2	nízky	2,5-3,5	blízky optimálnemu
1,0-1,4	1,2-1,6	blízky optimálnemu	> 3,5-4,0	hranične zvýšený
> 1,4	> 1,6	optimálny	> 4,0-5,0	vysoký
			> 5,0 veľmi vysoký	
Celkový cholesterol			Triacylglyceroly	
< 5,0	požadovaný		< 2,0	normálne
5,0-6,0	hranične zvýšený		2,0-3,0	hranične zvýšené
> 6,0	vysoký		3,0-5,5	vysoké
			> 5,5 veľmi vysoké	

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Antropometrické parametre, telesné zloženie

Priemerná hodnota BMI bola v súbore (tab. 3) $23,2 \pm 3,9 \text{ kg.m}^{-2}$. Pri hodnotení podľa Avdičovej et al. (2000) sme zistili (tab. 4), že hodnota BMI $> 24 \text{ kg.m}^{-2}$ sa vyskytovala u tretiny žien. Hodnota BMI $> 25 \text{ kg.m}^{-2}$ bola zistená u 40,5 % mužov. Z analyzovaného súboru malo optimálne BMI (≤ 24 ženy, ≤ 25 muži) 64 % probandov. Pri hodnotení BMI podľa WHO (2021) sa vyskytla podhmotnosť (BMI $< 18,5 \text{ kg.m}^{-2}$) u 7,9 % probandov, normálna hmotnosť (BMI $18,5\text{--}24,9 \text{ kg.m}^{-2}$) u 61,4 % probandov. Pre-obezita bola preukázaná u 22,8 % probandov, častejšie u mužov. Zároveň sme zistili, že obezita I. stupňa bola preukázaná u 7,9 % súboru, u dvojnásobne viac mužov. Obezita II. a III. stupňa (BMI $35,0\text{--}39,9 \text{ kg.m}^{-2}$ a $\geq 40,0 \text{ kg.m}^{-2}$) sa v súbore nevyskytovala. V zastúpení kategórií podľa BMI neboli v prípade oboch metód hodnotenia BMI preukazné rozdiely medzi ženami a mužmi.

V štúdií Jurkovičovej (2005) v súbore 15 097 osôb bolo podľa BMI 41,6 % osôb v pásme nadhmotnosti (častejšie muži) a 19,9 % osôb bolo obéznych (častejšie ženy); ťažkú obezitu (BMI $\geq 40 \text{ kg.m}^{-2}$) malo len 0,5 % osôb. Spolu v pásme nadhmotnosti a obezity bolo 68,2 % mužov a 57,6 % žien (Jurkovičová, 2005).

V štúdií Jurkovičovej et al. (2010) bolo v rokoch 1992 – 2007 vyšetrených spolu 4 590 dospelých osôb mladšieho veku (35,5 % muži, 64,5 % ženy) $22,4 \pm 1,34$ rokov. išlo o vzdelanostne a profesijne homogénny súbor mladých, zdravých osôb s vysokým stupňom zdravotníckeho vzdelania a uvedomenia, vedomostí o primárnej prevencii kardiovaskulárnych chorôb (KVCH), o zdravej výžive a nutričnej prevencii. Antropometrické ukazovatele nadhmotnosti/obezity podľa BMI boli priaznivejšie pre ženy: priemerné hodnoty BMI mali $20,5 \pm 2,3 \text{ kg.m}^{-2}$ (muži $23,4 \pm 2,7 \text{ kg.m}^{-2}$), v pásme normálnej hmotnosti bolo 77,9 % mužov a 92,2 % žien. Z mužov, ktorí boli v pásme nadhmotnosti/obezity, malo 45,8 % abdominálnu formu obezity (pás $\geq 94 \text{ cm}$), s priemernou hodnotou obvodu pásu $93,4 \pm 8,3 \text{ cm}$; u žien s nadhmotnosťou/obezitou malo rizikové hodnoty pásu ($\geq 80 \text{ cm}$) 46,7 %, s priemernou hodnotou obvodu pásu $80,2 \pm 7,8 \text{ cm}$. Priemerné hodnoty BMI mali stúpajúci trend u mužov, priemerné hodnoty obvodu pásu stúpali u oboch pohlaví; obsah telesného tuku sa počas sledovaných rokov nezmenil.

Tab. 3 Antropometrické parametre

Parameter	Ženy	Muži	Celý súbor
Telesná hmotnosť (kg)	$62,6 \pm 11,0$	$78,1 \pm 13,4$	$68,3 \pm 14,0$
Telesná výška (cm)	$166,6 \pm 6,1$	$179,2 \pm 5,1$	$171,3 \pm 8,4$
Obvod pásu (cm)	$72,2 \pm 8,4$	$84,0 \pm 9,7$	$76,5 \pm 10,5$
Obvod bokov (cm)	$98,8 \pm 7,7$	$101,8 \pm 7,4$	$99,9 \pm 7,7$
BMI (kg.m^{-2})	$22,6 \pm 4,0$	$24,3 \pm 3,7$	$23,2 \pm 3,9$
WHR	$0,7 \pm 0,0$	$0,8 \pm 0,0$	$0,8 \pm 0,1$
Pás/výška	$0,4 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,1$
Telesný tuk (kg)	$15,4 \pm 6,3$	$10,9 \pm 6,1$	$13,7 \pm 6,6$
Telesný tuk (%)	$23,7 \pm 5,9$	$13,3 \pm 5,6$	$19,9 \pm 7,7$

Vysvetlivky: Údaje sú uvedené ako priemer $\pm$ SD; SD – smerodajná odchýlka (standard deviation)

Tab. 4 Hodnotenie BMI

Parameter	Ženy		Muži		Celý súbor	
	n	%	n	%	n	%
BMI (kg.m⁻²)^a						
≤ 24 (ženy); ≤ 25 (muži)	48	66,7	25	59,5	73	64,0
> 24 (ženy); > 25 (muži) *	24	33,3	17	40,5	41	36,0
BMI (kg.m⁻²)^b						
podhmotnosť (< 18,5)	7	9,7	2	4,8	9	7,9
normálna hmotnosť (18,5-24,9)	48	66,7	22	52,4	70	61,4
pre-obezita (25,0-29,9)*	13	18,1	13	31,0	26	22,8
obezita I. stupňa (30,0-34,9) *	4	5,6	5	11,9	9	7,9

Vysvetlivky: * rizikové hodnoty; BMI – index telesnej hmotnosti (body mass index); ^a podľa Avdičovej et al. (2000), ^b podľa WHO (2021); p ≥ 0,05

Pri hodnotení telesného tuku, ako aj obvodu pásu, WHR, pomeru pás/výška (tab. 5) neboli zistené štatisticky významné rozdiely medzi ženami a mužmi.

Telesný tuk (%): Pri hodnotení telesného tuku podľa kritéria > 25 % (ženy); > 20 % (muži) sme zistili, že 34,7 % žien a 16,7 % mužov malo výsledky presahujúce hraničnú hodnotu. 71,9 % malo optimálny podiel telesného tuku. Podľa metodiky BIA meraní malo 34,7 % žien výsledky nad hraničnú hodnotu > 19 % tuku a 16,7 % mužov malo výsledky nad hraničnú hodnotu > 29 %. 78,9 % malo optimálny podiel telesného tuku pre sledovanú vekovú kategóriu.

Obvod pásu (cm): Hodnotením obvodu pásu sme pozorovali, že 15,3 % žien malo obvod pásu viac ako 80 cm. U 14,3 % mužov bol obvod pásu viac ako 94 cm. Preukázali sme, že 85,1 % probandov malo optimálny obvod pásu.

WHR index (Waist to Hip Ratio): Pomer pásu k bokom WHR ≥ 0,85 malo 1,4 % žien a všetci muži mali vysoký WHR ≥ 1.

Pomer pás/výška: Pri posudzovaní podľa bežne používaných kritérií v praxi sme zistili, že 12,5 % žien a 21,4 % mužov malo pomer pás/výška vyšší ako 0,50. 84,2 % probandov malo priaznivejší pomer pás/boky ≤ 0,50. Pri posudzovaní podľa Kunešovej a Hainera (2002) 1,4 % žien a 2,4 % mužov malo pomer pás/výška ≥ 0,60. Podľa týchto kritérií bolo preukázané, že 98,2 % probandov malo pomer v rozpätí 0,40 – 0,59.

Jurkovičová (2005) uviedla, že z osôb, ktoré mali nadhmotnosť alebo obezitu a súčasne mali odmeraný aj pás (n = 3325), až dve tretiny mužov (66,6 %) a viac ako tri štvrtiny žien (77,5 %) mali súčasne aj rizikové hodnoty obvodu pásu (muži > 94 cm a ženy > 80 cm), čiže prevažne išlo o centrálny typ obezity. Proporcia osôb s nadhmotnosťou alebo obezitou vo vysokom riziku (obvod pásu > 102 cm u mužov, > 88 cm u žien) bola v mladších vekových skupinách nízka a až do veku 44 rokov takmer identická u mužov aj u žien. Vo vyššom veku však nastal prudký nárast abdominálnej obezity u žien a v najvyšších vekových skupinách dosahoval dvojnásobok výskytu u mužov. Samotný obvod pásu vo zvýšenom riziku (bez ohľadu na hmotnosť), t.j. muži > 94 cm a ženy > 80 cm, mali takmer v rovnakom zastúpení muži aj ženy (48,4 % mužov a 48,9 % žien), ale vysokorizikové hodnoty (muži > 102 cm a ženy > 88 cm) mali vo väčšom zastúpení ženy (29,5 % vs 19,6 %). V súbore boli aj také osoby, ktoré mali síce normálnu hmotnosť (podľa BMI), ale podľa obvodu pásu u nich išlo o nahromadenie tukového tkaniva v oblasti brucha: hodnoty zvýšeného rizika malo 2,7 % mužov a 3,8 % žien a hodnoty pásu vo vysokom riziku mal jeden muž a 0,6 % žien (s normálnym BMI).

Wsólová (2012) hodnotila súbor 2403 osôb, 1001 mužov (41,7 %) a 1402 žien (58,3 %). Medián BMI bol 25,3, minimum 15,94 a maximum 58,35. Fyziologickú hmotnosť malo podľa kritérií WHO pre BMI iba 45,1 % osôb. Podľa obvodu pásu bolo v norme 54,8 % osôb. Ženy mali oproti mužom častejšie podváhu a fyziologickú hmotnosť, menej často nadváhu, rovnako obezitu I. stupňa, ale častejšie obezitu II. a III. stupňa. Podľa obvodu pásu bol pre

ženy a mužov štatisticky významný rozdiel ($p = 0,002$). Obvod pásu v norme malo 55 % mužov a 54,6 % žien. Stredné riziko mali častejšie muži a vysoké riziko ženy.

Tab. 5 Hodnotenie antropometrických parametrov, telesného zloženia

Parameter	Ženy		Muži		Celý súbor	
	n	%	n	%	n	%
Telesný tuk (%)						
≤ 25 % (ženy); ≤ 20 % (muži)	47	65,3	35	83,3	82	71,9
> 25 % (ženy); > 20 % (muži) *	25	34,7	7	16,7	32	28,1
Telesný tuk (%) ^a						
≤ 19 % (ženy); ≤ 29 % (muži)	56	77,8	34	81,0	90	78,9
> 19 % (ženy); > 29 % (muži) *	16	22,2	8	19,0	24	21,1
Obvod pásu						
≤ 80 cm (ženy); ≤ 94 cm (muži)	61	84,7	36	85,7	97	85,1
> 80 cm (ženy); > 94 cm (muži) *	11	15,3	6	14,3	17	14,9
WHR						
< 0,85 (ženy); < 1 (muži)	71	98,6	0	0,0	71	62,3
≥ 0,85 (ženy); ≥ 1 (muži) *	1	1,4	42	100,0	43	37,7
Pás/výška						
≤ 0,50	63	87,5	33	78,6	96	84,2
> 0,50 *	9	12,5	9	21,4	18	15,8
Pás/výška ^b						
0,4 – 0,59	71	98,6	41	97,6	112	98,2
≥ 0,60 *	1	1,4	1	2,4	2	1,8

Vysvetlivky: * rizikové hodnoty; WHR – pomer pás/boky (waist to hip ratio); ^a podľa metodiky meraní prístrojom na princípe bioelektrickej impedancie (BIA); ^b podľa Kunešovej a Hainera (2002).

Biochemické parametre

Hodnotili sme lipidový profil v súbore dospelých osôb (tab. 6, 7). Nepotvrdili sa štatisticky významné rozdiely medzi ženami a mužmi v žiadnom zo sledovaných ukazovateľov.

Tab. 6 Biochemické parametre a krvný tlak

Parameter	Ženy	Muži	Celý súbor
Celkový cholesterol (CH) (mmol.l ⁻¹)	4,0 ± 0,6	4,0 ± 0,6	4,0 ± 0,6
LDL-cholesterol (LDL) (mmol.l ⁻¹)	2,1 ± 0,6	2,2 ± 0,6	2,1 ± 0,6
HDL-cholesterol (HDL) (mmol.l ⁻¹)	1,5 ± 0,5	1,1 ± 0,4	1,3 ± 0,5
Triacylglyceroly (TG) (mmol.l ⁻¹)	1,2 ± 0,3	1,4 ± 0,7	1,3 ± 0,5
Aterogénny index (TC/HDL)	3,2 ± 1,7	4,1 ± 2,2	3,5 ± 2,0
Krvný tlak systolický (TKs) (mmHg)	119,9 ± 13,9	133,9 ± 14,2	125,1 ± 15,5
Krvný tlak diastolický (TKd) (mmHg)	75,4 ± 8,2	79,8 ± 9,4	77,0 ± 8,9

Vysvetlivky: Údaje sú uvedené ako priemer ± SD; SD – smerodajná odchýlka (standard deviation)

Celkový cholesterol (TC) – Zo všetkých probandov malo 92,1 % optimálnu hladinu do 5 mmol.l⁻¹ a 7,9 % malo zvýšenú hladinu od 5 mmol.l⁻¹.

LDL – cholesterol – 75,4 % probandov malo optimálnu hladinu do 2,5 mmol.l⁻¹ a 24,6 % malo zvýšenú hladinu 2,5 mmol.l⁻¹ a viac.

HDL – cholesterol – Hladina HDL-cholesterolu nebola optimálna (dostatočne vysoká) u takmer troch štvrtín osôb (71,1 %).

Aterogénny index (TC/HDL) – 14,9 % jedincov malo nepriaznivý stav – zvýšenú hodnotu nad 4,50.

Triacylglyceroly (TAG) – 93,0 % osôb malo optimálnu hladinu do 2 mmol.l⁻¹ a 7,0 % malo zvýšenú hladinu od 2 mmol.l⁻¹.

Veľké epidemiologické štúdie (Framinghamská štúdia, PROCAM) a aj nedávne metaanalýzy prospektívnych štúdií potvrdili, že TAG sú dôležitým nezávislým rizikovým faktorom ICHS, so zvyšujúcou sa hladinou TAG rastie aj kardiovaskulárna úmrtnosť, nezávisle od hladiny HDL. Zvýšenie plazmatickej koncentrácie TAG o 1 mmol.l⁻¹ zvyšuje kardiovaskulárne riziko u mužov o 14 % a u žien až o 37 %. Pri porovnaní výsledkov CINDI v SR z roku 1993 a 1998 bol konštatovaný pokles priemernej hladiny celkového cholesterolu u 25 až 64-ročných mužov z 5,8 mmol.l⁻¹ na 5,7 mmol.l⁻¹ a u žien z 5,8 mmol.l⁻¹ na 5,75 mmol.l⁻¹, ale stále pretrvával vysoký podiel osôb s rizikovými hladinami cholesterolu – v roku 1998 až 2/3 mužov aj žien mali hladinu cholesterolu vyššiu ako 5,2 mmol.l⁻¹. Najvyšší podiel rizikových hladín cholesterolu bol u mužov aj u žien vo veku 55 – 64 rokov (75,5 % mužov a 84,5 % žien v tomto veku malo hladinu cholesterolu vyššiu ako 5,2 mmol.l⁻¹). V SR bol hodnotený súbor počas 6 rokov (n = 16403). Priemerná hladina celkového cholesterolu u mužov (n = 5944) bola 5,17 mmol.l⁻¹ a u žien (n = 10459) bola 5,25 mmol.l⁻¹. Zvýšené a vysoké hladiny cholesterolu (nad 5,2 mmol.l⁻¹) malo spolu 46,3 % osôb (z toho muži 42,2 % a ženy 48,7 %). Rozdiel vo výskyte zvýšených hladín cholesterolu (5,2 – 6,2 mmol.l⁻¹) medzi mužmi a ženami nebol významný, ženy však mali častejšie vysoké hladiny (nad 6,2 mmol.l⁻¹) (Jurkovičová, 2005).

Tab. 7 Hodnotenie biochemických parametrov

Parameter	Ženy		Muži		Celý súbor	
	n	%	n	%	n	%
Celkový cholesterol						
<5 mmol.l ⁻¹	66	91,7	39	92,9	105	92,1
≥ 5 mmol.l ⁻¹ *	6	8,3	3	7,1	9	7,9
LDL-cholesterol						
< 2,5 mmol.l ⁻¹	55	76,4	31	73,8	86	75,4
≥ 2,5 mmol.l ⁻¹ *	17	23,6	11	26,2	28	24,6
HDL-cholesterol						
< 1,2 mmol.l ⁻¹ (ženy) *	52	72,2	29	69,0	81	71,1
< 1 mmol.l ⁻¹ (muži) *						
≥ 1,2 mmol.l ⁻¹ (ženy)	20	27,8	13	31,0	33	28,9
≥ 1 mmol.l ⁻¹ (muži)						
Aterogénny index (TC/HDL)						
≤ 4,5	63	87,5	34	81,0	97	85,1
> 4,5 *	9	12,5	8	19,0	17	14,9
Triacylglyceroly						
< 2 mmol.l ⁻¹	71	98,6	35	83,3	106	93,0
≥ 2 mmol.l ⁻¹ *	1	1,4	7	16,7	8	7,0

Vysvetlivky: * rizikové hodnoty; p ≥ 0,05

Krvný tlak

Krvný tlak systolický (TKs) – 82,5 % osôb malo optimálnu hodnotu max. 140 mmHg a 17,5 % malo zvýšenú hodnotu nad 140 mmHg (tab. 8).

Krvný tlak diastolický (TKd) – 92,1 % malo optimálnu hodnotu max. 90 mmHg a 7,9 % malo zvýšenú hodnotu nad 90 mmHg. Vysokú hodnotu systolického ako aj diastolického krvného tlaku sme pozorovali u mužov viac ako dvojnásobne v porovnaní so ženami.

Krvný tlak (systolický alebo diastolický) – 20,2 % probandov malo vysoké hodnoty pre krvný tlak > 140 mmHg alebo > 90 mmHg (12,5 % žien a 33,3 % mužov).

Krvný tlak (systolický a diastolický) – 5,3 % jedincov malo vysoký krvný tlak > 140 mmHg a > 90 mmHg (1,4 % žien a 11,9 %) mužov.

Pri hodnotení krvného tlaku boli potvrdené štatisticky významné rozdiely ($p < 0,01$) medzi ženami a mužmi len v prípade systolického krvného tlaku > 140 mmHg, pričom uvedené vysoké hodnoty malo preukazne viac mužov ako žien. Vysoké hodnoty systolického krvného tlaku > 140 mmHg mala tretina mužov, čo bolo o 25 % viac ako žien. V prípade ostatných hodnôt krvného tlaku neboli štatisticky významné rozdiely medzi ženami a mužmi.

Tab. 8 Hodnotenie krvného tlaku

Parameter	Ženy		Muži		Celý súbor	
	n	%	n	%	n	%
Krvný tlak (systolický)						
≤ 140 mmHg	66	91,7	28	66,7	94	82,5
> 140 mmHg *	6	8,3	14	33,3	20	17,5
Krvný tlak (diastolický)						
≤ 90 mmHg	68	94,4	37	88,1	105	92,1
> 90 mmHg *	4	5,6	5	11,9	9	7,9
Krvný tlak (systolický alebo diastolický)						
≤ 140 alebo ≤ 90mmHg	63	87,5	28	66,7	91	79,8
> 140 alebo > 90 mmHg*	9	12,5	14	33,3	23	20,2
Krvný tlak (systolický a diastolický)						
≤ 140 a ≤ 90mmHg	71	98,6	37	88,1	108	94,7
> 140 a > 90 mmHg*	1	1,4	5	11,9	6	5,3

Vysvetlivky: * rizikové hodnoty

Problematikou rizika kardiovaskulárnych chorôb na Slovensku sa zaoberalo viacero významných štúdií. Jednou z nich je štúdia Jurkovičová et al. (2010). Optimálny krvný tlak (< 120/ < 80 mmHg) malo len 42,0 % mužov a 84,9 % žien, vysoké hodnoty (≥ 140 a/alebo ≥ 90 mmHg) malo 11,1 % mužov a 1,4 % žien. Priemerné hodnoty systolického tlaku boli $121,9 \pm 13,2$ mmHg (muži) a $105,5 \pm 11,7$ mmHg (ženy); ($p < 0,001$). Priemerné hodnoty diastolického tlaku mali muži $71,5 \pm 9,2$ mmHg a ženy $67,3 \pm 8,1$ mmHg ($p < 0,001$). Systolický tlak mal stúpajúci trend u oboch pohlaví, diastolický tlak stúpал len u žien.

V súbore 6927 osôb (2684 mužov a 4243 žien) malo hodnotu krvného tlaku ≥ 140 a/alebo ≥ 90 mmHg 42,8 % jedincov, ktorí o tejto okolnosti vedeli. Z tých, ktorí o vysokom tlaku vedeli, sa napriek tomu 15,1 % neliečilo. Zo 6927 osôb sa liečilo na hypertenziu 21 % (20,7 % mužov a 21,2 % žien). V mladšom veku sa častejšie liečili muži, vo veku od 55 rokov už mali prevahu ženy. Priemerný tlak liečených hypertonikov bol 151,3/89,9 mmHg, čo možno hodnotiť ako veľmi vysoké hodnoty. Systolický TK ≥ 140 a súčasne diastolický TK ≥ 90 mmHg malo 47 %; systolický tlak ≥ 160 a súčasne diastolický TK ≥ 95 mmHg malo 18,7 %. Úspešne liečených hypertonikov (TK < 140/< 90 mmHg) bolo len 21,5 %. V súbore bolo 49,7 % s definovanou hypertenziou (t.j. TK ≥ 140/ ≥ 90 mmHg + liečení hypertonici) (Jurkovičová, 2005).

V štúdiu Jurkovičovej et al. (2010) malo optimálny krvný tlak (< 120/< 80 mmHg) 42,0 % mužov a 84,9 % žien, vysoké hodnoty (≥ 140 a/alebo ≥ 90 mmHg) malo 11,1 % mužov a 1,4 % žien. Priemerné hodnoty systolického tlaku boli $121,9 \pm 13,2$ mmHg (muži) a $105,5 \pm$

11,7 mmHg (ženy); ($p < 0,001$). Priemerné hodnoty diastolického tlaku mali muži $71,5 \pm 9,2$ mmHg a ženy $67,3 \pm 8,1$ mmHg ($p < 0,001$). Systolický tlak mal stúpajúci trend u oboch pohlaví, diastolický tlak stúpala len u žien.

ZÁVER

Hodnotili sme zastúpenie rizikových hodnôt vyšetrených parametrov ako rizikových faktorov kardiovaskulárnych chorôb v analyzovanom súbore: BMI v pásme pre-obezity u 22,8 % probandov a obezity u 7,9 %, vysoký podiel telesného tuku u 28,1 % probandov, vysoká hladina LDL-cholesterolu u 24,6 % probandov, nízka hladina HDL-cholesterolu u 71,1 % probandov, vysoký systolický alebo diastolický krvný tlak u 20,2 % probandov.

Vzhľadom na prevalenciu rizikových faktorov v sledovanom súbore mladých dospelých jedincov je vhodné zamerať sa na režimové zmeny. Vhodnou metódou prevencie je zmena režimových opatrení.

PodĎakovanie: Práca bola riešená v rámci projektu VEGA 1/0159/21, APVV-19-0598, KEGA-012UKF-4/2019.

LITERATÚRA

1. AVDIČOVÁ, M. et al. 2000. Metodická príručka pre prácu v poradniach zdravia. Bratislava : Ministerstvo zdravotníctva. 57 s. ISBN 80-7159-125-4.
2. FILIPOVÁ, S., FÁBRYOVÁ, L., MIKEŠ, Z. et al. 2011. Odporúčania. Aktualizácia lipidového konsenzu-2. s. 252-255. Dostupné na: <<http://www.saa.sk/lk2.pdf>>.
3. JURKOVIČOVÁ, J. 2005. Vieme zdravo žiť. Univerzita Komenského v Bratislave, Lekárska fakulta : Bratislava. 166 s. ISBN 80-223-2132-X.
4. JURKOVIČOVÁ, J. et al. 2010. Prevalencia a trendy vývoja rizikových faktorov kardiovaskulárnych chorôb u vysokoškolákov. In Životné podmienky pre zdravie [online]. Bratislava : Úrad verejného zdravotníctva SR, s. 142-151 [cit. 2021-04-15]. ISBN 978-80-7159-176-4 Dostupné na: <https://zona.fmed.uniba.sk/fileadmin/lf/sucasti/Teoreticke_ustavy/Ustav_hygieny/Webp/ic/Zborniky/ZPaZ2010_upr.pdf>.
5. KLEINWÄCHTEROVÁ, H. - BRÁZDOVÁ, Z. 2001. Výživový stav človeka a spôsoby jeho zisťovania. Brno : Idvpz. 102 s. ISBN 80-7013-336-8.
6. KUNEŠOVÁ, M. 2000. Obezita – epidemie 3. tisíciletí. In Výživa a potraviny, roč. 55, č. 5, s. 155 – 156.
7. KUNEŠOVÁ, M., HAINER, V. 2002. Obezita – diagnostika. Dostupné na: <<http://www.cls.cz/dp/2002/t171.rtf>>.
8. MIKEŠ, Z., FILIPOVÁ, S., BADA, V. et al. 2004. Komentár k odporúčaniam. In Cardiol., vol. 13, no. 3, p. 179-187.
9. NCEP Adult Treatment Panel III. 2002. Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. Circulation. 2002; 106:3143-3421.
10. RAŠLOVÁ, K., FILIPOVÁ, S., MIKEŠ, Z. et al. 2003. Odporúčania pre optimálnu diagnostiku a liečbu dyslipoproteinémií u dospelých „Lipidový konsenzus – 2“. In Interná medicína, č. 1, s. 10-18.
11. ŠTATISTICKÝ ÚRAD SR. 2021. In Demografia – príčiny úmrtí v Slovenskej republike v roku 2020. [online]. 2021 [cit. 2021-03-26]. Dostupné na: <<https://slovak.statistics.sk/wps/portal/ext/aboutus/office.activites/officeNews/vsetkyaktuality>>.

12. WHO. 2021. Obesity and overweight. [online]. [cit. 2021-03-11]. Dostupné na: <<http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>>.

Kontaktná adresa

Ing. Katarína Fatrcová-Šramková, PhD., Ústav výživy a genomiky FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: katarina.sramkova@uniag.sk

PREVALENCE OF THE RS8050136 POLYMORPHISM OF THE FTO GENE IN A SELECTED COHORT OF AN YOUNG ADULTS PREVALENCIA POLYMORFIZMU RS8050136 GÉNU FTO VO VYBRANEJ SKUPINE MLADÝCH DOSPELÝCH

Gábor Michal, Miluchová Martina, Dudášová Simona

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

Summary

Obesity is a major public health problem worldwide and is the leading cause for a number of chronic diseases, including diabetes, cardiovascular diseases, respiratory problems, and cancer. Obesity is a multifactorial disease influenced by several genetic factors and the strongest known common genetic determinant of obesity is variation in the fat mass and obesity-associated (FTO) gene. The *rs8050136* of the fat mass and obesity-associated (FTO) gene have been linked to body mass index (BMI), risk of obesity, adiposity, metabolic syndrome and high cardiovascular risk. This report aimed to evaluate genetic polymorphism and genetics structure of FTO gene for SNP *rs8050136*. The target group consisted of 68 students from SPU in Nitra. Genomic DNA was isolated from the buccal swabs using a commercial kit Qiagen DNA Mini Kit and used in order to estimate FTO *rs8050136* genotypes by ARMS-PCR method. In the population included in the study were detected homozygote genotype AA (21.92 %), heterozygote genotype AC (46.57 %) and homozygote genotype CC (31.51 %); therefore allele C (54.79 %) dominated above the allele A (45.21 %). These results indicate a superiority of AC genotype and C allele for the FTO (SNP *rs8050136*) gene in the tested population. The homozygous genotype AA, which is associated with obesity, was the least represented.

Key words: obesity, FTO gene, SNP *rs8050136*, ARMS-PCR

INTRODUCTION

Obesity, with a rapidly increasing prevalence all over the world, is now recognised as a global epidemic (WHO, 2006) and is responsible for major disorders related to a sedentary lifestyle and its consequences in adulthood, including cardiovascular diseases, hypertension, diabetes mellitus type 2, (Andreasen et al. 2008, Luczynski et al. 2012), respiratory diseases and certain cancers (Liu et al. 2010, Moraes et al., 2016). Individual susceptibility to obesity is determined by environmental and genetic interactions (Luczynski et al., 2012). Genome-wide association studies (GWAS) and candidate gene studies have improved our understanding of the genetic basis of common and complex diseases, such as obesity and diabetes (Vimaleswaran et al., 2010; Bradfield et al., 2012). The fat mass and obesity-associated gene (FTO) variants were found to be consistently associated with obesity related traits in several populations and has been the strongest common genetic predictor of obesity known so far (Kilpelainen et al., 2011; Bradfield et al., 2012; Vasan et al., 2014).

The FTO gene is located in chromosome region 16q12.2 and encodes the enzyme alpha-ketoglutarate-dependent dioxygenase (Fawcett and Barroso, 2010). The FTO gene is abundantly expressed in hypothalamus and has been shown to be involved in the control of satiety/appetite (Timpson et al., 2008). The first intron of FTO contains common single nucleotide polymorphisms associated with body weight and adiposity in humans (Stratigopoulos et al., 2011). Single nucleotide polymorphism *rs8050136* A/C has been linked to fat mass and body mass index (BMI), risk of obesity, metabolic syndrome, and high

cardiovascular risk in healthy men and women (Ahmad et al., 2010; Karasawa et al., 2010, Ramos et al., 2011). Park et al. (2013) presented that *rs8050136* was associated with increased energy intake from fat with similar total energy intake. Another study demonstrated that for the FTO SNP *rs8050136*, homozygotes for the risk allele (A/A) have 1.67 times greater risk of obesity than those who do not have the allele (Rankinen et al., 2010). Moreover, Rankinen et al. (2010) suggest that the FTO genotype was associated with changes in body composition as a result of regular physical activity. According to the authors, carriers of the C allele showed three times greater fat mass and percent body fat losses than the A/A homozygotes.

MATERIAL AND METHODOLOGY

The target group consisted of 73 students from SPU in Nitra. Genomic DNA was isolated from the buccal swabs using a commercial kit Qiagen DNA Mini Kit (Qiagen). The concentration and purity of DNA was measured using a spectrophotometer NanoPhotometer™ (Implen GmbH). All DNA samples were stored at -20°C.

FTO selected single nucleotide polymorphism *rs8050136* was performed by amplification-refractory mutation system (ARMS) analysis of point mutation described by, Hasnain, S. and Hasnain, S. (2015). The PCR reactions were optimized on a thermocycler C1000™ (Biorad) in total volume 25 µl containing 50 ng template DNA, 1 U Taq polymerase (Thermo Scientific), 1X PCR buffer (750 mM Tris-HCl, pH 8.8, 200 mM (NH₄)₂SO₄, 0.1% Tween 20), 2.5 mM MgCl₂, 200 µM dNTP, 4 pM of each primer. The following amplification parameters were applied: 95 °C for 3 minutes followed by 35 cycles: 95 °C for 15 seconds, 55 °C for 30 seconds, 72 °C for 30 seconds. The reaction was completed by the final elongation step of 72 °C for 10 minutes.

PCR fragments were loaded on 3 % agarose gel (Invitrogen) containing GelRed™ (Biotium) in 1 × SB buffer (Brody and Kern, 2004) at 180 V for 15 minutes and the gel were analyzed in the UV rays and the documentary system Olympus C-7070 were used to record the results.

Based on molecular genetics analyses we determined genotypic structure of the population studied for FTO gene and estimated allelic frequencies. Genetic equilibrium of analysed population was evaluated on the base χ^2 -test. Effectiveness of allele occurrence was evaluated with following parameters: expected heterozygosity (H_{exp}), observed heterozygosity (H_{obs}), polymorphism information content (PIC), expected homozygosity (E), effective number of alleles (Ne), level of possible variability realisation (V%).

RESULTS AND DISCUSSION

In the total population was detected the predominance of heterozygotes AC – 0.4657, a lower frequency was represented the genotype CC (0.3151%) and the least represented was the genotype AA (0.2192). This suggests slight a superiority of allele C (0.5479). Detailed frequencies of genotypes and alleles are presented in Tab. 1.

Tab. 1 Genotype and allele frequencies of FTO *rs8050136*

LOCUS	GENOTYPE FREQUENCIES			ALLELIC FREQUENCIES		χ^2 d.f.=2	P
	AA	AC	CC	A	C		
FTO <i>rs8050136</i>	0.2192	0.4657	0.3151	0.4521	0.5479	0.261	0.8775

Based on the χ^2 -test, we found that the difference between the expected and observed frequencies of genotypes for FTO gene were not statistically significant.

High levels of the effective number of alleles (1.9818) for FTO gene have shown a high the level of possible variability realization, which amounted to 50.23 %. Average homozygosity (0.5046) indicates sufficient heterozygotes in the population. The population genetic indices for FTO gene in population presented Tab. 2.

Tab. 2 The population genetic indices for FTO gene in analysed population

Locus	Alleles	He _{obs}	He _{exp}	PIC	E	Ne	V %
FTO rs8050136	A; C	0.4657	0.4954	0.3727	0.5046	1.9818	50.23

The A allele of *rs8050136* in FTO is a risk allele and is significantly associated with major markers of obesity (BMI, upper body fat, lean body mass waist and hip circumference) (Haupt et al., 2009; Chauhan et al., 2011; Wu et al., 2014; Moraes et al., 2016; Bego et al., 2019), markers of glucose homeostasis (glucose, HbA1c, insulin) and insulin resistance (HOMA-IR) in different population studies (Wing et al., 2011), HOMA-IR index, diastolic blood pressure, and inflammatory markers (fibrinogen and leukocytes) (Bego et al., 2019). In study of Vimalaswaran et al. (2016) 'A' allele carriers of the SNP *rs8050136* had 2.46 times increased risk of obesity than those with 'CC' genotype among individuals in the highest tertile of carbohydrate intake and 2.31 times increased risk of obesity than those with 'CC' genotype among individuals in the highest tertile of energy adjusted glycemic. Furthermore, Gu et al. (2020) referred that for *rs8050136*, significantly increased A allele frequency was observed in metabolic dysfunction-associated fatty liver disease (MAFLD), and A-allele carriers showed increased MAFLD risk. In our analyzed population we observed a slight a superiority of C allele over the risk allele A. We found that risk AA genotype was the least represented. The heterozygous AC genotype for the FTO marker *rs8050136* prevailed in the tested population with a frequency of 46.57 %. Our data correspond with results referred by other authors. Considerable a predominance of heterozygote genotype AC and least occurrence of genotype AA found Czajkowski et al. (2020) in Polish population, Hatzigelaki et al. (2012) in German population, Hardy et al. (2014) in American population and Ramos et al. (2015) in Brazilian population. Similarly, Song et al. (2014) in Korean population and Xue et al. (2015) in Chinese population observed a least frequency of genotype AA but highest representation was genotype CC. Rankinen et al. (2010) suggested that for the FTO SNP *rs8050136*, homozygotes for the risk allele (A/A) have 1.67 times greater risk of obesity than those who do not have these allele. Moreover, Ramos et al. (2011) demonstrated that the AA genotype of the SNP *rs8050136* was associated with higher lipid accumulation product index. Another study shows that *rs8050136* are associated with polycystic ovary syndrome under recessive model (AA genotype) (Liu and Chen, 2017). Czajkowski et al. (2020) suggest that the CC genotype has been shown to play a protective role, and CC genotype carriers presented significantly lower body weight, BMI, total body fat content, and waist and hip circumference. Studies in European populations have shown that increased physical activity levels attenuate the effect of FTO variant on obesity traits in several populations (Vimalaswaran et al., 2009; Kilpelainen et al., 2011; Kilpelainen and Franks 2014).

CONCLUSION

Obesity has become a global problem and it is widely acknowledged that genetic origin contributes significantly to the development of obesity. The FTO SNP *rs8050136* with risk allele A, is significantly associated with obesity, glucose homeostasis, insulin resistance,

diastolic blood pressure, and inflammatory state. The homozygous genotype AA, which is associated with fat mass and body mass index (BMI), risk of obesity, metabolic syndrome, and high cardiovascular risk was the least represented in our tested population. The detection of genetic polymorphisms in FTO gene may lead to personalized diet and lifestyle recommendations and may be a novel, efficient strategy to prevent obesity development in genetically susceptible individuals.

Acknowledgments: This publication was created thanks to support under the Operational Programme Integrated Infrastructure for the project: Long-term strategic research of prevention, intervention and mechanisms of obesity and its comorbidities, IMTS: 313011V344, co-financed by the European Regional Development Fund.

REFERENCES

1. AHMAD, T. – CHASMAN, D.I. – MORA, S. – PARE, G. – COOK, N.R. – BURING, J.E. – RIDKER, P.M. – LEE, I.M. 2010. The fat-mass and obesity-associated (FTO) gene, physical activity, and risk of incident cardiovascular events in white women. *Am Heart J* 2010;160(6):1163-1169. doi: 10.1016/j.ahj.2010.08.002
2. ANDREASEN, CH. – STENDER-PETERSEN, K.L. – MOGENSEN, M.S. – TOREKOV, S.S. – WEGNER, L. – ANDERSEN, G. – NIELSEN, A.L. – ALBRECHTSEN, A. – BORCH-JOHNSEN, K. – RASMUSSEN, S.S. – CLAUSEN, J.O. – SANDBÆK, A. – LAURITZEN, T. – HANSEN, L. – JØRGENSEN, T. – PEDERSEN, OLUF - HANSEN, T. 2008. Low physical activity accentuates the effect of the *FTO* rs9939609 polymorphism on body fat accumulation. *Diabetes* 2008;57(1):95-101. doi: 10.2337/db07-0910
3. BEGO, T. – ČAUŠEVIĆ, A. – DUJIĆ, T. – MALENICA, M. – VELIJA-ASIMI, Z. – PRNJAVORAC, B. – MARC, J. – NEKVINDOVÁ, J. – PALIČKA, V. – SEMIZ, S. 2019. Association of FTO Gene Variant (rs8050136) with Type 2 Diabetes and Markers of Obesity, Glycaemic Control and Inflammation. *J Med Biochem* 2019;38(2):153-163. doi: 10.2478/jomb-2018-0023
4. BRADFIELD, J.P. – TAAL, H.R. – TIMPSON, N.J. – SCHERAG, A. – LECOEUR, C. – WARRINGTON, N.M. et al. 2012. A genome-wide association meta-analysis identifies new childhood obesity loci. *Nat Genet.* 2012;44(5):526-31. doi: 10.1038/ng.2247.
5. BRODY, R.J. – KERN, S.E. 2004. Sodium boric acid: a Tris-free, cooler conductive medium for DNA electrophoresis. *Biotechniq* 2004;36:214-216. doi: 10.2144/04362BM02
6. CHAUHAN, G. – TABASSUM, R. – MAHAJAN, A. – DWIVEDI, O.P. – MAHENDRAN, Y. – KAUR, I. NIGAM, S. – DUBEY, H. – VARMA, B. – MADHU, S.V. – MATHUR, S.K. – GHOSH, S. – TANDON N. – BHARADWAJ, D. 2011. Common variants of FTO and the risk of obesity and type 2 diabetes in Indians. *J Hum Genet* 2011;56:720-726. doi:10.1038/jhg.2011.87
7. CZAJKOWSKI, P. – ADAMSKA-PATRUNO, E. – BAUER, W. – FIEDORCZUK, J. – KRASOWSKA, U. – MOROZ, M. – GORSKA, M. – KRETOWSKI, A. 2020. The Impact of FTO Genetic Variants on Obesity and Its Metabolic consequences is Dependent on Daily Macronutrient Intake. *Nutrients* 2020;12(11):3255; doi:10.3390/nu12113255
8. DALE, S.H. – RACETTE, S.B. – HOELSCHER, D.M. 2014. Macronutrient Intake as a Mediator with FTO to Increase Body Mass Index. *Journal of the American College of Nutrition* 2014;33(4):256-266. doi: 10.1080/07315724.2013.879458

9. FAWCETT, K.A. – BARROSO, I. 2010. The genetics of obesity: FTO leads the way. *Trends Genet.* 2010;26:266-274. doi: 10.1016/j.tig.2010.02.006
10. GU, Z. – BI, Y. – YUAN, F. – WANG, R. – LI, D. – WANG, J. – HU, X. – HE, G. – ZHANG, L. – LIU, B. 2020. FTO Polymorphisms are Associated with Metabolic Dysfunction-Associated Fatty Liver Disease (MAFLD) Susceptibility in the Older Chinese Han Population. *Clin Interv Aging* 2020;15:1333-1341. doi: 10.2147/CIA.S254740
11. HASNAIN, S. – HASNAIN, S. 2015. Effect of the Common Fat Mass and Obesity Associated Gene Variants on Obesity in Pakistani Population: A Case-Control Study. *Biomed Res Int* 2015;2015:852920. doi:10.1155/2015/852920
12. HATZIAGELAKI, E. – WAGNER, R. – KANTARTZIS, K. – HENI, M. – LINDER, K. – KETTERER, C. – MACHICAO, F. – STEFAN, N. – STAIGER, H. – HÄRING, H.U. – FRITSCH, A. 2012. Insulin resistant phenotype of polycystic ovary syndrome does not seem to be caused by variation in FTO. *Horm Metab Res* 2012;44(11):810-813. doi: 10.1055/s-0032-1321817
13. HAUPT, A. – THAMER, C. – STAIGER, H. – TSCHRIITTER, O. – KIRCHHOFF, K. – MACHICAO, F. – HÄRING, H.-U. – STEFAN, N. – FRITSCH, A. 2009. Variation in the FTO gene influences food intake but not energy expenditure. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2009;117(4):194-197. doi: 10.1055/s-0028-1087176
14. KARASAWA, S. – DAIMON, M. – SASAKI, S. – TORIYAMA, S. – OIZUMI, T. – SUSA, S. – KAMEDA, W. – WADA, K. – MURAMATSU, M. – FUKAO, A. – KUBOTA, I. – KAWATA, S. – KAYAMA, T. – KATO, T. 2010. Association of the common fat mass and obesity associated (FTO) gene polymorphism with obesity in a Japanese population. *Endocrine journal* 2010;57(4):293-301. doi: 10.1507/endocrj.k09e-305
15. KILPELAINEN, T.O. – FRANKS, P.W. 2014. Gene-physical activity interactions and their impact on diabetes. *Med Sport Sci.* 2014;60:94-103. doi: 10.1159/000357339
16. KILPELAINEN, T.O. – QI, L. – BRAGE, S. – SHARP, S.J. – SONESTEDT, E. – DEMERATH, E. et al. 2011. Physical activity attenuates the influence of FTO variants on obesity risk: a meta-analysis of 218,166 adults and 19,268 children. *PLoS Med* 2011;8(11):e1001116. doi: 10.1371/journal.pmed.1001116
17. LIU, G. – ZHU, H. – LAGOU, V. – GUTIN, B. – STALLMANN-JORGENSEN, I.S. – TREIBER, F.A. – DONG, Y. – SNIEDER, H. 2010. FTO variant rs9939609 is associated with body mass index and waist circumference, but not with energy intake or physical activity in European- and African-American youth. *BMC Med Genet* 2010;11:57. doi: 10.1186/1471-2350-11-57
18. LIU, Y. – CHEN, Y. 2017. Fat Mass and Obesity Associated Gene Polymorphism and the Risk of Polycystic Ovary Syndrome: A Meta-analysis. *Iran J Public Health* 2017;46(1):4-11.
19. LUCZYNSKI, W. – ZALEWSKI, G. – BOSSOWSKI, A. 2012. The association of the FTO rs9939609 polymorphism with obesity and metabolic risk factors for cardiovascular diseases in Polish children. *J Physiol Pharmacol* 2012;63(3):241-248.
20. MORAES, G.G. – REUTER, C.P. – RENNER, J.D.P. – KLINGER, E.I. – FERREIRA, M.B. – DE MELLO, E.D. – DE VALIM, A.M. – BURGOS, M.S. 2016. Genotypic carriers of the obesity-associated FTO polymorphism exhibit different cardiometabolic profiles after an intervention. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 2016;88(4):2331-2339. doi: 10.1590/0001-3765201620160114
21. PARK, S.L. – CHENG, I. – PENDERGRASS, S.A. – KUCHARSKA-NEWTON, A.M. – LIM, U. – AMBITE, J.L. et al. 2013. Association of the FTO obesity risk variants

- 8050136 with percentage of energy intake from fat in multipleracial/ethnic populations: the PAGE study. *Am. J. Epidemiol* 2013;178(5):780-790. doi:10.1093/aje/kwt028
22. RAMOS, R.B. – CASANOVA, G.K. – MATURANA, M.A. – SPRITZER, P.M. 2011. Variations in the fat mass and obesity-associated (FTO) gene are related to glucose levels and higher lipid accumulation product in postmenopausal women from southern Brazil *Fertility and Sterility* 2011;96(4):974-979. doi: 10.1016/j.fertnstert.2011.07.1148
23. RAMOS, R.B. – SPRITZER, P.M. 2015. FTO gene variants are not associated with polycystic ovary syndrome in women from Southern Brazil. *Gene* 2015;560(1):25-29. doi: 10.1016/j.gene.2015.01.012
24. RANKINEN, T. – RICE, T. – TERAN-GARCIA, M. – RAO, D.C. – BOUCHARD, C. 2010. FTO genotype is associated with exercise training-induced changes in body composition. *Obesity* 2010;18(2):322-326. doi: 10.1038/oby.2009.205
25. SONG, D.K. – LEE, H. – OH, J.Y. – HONG, Y.S. – SUNG, Y.A. 2014. FTO Gene Variants Are Associated with PCOS Susceptibility and Hyperandrogenemia in Young Korean Women. *Diabetes Metab J* 2014;38(4):302-310. doi: 10.4093/dmj.2014.38.4.302
26. STRATIGOPOULOS, G. – LEDUC, C.A. – CREMONA, M.L. – CHUNG, W.K. – LEIBEL, R.L. 2011. Cut-like homeobox 1 (CUX1) regulates expression of the fat mass and obesity-associated and retinitis pigmentosa GTPase regulator-interacting protein-1-like (RPGRIP1L) genes and coordinates leptin receptor signaling. *J Biol Chem* 2011;286(3):2155-2170. doi: 10.1074/jbc.M110.188482
27. TIMPSON, N.J. – EMMETT, P.M. – FRAYLING, T.M. – ROGERS, I. – HATTERSLEY, A.T. – MCCARTHY, M.I. – DAVEY SMITH, G. 2008. The fat mass- and obesity-associated locus and dietary intake in children. *Am J Clin Nutr* 2008;88(4):971-978. doi: 10.1093/ajcn/88.4.971
28. VASAN, S.K. – KARPE, F. – GU, H.F. – BRISMAR, K. – FALL, C.H. – INGELSSON, E. – FALL, T. 2014. FTO genetic variants and risk of obesity and type 2 diabetes: a meta-analysis of 28,394 Indians. *Obesity* 2014;22(3):964-970. doi: 10.1002/oby.20606
29. VIMALESWARAN, K.S. – BODHINI, D. – LAKSHMIPRIYA, N. – RAMYA, K. – ANJANA, R.M. – SUDHA, V. – LOVEGROVE, J.A. – KINRA, S. – MOHAN, V. – RADHA, V. 2016. Interaction between FTO gene variants and lifestyle factors on metabolic traits in an Asian Indian population. *Nutr Metab (Lond)* 2016;3(13):39. doi: 10.1186/s12986-016-0098-6
30. VIMALESWARAN, K.S. – LI, S. – ZHAO, J.H. – LUAN, J. – BINGHAM, S.A. – KHAW, K.T. – EKELUND, U. – WAREHAM, N.J. – LOOS, R.J. 2009. Physical activity attenuates the body mass index-increasing influence of genetic variation in the FTO gene. *Am J Clin Nutr* 2009;90(2):425-8. doi: 10.3945/ajcn.2009.27652
31. VIMALESWARAN, K.S. – LOOS, R.J. Progress in the genetics of common obesity and type 2 diabetes. *Expert Rev Mol Med* 2010;26(12)e7. doi: 10.1017/S1462399410001389
32. WING, M.R. – ZIEGLER, J.M. – LANGEFELD, C.D. – ROH, B.H. – PALMER, N.D. – MAYER-DAVIS, E.J. – REWERS, M.J. – HAFFNER, S.M. – WAGENKNECHT, L.E. – BOWDEN, D.W. 2011. Analysis of FTO gene variants with obesity and glucose homeostasis measures in the multiethnic Insulin Resistance Atherosclerosis Study cohort. *Int J Obes (Lond)* 2011;35(9):1173-1182. doi: 10.1038/ijo.2010.244
33. WORLD HEALTH ORGANISATION Fact sheet: obesity and overweight. Geneva: WHO. 2006 Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/print.html>. Accessed 10 May 2009
34. WU, J. – XU, J. – ZHANG, Z. – REN, J. – LI, Y. – WANG, J. – CAO, Y. – RONG, F. – ZHAO, R. – HUANG, X. – DU, J. 2014. Association of FTO polymorphisms with obesity and metabolic parameters in Han Chinese adolescents. *PLoS One* 2014;9(6):e98984. doi: 10.1371/journal.pone.0098984

35. XUE, H. – ZHAO, H. – ZHAO, Y. – LIU, X. – CHEN, Z. – MA, J. 2015. Association of common variants of FTO in women with polycystic ovary syndrome. *Int J Clin Exp Pathol* 2015;8(10):13505-13509.

Corresponding address

Ing. Michal Gábor, PhD., Institute of Nutrition and Genomics FAFR SUA in Nitra, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, e-mail: michal.gabor@uniag.sk

VÝSKYT RIZIKOVÝCH KOMPONENTOV MODELU FINDRISC V ZÁVISLOSTI OD VEKU THE OCCURRENCE OF RISK COMPONENTS OF FINDRISC MODEL DEPENDING ON AGE

Gažarová Martina¹, Bihari Maroš¹, Ďuríková Marianna²

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

²absolvent študijného programu Výživa ľudí

Summary

FINDRISC is an effective tool for assessing the health status of individuals and identifying people at risk of developing type 2 diabetes. The aim of our study was to assess the FINDRISC diabetes risk score of a selected group of the population (400 respondents) depending on the age category, to identify persons at high risk of developing *diabetes mellitus* and to compare the risks and occurrence of critical factors in individual age categories. Our results show that age is a very fundamental risk factor for overall morbidity and its increase is also associated with a higher incidence of other risk factors. In our cohort, based on body mass index, we recorded a relatively high incidence of overweight and obesity in individual age categories (34% vs 61% vs 81% vs 88%), as well as risk values of waist circumference (30% vs 67% vs 71% vs 89%). We recorded pharmacotherapy in the age category up to 45 years (8% of respondents); we also found hyperglycaemia in all age categories (16% vs 15% vs 19% vs 18%). A large part of subjects from individual categories showed physical activity less than 4 hours a week and we found a relatively high proportion of respondents in individual age categories that do not include fruit and vegetables in their diet on a daily basis. The effect of age on the overall score was unequivocally confirmed, and thus the risk of developing diabetes increases with age.

Key words: FINDRISC, prediabetes, obesity, age, screening

ÚVOD

Prediabetes je asymptomatické ochorenie, po ktorom je nutné aktívne pátrať pri preventívnych či dispenzárných prehliadkach, či v prítomnosti rizikových faktorov. Veľmi často je prediabetes diagnostikovaný náhodne, napr. pri predoperačnom vyšetrení či pri vykonávaní laboratórnych kontrol u dispenzárných prehliadok (Karen a Svačina, 2016).

Prediabetes je charakterizovaný zvýšeným rizikom prechodu do diabetu, ktorý sa rozvinie ročne u 5-10 % postihnutých osôb s aterosklerotickými komplikáciami. U pacientov s prediabetom sa väčšinou vyskytujú aj ostatné súčasti metabolického syndrómu ako arteriálna hypertenzia, obezita, dyslipidémia, ktoré významne zvyšujú individuálne riziko morbidít a mortality. Na druhej strane, medzi rizikové faktory prediabetu patria arteriálna hypertenzia, obezita (hlavne viscerálny typ), nadhmotnosť, prítomnosť ostatných súčastí metabolického syndrómu, syndróm polycystických ovárií, pozitívna rodinná anamnéza výskytu diabetu 2. typu a/alebo metabolického syndrómu (Gazdíková, 2017).

V súčasnosti sa na základe WHO kritérií prediabetes definuje ako hraničná glykémia nalačno (impaired fasting glucose) = glykémia nalačno medzi 5,6-6,9 mmol.l⁻¹, porušená glukózová tolerancia (impaired glucose tolerance) = glykémia po 2 hodinách počas orálneho glukózovo-tolerančného testu medzi 7,8-11,0 mmol.l⁻¹, hraničné zvýšenie koncentrácie glykovaného hemoglobínu (39-47 mmol.mol⁻¹; Gazdíková, 2017).

Diabetes je chronické ochorenie charakterizované jeho tichou a progresívnou povahou. Prevalencia *diabetes mellitus* 2. typu sa zvyšuje s vekom a so znepokojujúcim trendom

diagnostiky stále mladšieho veku (Kong, Luk a Chan, 2016). K zhoršovaniu zdravotného stavu dochádza starnutím, čo je dynamický a veľmi prepracovaný biologický proces charakterizovaný funkčným úbytkom mnohých tkanív a je primárnym rizikovým faktorom pre väčšinu chronických ochorení človeka, vrátane neuro-degeneratívnych ochorení, diabetu 2. typu, všetkých foriem arteriosklerózy, hypertenzie, vekom podmienenej makulárnej degenerácie a väčšiny typov rakoviny (Li et al., 2017).

Pre odhalenie rizika konverzie prediabetických stavov do diabetu 2. typu sa využívajú rizikové skórované systémy, ktoré za obdobie 5-10 rokov vypočítajú pravdepodobnosť vzniku diabetu 2. typu. Skóre sa vypočítava na základe prítomnosti prediabetických stavov a ostatných komponentov metabolického syndrómu, ako aj na základe genetickej predispozície v zmysle prítomnosti diabetu 2. typu u prvostupňových príbuzných (Galajda, Mokáň a Mokáň, 2014).

Cieľom našej práce bolo posúdiť skóre rizika diabetu FINDRISC vybranej skupiny populácie v závislosti od vekovej kategórie, identifikovať osoby s vysokým rizikom vzniku ochorenia *diabetes mellitus* a porovnať riziká a výskyt kritických faktorov v jednotlivých vekových kategóriách.

MATERIÁL A METÓDY

V našom prieskume sme zisťovali skóre rizika diabetu u 400 respondentov (63,8 % žien, 36,3 % mužov) v závislosti od vekovej kategórie. Vzhľadom k tomu, že súčasťou zvoleného modelu sú dve kritické vekové kategórie, rozhodli sme sa súbor respondentov rozdeliť do štyroch skupín – veková kategória do 45 rokov, kategória 45-54 rokov, kategória 55-64 rokov a veková kategória nad 64 rokov. Bližšiu charakteristiku súboru a jednotlivých podskupín vyjadrujú tabuľky 1-3. Pre výpočet skóre rizika diabetu sme použili fínsky model FINDRISC – Finnish Diabetes Risk Score (Janghorbani, Adineh a Amini, 2013). Na základe ďalších premenných (index telesnej hmotnosti, obvod pásu, fyzická aktivita, konzumácia ovocia a zeleniny, užívanie antihypertenzív, anamnéza vysokej hladiny glukózy v krvi) sme určili riziko v rozsahu od nízkeho po maximálne. Nízke riziko predstavuje hodnotu ≤ 8 , mierne riziko má hodnotu 9-12, výrazné riziko predstavuje hodnoty 13-19 a maximálne riziko tvorí hodnotu ≥ 20 . Maximálne dosiahnuteľné skóre je 26 (Janghorbani, Adineh a Amini, 2013). Pre naše účely sme použili dotazníkovú metódu. Dotazník bol anonymný, aby sme zabezpečili ochranu osobných údajov a anonymitu. Získané údaje sme spracovali pomocou Microsoft Office Excel 2010 (Los Angeles, CA, USA), XLSTAT (Version 2019.3.1) do tabuľkovej a grafickej podoby.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Starnutie je najsilnejším rizikovým faktorom pre väčšinu chronických ochorení. Počet súbežných chronických ochorení, zvyčajne definovaných ako multimorbidita, sa s pribúdajúcim vekom zvyšuje, čo bolo dôsledne potvrdené vo veľkých populačných štúdiách (Bektas et al., 2017).

Tab. 1 Zastúpenie respondentov v súbore podľa vekovej kategórie

Veková kategória	počet	% podiel	muži	ženy
menej ako 45 rokov	197	49	65	132
45-54 rokov	123	31	43	80
55-64 rokov	63	16	31	32
viac ako 64 rokov	17	4	6	11

Aj v našom prieskume sme sledovali podobný trend, kedy sa so zvyšujúcim vekom zhoršovali vybrané biochemické a antropometrické parametre a tlak krvi (tab. 2 a 3).

Tab. 2 Charakteristika súboru na základe vekovej kategórie a znalosti hodnôt antropometrických parametrov (uvedené hodnoty predstavujú priemer)

Veková kategória	tlak krvi systolický (mmHg)	tlak krvi diastolický (mmHg)	cholesterol (mmol.l ⁻¹)	triacylglyceroly (mmol.l ⁻¹)	glukóza (mmol.l ⁻¹)
menej ako 45 rokov	117	76	5	1	5
45-54 rokov	127	80	5	2	5
55-64 rokov	134	83	6	2	6
viac ako 64 rokov	131	84	6	2	7

Tab. 3 Charakteristika súboru na základe vekovej kategórie a podľa znalosti hodnôt antropometrických parametrov (uvedené hodnoty predstavujú priemer)

Veková kategória	hmotnosť (kg)	výška (cm)	BMI (kg.m ⁻²)	obvod pásu (cm)	obvod bokov (cm)	WHR
menej ako 45 rokov	69	171	23,5	81,2	96,0	0,84
45-54 rokov	79	170	27,0	92,4	103,6	0,89
55-64 rokov	83	171	28,3	97,0	100,9	0,96
viac ako 64 rokov	86	167	31,3	102,7	111,5	0,92

Obezita je uznávaným rizikovým faktorom pre diabetes 2. typu. V dôsledku toho je index telesnej hmotnosti (BMI) ako najčastejšie používaný diagnostický nástroj na zisťovanie obezity spojený aj s diabetom 2. typu. Avšak ako ukazujú prospektívne štúdie, 15-20 % prípadov diabetu vzniká u jedincov s normálnou hmotnosťou. Ľudia s normálnou hmotnosťou (BMI <25 kg.m⁻²), ktorí sú vystavení zvýšenému riziku metabolických porúch, môžu mať svoju hmotnosť považovanú za metabolicky nezdorivú normálnu hmotnosť (MUH-NW) alebo metabolicky obeznu normálnu hmotnosť (Eckel et al., 2015). Index telesnej hmotnosti je najbežnejšie používaným parametrom vo všetkých vekových kategóriách dospeléj populácie. Neposkytuje však presné informácie o distribúcii telesného tuku. S potenciálnymi zdravotnými rizikami súvisí rozloženie tuku v tele, pričom centrálna obezita je silnejšie spojená s viacerými rizikovými faktormi pre kardiovaskulárne choroby ako celková obezita (Magalhães et al., 2014). Vhodným ukazovateľom množstva vnútrobrušného tuku a celkového telesného tuku je obvod pásu, pretože obvod pásu pozitívne koreluje s množstvom abdominálneho tuku. Riziko metabolických komplikácií (napr. výskyt ochorenia diabetu 2. typu) sa zvyšuje pri obvode pásu u mužov ≥94 cm a u žien ≥80 cm (Krahulec, 2015). Obvod pásu je najpoužívanejším nástrojom na hodnotenie androidnej obezity. Vykazuje pozitívnu koreláciu s BMI, celkovým obsahom tuku a percentom horného telesného tuku (Magalhães et al., 2014). V našom súbore sme na základe BMI zaznamenali pomerne vysoký výskyt nadhmotnosti a obezity v jednotlivých vekových kategóriách (34 % vs 61 % vs 81 % vs 88 %), ako aj rizikových hodnôt obvodu pásu (30 % vs 67 % vs 71 % vs 89 %). Konkrétne percentuálne zastúpenie respondentov v rizikových antropometrických komponentoch vyjadrujeme v tabuľke 4.

Diabetes a artériová hypertenzia sa obvykle vyskytujú spoločne, pričom artériová hypertenzia predchádza vzniku diabetu 2. typu približne o päť rokov. Obe choroby spája spoločná patogenéza, sú súčasťou tzv. metabolického syndrómu (Sninčák, 2014). Artériová hypertenzia a *diabetes mellitus* sú ochorenia, u ktorých sa prevalencia permanentne zvyšuje. Pozorujeme neustály nárast obezných pacientov s diabetom 2. typu, ktorí majú súčasne aj diagnózu artériovej hypertenzie. Prevalencia hypertenzie u diabetikov je dvojnásobne vyššia

ako u bežnej populácie a 70-80 % pacientov s diabetom 2. typu trpí artériovou hypertenziou (Mesárošová, Hirnerová a Krahulec, 2013). V našom súbore sme zaznamenali farmakoterapiu už vo vekovej kategórii do 45 rokov (8 % respondentov). Užívanie liekov na hypertenziu sme zaznamenali aj v ostatných vekových kategóriách, uvádza to tabuľka 4.

Hyperglykémia je nepriaznivý stav, ktorý poškodzuje organizmus mnohými mechanizmami. Vede k vzniku endotelovej dysfunkcie, pôsobí imunosupresívne, aktivuje oxidačný stres, navodzuje protrombogénny stav organizmu a zvyšuje spotrebu kyslíka (Šoupal a Prázný, 2011). Prítomnosť hyperglykémie sme zistili aj v našom sledovanom súbore a vo všetkých vekových kategóriách (16 % vs 15 % vs 19 % vs 18 %; tab. 4).

Tab. 4 Výskyt rizikových komponentov skóre rizika diabetu v súbore podľa vekových kategórií (vyjadrené ako percentuálny podiel z kategórie)

Veková kategória	BMI 25-30 kg.m ⁻²	BMI nad 30 kg.m ⁻²	obvod pásu muži 94-102 cm, ženy 80-88 cm	obvod pásu muži nad 102 cm, ženy nad 88 cm
menej ako 45 rokov (n=197)	25	9	17	13
45-54 rokov (n=123)	36	25	30	37
55-64 rokov (n=63)	52	29	27	44
viac ako 64 rokov (n=17)	29	59	18	71

Veková kategória	farmakoterapia pre hypertenziu	hyperglykémia v anamnéze	fyzická aktivita menej než 4 hodiny týždenne	menej ako každodenný príjem ovocia a zeleniny
menej ako 45 rokov (n=197)	8	16	38	38
45-54 rokov (n=123)	17	15	43	41
55-64 rokov (n=63)	30	19	48	30
viac ako 64 rokov (n=17)	24	18	76	59

Svalová distribúcia a sila sa u dospievajúcich a dospelých s vekom postupne znižujú, najmä po dosiahnutí veku 45 rokov, s rýchlejšim znížením po dosiahnutí veku 60 rokov. Diabetes je nezávislým rizikovým faktorom nízkej svalovej sily. Táto vekom súvisiaca strata svalovej hmoty môže byť súčasne sprevádzaná aj zvýšeným fyzickým poškodením a zníženou schopnosťou vykonávať funkčné úlohy, ako je napríklad chôdza po schodoch a vykonávanie základných domácich prác, ako aj všetkých úloh vyžadujúcich prah svalovej sily. Nízka svalová sila je spojená s vyšším zdravotným postihnutím, chorobnosťou a úmrtnosťou (Armstrong a Sigal, 2015). Hlavné tkanivá v tele citlivé na inzulín sú svaly a tukové bunky. Zvýšením množstva kostrového svalstva a citlivosti na inzulín prostredníctvom rezistencie môže väčšina jedincov lepšie riadiť hladinu glukózy v krvi a tiež telesnú hmotnosť. Predpokladá sa, že tréning na rezistenciu zlepší kontrolu glykémie a senzitivitu na inzulín už prostredníctvom niekoľkých adaptačných cvičení (Armstrong a Sigal, 2015). V našom prieskume sme zaznamenali pomerne alarmujúce výsledky, pretože veľká časť subjektov z jednotlivých kategórií vykazuje fyzickú aktivitu menej ako 4 hodiny týždenne. Bližšie uvádzame v tabuľke 4.

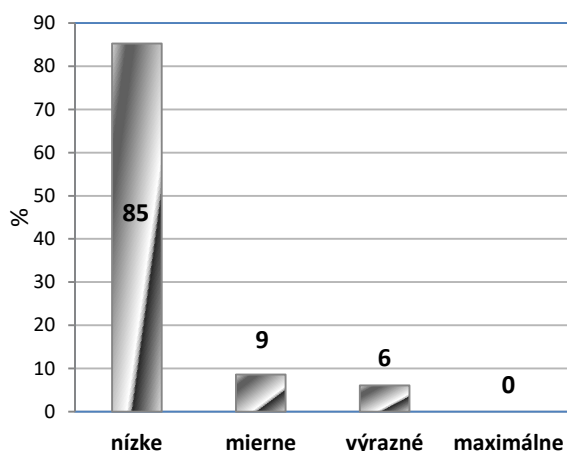
Ochranná úloha konzumácie ovocia a zeleniny proti rôznym chronickým ochoreniam bola preukázaná v niekoľkých epidemiologických štúdiách. Zvýšená konzumácia ovocia a zeleniny je odporúčaná mnohými národnými i medzinárodnými stravovacími usmerneniami. Zdraviu prospešné účinky ovocia a zeleniny pochádzajú z obsahu vlákniny, minerálie a mnohých ďalších zlúčenín, ako sú vitamíny, polyfenoly, karotenoidy, glukozinoláty, ktoré nazývame všeobecným názvom fytochemikálie (Oliviero a Fogliano, 2016). Zdravotný prospech týchto látok je dnes už nepopierateľný. Podobne ako pri fyzickej aktivite, aj pri príjme ovocia a zeleniny sme zaznamenali podobné výsledky, a teda pomerne vysoké zastúpenie respondentov v jednotlivých vekových kategóriách, ktorí ovocie a zeleninu nezaraďujú do svojho jedálnička na dennej báze. Čo je alarmujúce, dotýka sa to aj mladých ľudí (tab. 4).

Na základe vyhodnotenia jednotlivých komponentov FINDRISC sme zistili výsledné skóre pre jednotlivé vekové kategórie. Jednoznačne sa nám potvrdil vplyv veku na celkové skóre, a teda riziko vzniku diabetu sa so zvyšujúcim vekom zvyšuje (tab. 5).

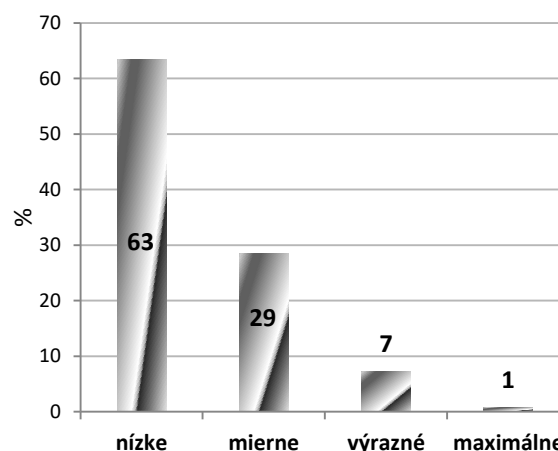
Tab. 5 Skóre rizika diabetu (počet bodov) podľa vekových kategórií

veková kategória	priemer	max	min	med	mod
menej ako 45 rokov	5	19	0	4	1
45-54 rokov	7	20	0	8	8
55-64 rokov	9	20	0	8	8
viac ako 64 rokov	9	17	1	8	13

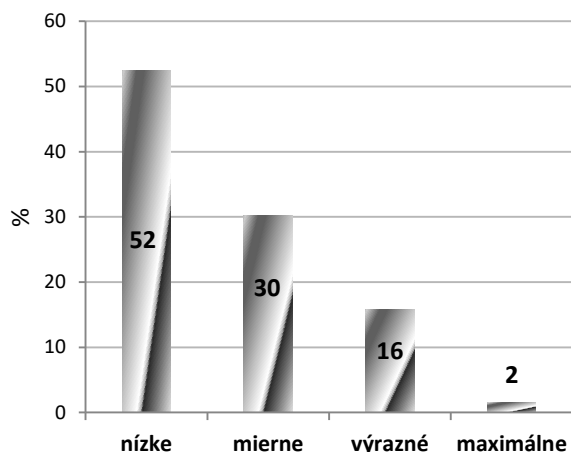
Na obrázkoch 1-4 graficky znázorňujeme výskyt rizika diabetu vyjadrený percentuálne v jednotlivých vekových kategóriách.



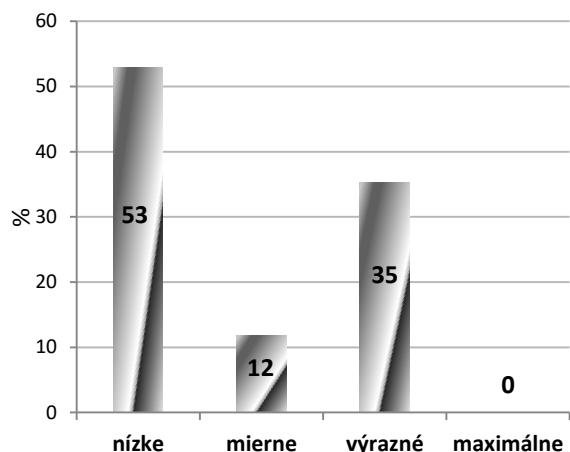
Obr. 1 Riziko diabetu vo vekovej kategórii do 45 rokov



Obr. 2 Riziko diabetu vo vekovej kategórii 45-54 rokov



Obr. 3 Riziko diabetu vo vekovej kategórii 55-64 rokov



Obr. 4 Riziko diabetu vo vekovej kategórii nad 64 rokov

Chronologický vek je hlavným rizikovým faktorom funkčných porúch a chronických ochorení. V oblasti zdravia starších osôb však existuje veľká heterogenita. Niektorí ľudia sa zdajú byť chabí a potrebujú pomoc v každodenných rutinách už v 70. rokoch, zatiaľ čo iní zostávajú nezávislí od pomoci a zdá sa, že unikli hlavnému fyziologickému zhoršeniu až do veľmi extrémneho veku (Jylhävä, Pedersen a Hägg, 2017). Starnutie je progresívna fyziologická degenerácia, ktorá vedie k poklesu funkcie orgánových systémov a k zníženiu fyziologickej rezervy. Možno ho považovať za primárne starnutie, nevyhnutné zhoršenie bunkovej štruktúry a funkcií nezávislé od ochorenia a prostredia. Sekundárne starnutie je spôsobené chorobami a faktormi životného prostredia (Scott-Warren a Maguire, 2017). Charakteristickým znakom starnutia je postupné spoliehanie sa na homeostatické rezervy. Väčšina orgánových systémov vykazuje s vekom fyziologické zníženie funkcie, aj keď rýchlosť sa líši medzi systémami v rámci jednotlivca, ako aj medzi jednotlivcami. Zvýšené riziko straty funkčnej rezervy sa zhoršuje zvýšenou prevalenciou súčasnej choroby. Schopnosť cieľových orgánov reagovať na hormóny často s vekom klesá. Zvýšená intolerancia uhlíhydrátov nastáva so starnutím, ale väčšina z nich sa vysvetľuje inými nezávislými premennými, ako je adipozita a kondícia, skôr než samotné starnutie (Navaratnarajah a Jackson, 2017).

ZÁVER

Na základe výsledkov nášho prieskumu môžeme povedať, že FINDRISC môže slúžiť ako veľmi prospešný počiatkový nástroj hodnotenia zdravotného stavu jedincov a na identifikáciu osôb s rizikom rozvoja diabetu 2. typu. Zohľadňuje modifikovateľné rizikové faktory a v praxi je veľmi ľahko použiteľný. Z našich výsledkov vyplýva, že vek je veľmi zásadným rizikovým faktorom celkovej morbidita a s jeho nárastom súvisí aj vyššie riziko výskytu ďalších rizikových faktorov, prípadne chorôb samotných. Vzhľadom na praktickosť, neinvazívnosť a dostupnosť FINDRISC je potrebné podporiť jeho využívanie v bežnej praxi a pri prevencii, ako aj jemu podobných modelov, najmä z pohľadu veľkého významu skríningu (nielen rizika diabetu) na včasné diagnostikovanie chorôb.

PodĎakovanie: Táto práca vznikla s podporou projektu „Identifikácia kritických antropometrických parametrov vo vzťahu k obezite a rizikovým zložkám potravinového reťazca“ (05-GA FAPZ SPU-19), „Implementácia moderného inovatívneho konceptu

nutričnej aplikácie do vyučovacieho procesu študentov a následné využitie poznatkov v praxi“ (KEGA 004SPU-4/2019) 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. ARMSTRONG, M.J. – SIGAL, R.J. Exercise as Medicine: Key Concepts in Discussing Physical Activity with Patients who have Type 2 Diabetes. *Canadian Journal of Diabetes*, 2015;39 Suppl 5:129-133. doi: 10.1016/j.jcjd.2015.09.081
2. BEKTAS, A. – SCHURMAN, S.H. – SEN, R. – FERRUCCI, L. Aging, inflammation and the environment. *Experimental Gerontology*, 2017;105:10-18. doi: 10.1016/j.exger.2017.12.015
3. ECKEL, N. – MÜHLENBRUCH, K. – MEIDTNER, K. – BOEING, H. – STEFAN, N. – SCHULZE, M.B. Characterization of metabolically unhealthy normal-weight individuals: Risk factors and their associations with type 2 diabetes. *Metabolism*, 2015;64(8):862-871. doi: 10.1016/j.metabol.2015.03.009
4. GALAJDA, P. – MOKÁŇ, M. – MOKÁŇ, M. Prediabetické stavy. *Súčasná klinická prax*, 2014;1:4-9. ISSN 1804-9427. Dostupné na: <http://www.skp-casopis.sk/obsah/2014/01/prediabeticke-stavy>
5. GAZDÍKOVÁ, K. Prediabetes. *Via Practica*, 2017;14(1):16-20. ISSN 1339-424X. Dostupné na: <https://www.solen.sk/storage/file/article/63006e7a4a00c670e21aef60338d95d4.pdf>
6. JANGHORBANI, M. – ADINEH, H. – AMINI, M. Evaluation of the Finnish Diabetes Risk Score (FINDRISC) as a Screening Tool for the Metabolic Syndrome. *The Review of Diabetic Studies*, 2013; 10(4):283-292. doi: 10.1900/RDS.2013.10.283
7. JYLHÄVÄ, J. – PEDERSEN, N.L. – HÄGG, S. Biological Age Predictors. *EBioMedicine*, 2017;21:29-36. doi: 10.1016/j.ebiom.2017.03.046
8. KAREN, I. – SVAČINA, Š. 2016. *Prediabetes*. 1. vydanie. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP. 12 s. ISBN 978-80-86998-78-7. Dostupné na: <https://www.svl.cz/files/files/Doporucene-postupy-od-2013/Prediabetes-2016.pdf>
9. KONG, A.P.S. – LUK, A.O.Y. – CHAN, J.C.N. Detecting people at high risk of type 2 diabetes- How do we find them and who should be treated? *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2016;30(3):345-355. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2016.06.003>
10. KRAHULEC, B. Vyšetrenie obézneho pacienta v klinickej praxi. *Via practica*, 2015;12(2):55-58. ISSN 1339-424X. Dostupné na: http://www.solen.sk/index.php?page=pdf_view&pdf_id=7434&magazine_id=1
11. LI, H. – WANG, Z. – MA, T. – WEI, G. – NI, T. Alternative splicing in aging and age-related diseases. *Translational Medicine of Aging*, 2017;1:32-40. <https://doi.org/10.1016/j.tma.2017.09.005>
12. MAGALHÃES, E. – SANT'ANA, L. – PRIORE, S. – FRANCESCHINI, S. Waist circumference, waist/height ratio, and neck circumference as parameters of central obesity assessment in children. *Revista paulista de pediatria*, 2014;32(3):273-281. doi: 10.1590/0103-0582201432320
13. MESÁROŠOVÁ, D. – HIRNEROVÁ, E. – KRAHULEC, B. Artérová hypertenzia u diabetikov. *Vaskulárna medicína*, 2013;5(2):63-65. ISSN 1339-424X. <https://www.solen.sk/storage/file/article/0ab529d8fb180e3ae8c1739d6abb4966.pdf>

14. NAVARATNARAJAH, A. – JACKSON, S. The physiology of ageing. *Medicine in older adults*, 2017;45(1):6-10. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2016.10.008>
15. OLIVIERO, T. – FOGLIANO, V. Food design strategies to increase vegetable intake: The case of vegetable enriched pasta. *Trends in Food Science & Technology*, 2016;51:58-64. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.008>
16. SCOTT-WARREN, V. – MAGUIRE, S. Physiology of ageing. *Physiology*, 2017;18(1):52-54. <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2016.10.015>
17. SNINČÁK, M. 2014. Artérová hypertenzia – epidemiológia (regionálny a etnický profil) a prevencia, komplikácie, liečebné aspekty. *Via practica*, 2014; 11(5):185-190. ISSN 1339-424X. Dostupné na: http://www.viapractica.sk/index.php?page=pdf_view&pdf_id=7142&magazine_id=1
18. ŠOUPAL, J. – PRÁZNÝ, M. Kontrola glykémie u pacientů s akutním infarktem myokardu. *Intervenční a akutní kardiologie*, 2011;10(2):67-71. ISSN 1803-5302.

Kontaktná adresa

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

SKÓRE RIZIKA DIABETU VO VYBRANEJ SKUPINE POPULÁCIE DIABETES RISK SCORE IN A SELECTED POPULATION GROUP

Gažarová Martina¹, Bihari Maroš¹, Ďuríková Marianna², Lenártová Petra¹, Krivosudská Eleonóra³, Lorková Marta⁴

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

²absolvent študijného programu Výživa ľudí

³Ústav rastlinných a environmentálnych vied, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

⁴Výskumné centrum AgroBioTech, SPU v Nitre

Summary

The aim of our work was to assess the diabetes risk score of a selected group of the population and to identify people at high risk of developing *diabetes mellitus*. Four hundred respondents (63.8% women, 36.3% men) were involved in our survey. We used the Finnish FINDRISC model to calculate the diabetes risk score. 32% of participants belonged to the risk age group 45-54 years, 18% to the age group 55-64 years. It follows that half of the respondents were of risky age. 54% of participants had risk values of BMI and 58% of participants had risk values of waist circumference. The most critical risk factors were physical inactivity and low consumption of fruits and vegetables. After evaluating all items of the score, we found that 72% of respondents in our group had a low risk of developing diabetes, 18% had a moderate risk, 9% had a significant risk and 1% had a maximum risk. The average score was 6 points, with a maximum of 20 points and most often 8 points. It is necessary to emphasize the importance of screening (not only the risks of diabetes) for the early diagnosis of diseases, as this can prevent various complications associated with the disease.

Key words: FINDRISC, diabetes, hyperglycaemia, hypertension, nutrition

ÚVOD

Prediabetes je stav, pri ktorom majú jedinci hladinu glukózy v krvi vyššiu, než je obvyklé, ale nie dostatočne vysokú, aby bola klasifikovaná ako diabetes. Ľudia s prediabetes majú zvýšené riziko cukrovky typu 2. Odhaduje sa, že 34 % dospelých má prediabetes. Z prvkov životného štýlu patria medzi rizikové faktory pre prediabetes nadhmotnosť a fyzická nečinnosť. Pre prediabetických jednotlivcov je zmena životného štýlu základným kameňom prevencie cukrovky, s dôkazom so 40-70 % relatívnym znížením rizika (Forouhi et al., 2007).

V roku 2017 bolo v diabetologických ambulanciách na Slovensku registrovaných 354 726 diabetikov (165 285 mužov, 189 441 žien). Počet pacientov liečených na niektorý typ *diabetes mellitus* vzrástol oproti roku 2009 o 5 % a každý rok je do dispenzárnej starostlivosti prijatých viac ako 20-tisíc nových diabetikov (Blaškovič, 2018). V roku 2018 bolo v diabetologických ambulanciách na Slovensku registrovaných 355 895 diabetikov. Podľa typu diabetu 91 % tvorili pacienti s *diabetes mellitus* 2. typu, 7,6 % pacienti s *diabetes mellitus* 1. typu, 0,8 % pacienti s iným typom diabetu a 0,6 % ženy s gestačným diabetom. Až 90 % tvorili diabetici vo veku 45 a viac rokov. Z celkového počtu 1525 nových pacientov s diabetom 1. typu ich najviac pribudlo vo vekovej skupine 25-34 rokov (Blaškovič, 2018).

Celosvetová prevalencia diabetu u dospelých (vo veku 20 až 79 rokov) je podľa správy IDF 8,3 % (382 miliónov ľudí), pričom o 14 miliónov mužov viac ako žien (198 miliónov mužov vs 184 miliónov žien), väčšina vo veku medzi 40 a 59 rokov a očakáva sa, že ich počet vzrastie nad 592 miliónov do roku 2035 s 10,1 % globálnej prevalencie (Mokán et al., 2008).

Kohortové štúdie ukázali, že včasné odhalenie diabetu zlepšuje celkový výsledok, hoci dôkazová základňa pre skrining celej populácie je slabá. Epidemiológovia a štatistickí sa snažia vytvárať vážené modely, ktoré možno prezentovať ako skóre výpočtu rizík, ktoré by boli dostatočne jednoduché, hodnoverné, cenovo dostupné a široko realizovateľné v klinickej praxi (Simmons et al., 2007).

Skóre rizika diabetu je príkladom prognostického modelu. FINDRISC bol úspešne implementovaný ako praktický skriningový nástroj pre posúdenie rizika diabetu a na zistenie diagnostikovaných diabetikov. Kombinácia známych rizikových faktorov predpovedá incidenciu diabetu aspoň tak účinne ako zhoršený metabolizmus glukózy. Skóre rizika môže byť dokonca lepší a praktickejší prostriedok na identifikáciu chorých ľudí v rámci preventívnych zásahov, ako napríklad glukózový tolerančný test alebo hladina glukózy v krvi nalačno (Janghorbani, Adineh a Amini, 2013).

Cieľom našej práce bolo posúdiť skóre rizika diabetu vybranej skupiny populácie a identifikovať osoby s vysokým rizikom vzniku ochorenia *diabetes mellitus*.

MATERIÁL A METÓDY

Do nášho prieskumu bolo zapojených 400 respondentov (63,8 % žien, 36,3 % mužov) s najvyšším vekom 80 rokov a najnižším 18 rokov. Priemerný vek zúčastnených bol 41 rokov, medián veku bol 45, čo je spodná veková hranica rizika väčšieho výskytu diabetu. Pre výpočet skóre rizika diabetu sme použili fínsky model FINDRISC – Finnish Diabetes Risk Score (Janghorbani, Adineh a Amini, 2013). Pri rizikových skóre ide o výpočet pravdepodobnosti rizika prechodu prediabetických stavov do rozvoja diabetu. Na základe určitých premenných je možné určiť riziko v rozsahu od nízkeho po maximálne. Nízke riziko predstavuje hodnotu ≤ 8 , mierne riziko má hodnotu 9-12, výrazné riziko predstavuje hodnoty 13-19 a maximálne riziko tvorí hodnotu ≥ 20 . Maximálne dosiahnuteľné skóre je 26 (Janghorbani, Adineh a Amini, 2013). FINDRISC zvyčajne obsahuje týchto osem položiek: vek, index telesnej hmotnosti (BMI, hmotnosť (kg) / výška na druhú (m^2)), obvod pásu, fyzická aktivita, konzumácia ovocia, zeleniny a bobúľ, užívanie antihypertenzív, anamnéza vysokej hladiny glukózy v krvi, rodinná anamnéza cukrovky. Pre naše účely sme použili dotazníkovú metódu. Dotazník bol anonymný, aby sme zabezpečili ochranu osobných údajov a anonymity. Získané údaje sme spracovali pomocou Microsoft Office Excel 2010 (Los Angeles, CA, USA), XLSTAT (Version 2019.3.1) do tabuľkovej a grafickej podoby.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V tabuľke 1 uvádzame charakteristiku súboru podľa znalosti hodnôt svojich biochemických parametrov a tlaku krvi. Ako vyplýva z údajov, najviac respondentov poznalo hodnoty svojho tlaku. Priemerne šlo o hodnotu 124/79 mmHg.

Tab. 1 Charakteristika súboru podľa znalosti hodnôt biochemických parametrov a tlaku krvi

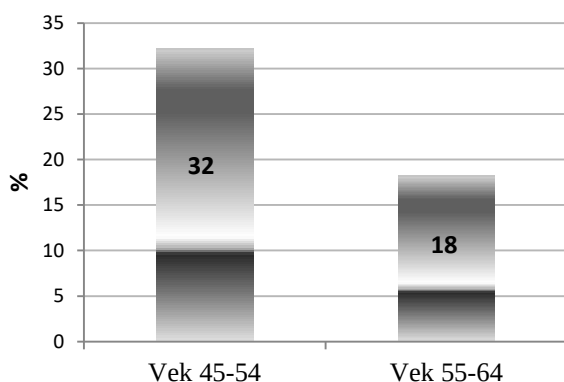
	počet	%	priemer	SD	max	min	med	mod
vek (roky)	400	100	41	15	80	18	45	23
tlak krvi systolický (mmHg)	260	65	124	17	190	60	120,5	120
tlak krvi diastolický (mmHg)	260	65	79	11	130	40	80	80
cholesterol (mmol.l ⁻¹)	81	20,3	5,3	1,1	9,5	2,1	5,2	5,0
triacylglyceroly (mmol.l ⁻¹)	42	10,5	1,7	1,1	5,9	0,3	1,4	2,4
glukóza (mmol.l ⁻¹)	76	19,0	5,3	1,5	11,4	2,8	5,0	4,8

Znalosť biochemických parametrov však už bola na pomerne nízkej úrovni. Oveľa lepšiu vedomosť mali respondenti o hodnotách svojich antropometrických parametrov (tab. 2).

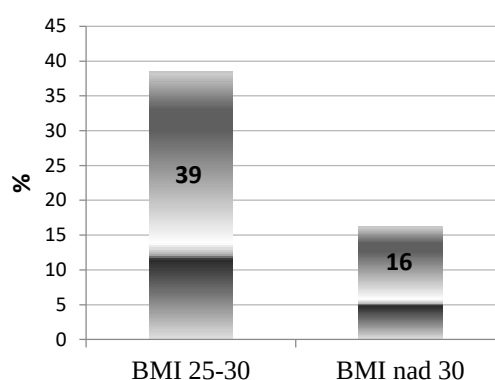
Tab. 2 Charakteristika súboru podľa znalosti hodnôt antropometrických parametrov

	počet	%	priemer	SD	max	min	med	mod
hmotnosť (kg)	390	97,5	75	17,4	132	39	73	70
výška (cm)	399	99,8	170	9,6	204	138	170	170
BMI (kg.m⁻²)	390	97,5	25,7	5,1	43,7	17,1	25,2	31,0
obvod pásu (cm)	357	89,3	88,3	16,9	180,0	48,0	88,0	90,0
obvod bokov (cm)	350	87,5	100,0	13,5	170,0	62,0	99,0	95,0
WHR	346	86,5	0,88	0,12	1,22	0,48	0,88	0,80

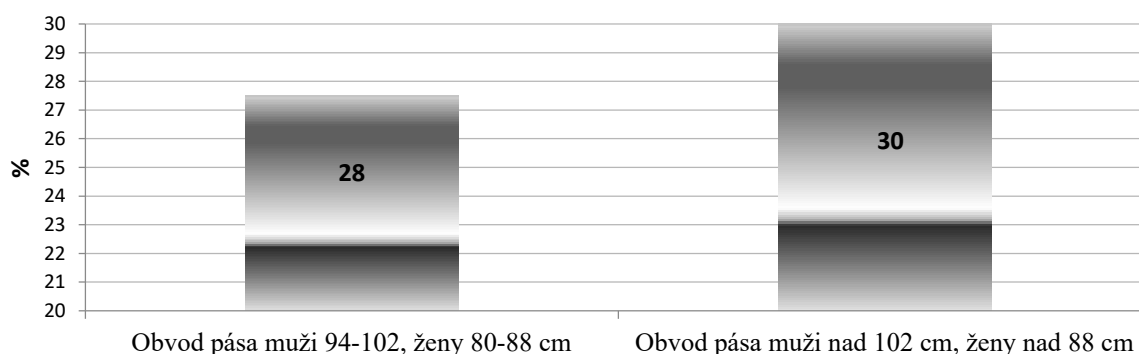
Na obrázkoch 1-6 graficky interpretujeme výsledky jednotlivých položiek skóre rizika získaných prostredníctvom dotazníka. Ako vidieť na obrázku 1, do rizikovej vekovej skupiny 45-54 rokov spadalo 32 % participantov, do vekovej skupiny 55-64 rokov 18 %. Z toho vyplýva, že polovica opýtaných bola vo viac či menej rizikovom veku. Rizikové hodnoty BMI malo 54 % (obr. 2), pásu 58 % (obr. 3). Zastúpenie rizikových komponentov skóre rizika diabetu znázorňuje obrázok 4. Najkritickejšim rizikovým faktorom boli fyzická nečinnosť a nízka konzumácia ovocia a zeleniny.



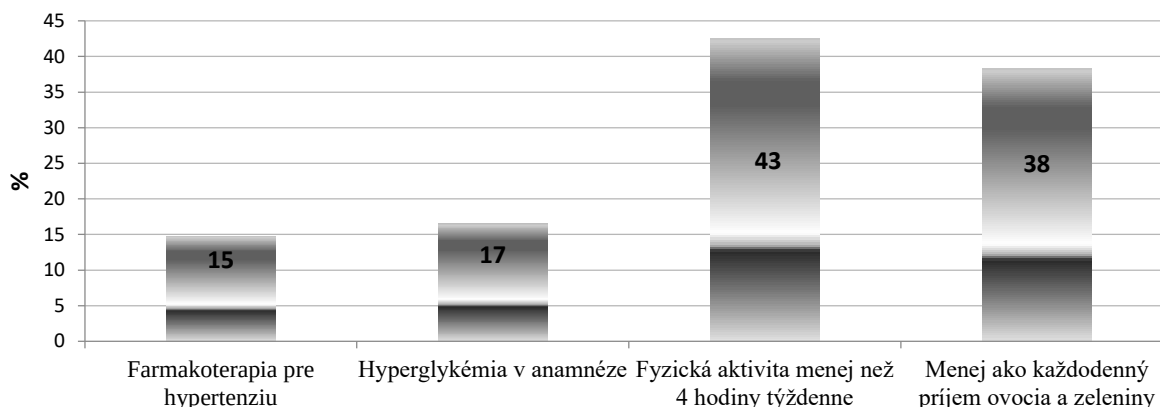
Obr. 1 Zastúpenie rizikových vekových období v celom súbore



Obr. 2 Zastúpenie rizikových kategórií BMI v celom súbore

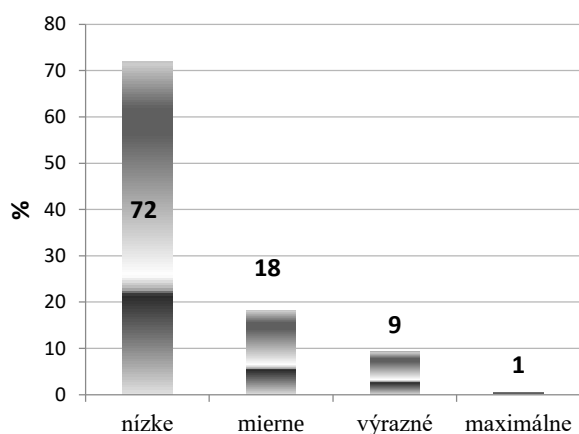


Obr. 3 Zastúpenie rizikových kategórií obvodu pásu v celom súbore

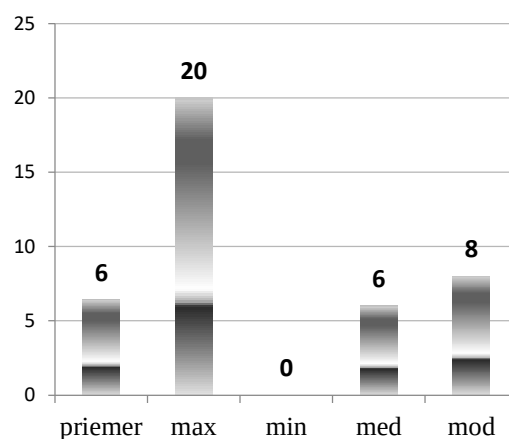


Obr. 4 Zastúpenie rizikových komponentov skóre rizika diabetu v celom súbore

Po zhodnotení všetkých položiek skóre sme zistili, že nízke riziko vzniku diabetu malo v našom súbore 72 % respondentov, 18 % malo mierne riziko, 9 % výrazné a 1 % maximálne riziko (obr. 5). Priemerné dosiahnuté skóre bolo 6 bodov, pričom maximálne bolo 20 bodov a najčastejšie 8 bodov (obr. 6).



Obr. 5 Riziko diabetu v sledovanom súbore



Obr. 6 Počet rizikových bodov v súbore

Antihypertenzívna liečba zvyčajne začína ako monoterapia po zlyhaní konzervatívneho manažmentu s úpravou životného štýlu. Niektoré antihypertenzíva (predovšetkým betablokátory a diuretiká) zhoršujú inzulínovú rezistenciu a môžu vyvolať diabetes. Luitse et al. (2012) uvádzajú, že u niektorých pacientov môže hyperglykémia odzrkadľovať už existujúci, ale nerozpoznaný diabetes, no častejšie môže byť výsledkom stresovej reakcie, po ktorej sa hladina glukózy dostáva do normálneho stavu. Podľa Šoupala a Prázneho (2011) nezanedbateľný vplyv na hyperglykémiu má aj nutričná podpora a podávanie liekov (najmä katecholamíny a kortikoidy). Na hladinu glykémie vplýva veľa faktorov. Pokiaľ zostáva hyperglykémia neliečená, môže to viesť k mnohým vážnym život ohrozujúcim komplikáciám, ktoré zahŕňajú poškodenie zraku, obličiek, nervov, srdca a periférneho cievneho systému. Preto je nevyhnutné riadiť hyperglykémiu efektívne, aby sa zabránilo komplikáciám ochorenia a zlepšili sa výsledky pacienta.

WHO (2020) definuje fyzickú aktivitu ako akýkoľvek telesný pohyb produkovaný kostrovým svalstvom, ktorý si vyžaduje výdaj energie. Fyzická aktivita sa vzťahuje na všetok pohyb, a to aj vo voľnom čase, na dopravu, alebo ako súčasť práce osoby. Vzhľadom k tomu, že globálne odhady ukazujú, že každý štvrtý (27,5 %) dospelý a viac ako tri štvrtiny (81 %)

dospievajúcich nespĺňajú odporúčania pre aeróbne cvičenie, je naliehavo potrebné zvýšiť prioritu a investície zamerané na služby na podporu fyzickej aktivity v rámci zdravotníctva a iných kľúčových sektorov. Cvičenie spolu s lekárskou výživovou terapiou tvorí základný kameň liečby cukrovky. American Association for Diabetes (ADA) vo svojich štandardoch lekárskej starostlivosti pri cukrovke odporúča, aby sa dospeli s cukrovkou zúčastňovali aspoň 150 minút stredne intenzívnej až intenzívnej aeróbnej aktivity týždenne a dvoch až troch sedení anaeróbneho tréningu týždenne. Pravidelné cvičenie je spojené s prevenciou a minimalizáciou prírastku hmotnosti, znížením krvného tlaku, zlepšením citlivosti na inzulín a kontrolou glukózy a optimalizáciou lipoproteínového profilu, ktoré sú nezávislými rizikovými faktormi pre rozvoj cukrovky (Garber et al., 2020).

V otázke konzumácie ovocia a zeleniny sme zistili pomerne pozitívne výsledky, keďže viac ako polovica opýtaných konzumuje ovocie a zeleninu na dennej báze. Príjem dostatočného množstva ovocia a zeleniny sa odporúča ako súčasť zdravej výživy. Zvýšenie spotreby ovocia a zeleniny by mohlo znížiť riziko mnohých chronických ochorení, vrátane kardiovaskulárnych ochorení, rakoviny, mozgovej príhody a cukrovky (Knai et al., 2006). K dnešnému dňu boli realizované mnohé epidemiologické štúdie skúmajúce súvislosť medzi rizikom cukrovky a konzumáciou rôznych druhov ovocia a zeleniny. Zistenia z týchto štúdií sú však nekonzistentné. Niektoré štúdie naznačujú vyšší príjem ovocia a zeleniny, najmä príjem bobúľ a zelenej listovej zeleniny, ktoré mali inverznú súvislosť s rizikom cukrovky (Montonen et al., 2005). Iné štúdie nepreukázali takéto súvislosti s príjmom ovocia alebo zeleniny. Nezrovnalosť týchto výsledkov by mohla vyplývať zo spoluúčasti samotnej choroby a funkčnej heterogénnosti biologických reakcií na rôzne potraviny a odlišné nastavenia metodiky výskumu (Devendra, Liu a Eisenbarth, 2004). V každom prípade, prediabetes je asymptomatické ochorenie, po ktorom je nutné aktívne pátrať pri preventívnych či dispenzárných prehliadkach, či v prítomnosti rizikových faktorov. Preto je akýkoľvek skrining veľmi prospešný, najmä z pohľadu včasnej diagnostiky ochorenia a zvýšenia šance pacienta pre dlhý a plnohodnotný život.

ZÁVER

Skóre rizika diabetu bolo navrhnuté tak, aby dokázalo prostredníctvom jednoduchého skriningu identifikovať vysokorizikové subjekty v populácii. Je vhodným prostriedkom aj pre zvyšovanie povedomia o modifikovateľných rizikových faktoroch a zdravom životnom štýle. Z našich výsledkov vyplýva, že 72 % respondentov má len nízke riziko diabetu, mierne riziko sme zistili u 18 %, výrazné u 9 % a maximálne riziko vzniku diabetu u 1 %. Zdravý životný štýl by sa mal podporovať pri každej mozgovej príležitosti, ale jednoduché poradenstvo a vzdelávanie ľudí o strave a cvičení nestačí. Súčasne by sa mala pozornosť venovať vytváraniu podmienok, ktoré podporujú zdravý životný štýl vo všetkých sférach spoločenského života. Je potrebné zdôrazňovať význam skriningu (nielen rizika diabetu) na včasné diagnostikovanie chorôb, pretože tým môžeme predísť rôznym komplikáciám spojeným s ochorením.

Pod'akovanie: Táto práca vznikla s podporou projektu „*Identifikácia kritických antropometrických parametrov vo vzťahu k obezite a rizikovým zložkám potravinového reťazca*“ (05-GA FAPZ SPU-19), „*Vplyv konzumácie vybraných potravinových zdrojov rastlinného pôvodu na nutričný a zdravotný stav probandov*“ (01-GA FAPZ SPU-21), „*Implementácia moderného inovatívneho konceptu nutričnej aplikácie do vyučovacieho procesu študentov a následné využitie poznatkov v praxi*“ (KEGA 004SPU-4/2019) 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. BLAŠKOVITŠ, P. Ročne pribudne na Slovensku vyše 20-tisíc diabetikov. [online]. © 2018 [cit. 2021-08-06]. Dostupné na: http://www.nczisk.sk/Documents/aktuality/tlacove_spravy/2018/TS_cukrovka_12112018.pdf
2. DEVENDRA, D. – LIU, E. – EISENBARTH, G.S. Type 1 diabetes: recent developments. *BMJ (Clinical research ed.)*, 2004;328(7442):750-754. <https://doi.org/10.1136/bmj.328.7442.750>
3. FOROUI, N.G. – LUAN, J. – HENNINGS, S. – WAREHAM, N.J. Incidence of Type 2 diabetes in England and its association with baseline impaired fasting glucose: the Ely study 1990-2000. *Diabetes Med*, 2007;24(2):200-207. doi: 10.1111/j.1464-5491.2007.02068.x
4. GARBER, A.J. – HANDELSMAN, Y. – GRUNBERGER, G. et al. Consensus Statement By The American Association Of Clinical Endocrinologists And American College Of Endocrinology On The Comprehensive Type 2 Diabetes Management Algorithm – 2020 Executive Summary. *Endocr Pract.*, 2020;26(1):107-139. doi: 10.4158/CS-2019-0472.
5. JANGHORBANI, M. – ADINEH, H. – AMINI, M. Evaluation of the Finnish Diabetes Risk Score (FINDRISC) as a Screening Tool for the Metabolic Syndrome. *The Review of Diabetic Studies*, 2013; 10(4):283-292. doi: 10.1900/RDS.2013.10.283
6. KNAI, C. – POMERLEAU, J. – LOCK, K. – MCKEE, M. Getting children to eat more fruit and vegetables: a systematic review. *Prev Med.*, 2006;42(2):85-95. doi: 10.1016/j.ypmed.2005.11.012.
7. LUITSE, M. – BIESSELS, G.J. – RUTTEN, G. – KAPPELLE, L.J. Diabetes, hyperglycaemia, and acute ischaemic stroke. *Lancet Neurol.*, 2012;11(3):261-271. doi: 10.1016/S1474-4422(12)70005-4
8. MOKÁŇ, M. – MARTINKA, E. – GALAJDA P. et al. *Diabetes mellitus a vybrané metabolické ochorenia*. Martin: Vydavateľstvo P + M, 2008. 1003 s. ISBN 978-80-969-71398.
9. MONTONEN, J. – KNEKT, P. – HÄRKÄNEN, T. – JÄRVINEN, R. – HELIÖVAARA, M. – AROMAA, A. – REUNANEN, A. Dietary patterns and the incidence of type 2 diabetes. *Am J Epidemiol.*, 2005;161(3):219-227. doi: 10.1093/aje/kwi039.
10. SIMMONS, R.K. – HARDING, A.H. – WAREHAM, N.J. – GRIFFIN, S.J.; EPIC-Norfolk Project Team. Do simple questions about diet and physical activity help to identify those at risk of Type 2 diabetes? *Diabet Med.*, 2007;24(8):830-835. doi: 10.1111/j.1464-5491.2007.02173.x
11. ŠOUPAL, J. – PRÁZNÝ, M. Kontrola glykémie u pacientů s akutním infarktem myokardu. *Intervenční a akutní kardiologie*, 2011;10(2):67-71. ISSN 1803-5302.
12. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Geneva: World Health Organization; 2020. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Kontaktná adresa

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

FREKVENCIA KONZUMÁCIE VYBRANÝCH DRUHOV PEKÁRSKÝCH PRODUKTOV A JEJ VPLYV NA VISCERÁLNU TUKOVÚ OBLASŤ

CONSUMPTION FREQUENCY OF SELECTED TYPES OF BAKERY PRODUCTS AND ITS EFFECT ON THE VISCERAL FAT AREA

Gažarová Martina¹, Bihari Maroš¹, Meňhartová Silvia², Habánová Marta¹, Lorková Marta³, Lenártová Petra¹

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

²absolvent študijného programu Výživa ľudí

³Výskumné centrum AgroBioTech, SPU v Nitre

Summary

Since bread and other bakery products are one of the most restricted foods in the hypocaloric diet and are quite often the cause of weight gain and fat loss, the aim of our study was to determine how the elimination of certain types of bakery products affects the body composition of young consumers in relation to visceral fat area. Students of the study program Human Nutrition were included in the research, a total of 120 participants (100 women and 20 men). We performed all measurements using the InBody720 device. We focused on the visceral fat area. Based on the results, it can be stated that selected types of bread and their consumption play an important role in the regulation of body composition. Our study suggests that low levels of physical activity with the intake of selected types of bread, especially wheat rolls, pastries and gluten-free variants may cause an increase in visceral fat area.

Key words: visceral fat area, bakery products, consumption frequency

ÚVOD

Obezita je definovaná ako nadmerné ukladanie telesného tuku alebo ako prebytok celkového telesného tuku vyjadrený prostredníctvom indexu telesnej hmotnosti hodnotou ≥ 30 kg.m⁻². Podľa Svetovej zdravotníckej organizácie vzniká pri nadhmotnosti a obezite trikrát vyššie riziko vzniku *diabetes mellitus* 2. typu, hypertenzie, ischemickej choroby srdca alebo mozgovej príhody, porušenia glukózovej tolerancie, degeneratívnych ochorení pohybového aparátu a mnohých ďalších zdravotných komplikácií (WHO, 2004). Prebytočné nahromadenie tuku v brušnej oblasti, ktorý obaľuje vnútorné orgány, nazývame centrálnou obezitou, ktorá predstavuje významné metabolické riziká. Z hľadiska zdravia je hromadenie tuku v oblasti pásu veľmi nebezpečné. Pre zistenie centrálnej obezity je meranie obvodu pásu najjednoduchším spôsobom a jedným z najpresnejších antropometrických ukazovateľov brušného tuku. Viscerálna adipozita súvisí s vyššou metabolickou morbiditou a mortalitou v dôsledku s tým súvisiacej vyššej úrovne zápalových procesov v porovnaní s adipozitou vyskytujúcou sa v inej oblasti tela (Yu et al., 2019). Tuk nachádzajúci sa v brušnej oblasti je spojený s väčšími zdravotnými rizikami ako tuk v periférnych oblastiach, napr. v gluteálno-femorálnej oblasti (Ducimetiere a Richard, 1989; Dowling a Pi-Sunyer, 1993). Brušný tuk delíme na viscerálny, retroperitoneálny a subkutánný (Jensen et al., 1995; Abate et al., 1996). Niekoľko štúdií naznačuje, že viscerálna tuková zložka brušného tuku najsilnejšie koreluje s rizikovými faktormi, ďalšie štúdie naznačujú, že subkutánná zložka najviac koreluje s inzulínovou rezistenciou (Pouliot et al., 1992; Abate et al., 1995; Abate et al., 1996; Goodpaster et al., 1997). Pokiaľ sú hodnoty viscerálneho tuku vyššie ako 100 cm², hovoríme o abdominálnej obezite. Vznik a rozvoj obezity je podmienený rôznymi faktormi, od genetiky

cez stravovacie návyky a neaktívny životný štýl. Správna diagnostika obezity a interpretácia jej povahy a rizikovosti vo vzťahu k chorobnosti je však veľmi dôležitá a zásadná. Antropometrické parametre sú variabilne spojené s rôznymi biochemicky definovanými rizikovými faktormi a metabolickými poruchami, vrátane dyslipidémie, inzulínovej rezistencie, metabolického syndrómu, nefropatie a pod. Všetky antropometrické indexy a ukazovatele, či už konvenčné alebo novovznikajúce, sa spoliehajú na špecifické vlastnosti pacienta. Medzi konvenčné antropometrické indexy spadá index telesnej hmotnosti, obvod pásu, pomer obvodu pásu k obvodu bokov a pomer obvodu pásu k telesnej výške (Gruson et al., 2010; Müller et al., 2016; Bell et al., 2018). Do diagnostiky obezity a jej rizikovosti sa postupne začleňujú ďalšie a novšie ukazovatele a premenné, ako napr. viscerálny tuk (VFA) alebo index tvaru tela (ABSI) (Veghari et al., 2018). V súčasnosti poznáme niekoľko metód a techník diagnostikujúcich obezitu, niektoré sú však drahé a nedostupné. Bioelektrické impedančné zariadenia sú však čoraz prístupnejšie, vďaka čomu je možná presnejšia analýza telesnej kompozície, ako aj sledovanie jej zmien v priebehu času a intervencií.

Keďže chlieb a ostatné pekárske produkty sú jednými z najviac obmedzovaných potravín v hypokalorickej a redukčnej diéte a pomerne často označované za príčinu nárastu telesnej hmotnosti a množenia telesného tuku, cieľom našej práce bolo zistiť, ako ovplyvňuje eliminácia určitých druhov pekárskeho výrobku kompozíciu tela mladých konzumentov so zameraním sa na viscerálnu tukovú oblasť.

MATERIÁL A METÓDY

Do výskumu boli zaradení študenti inžinierskeho stupňa študijného programu Výživa ľudí, celkovo šlo o 120 probandov (100 žien a 20 mužov). Všetky potrebné merania participantov sme realizovali prostredníctvom prístroja InBody 720, vďaka ktorému sme analyzovali kompozíciu tela. Prístroje InBody využívajú technológiu DSM-BIA a DSMF-BIA (priama segmentálna multifrekvenčná frekvenčná bioelektrická impedančná analýza). Tehotné ženy a ľudia s kardiostimulátorom sa vyšetrenia na princípe BIA nesmú zúčastniť, preto bol pred meraním každý zo zúčastnených riadne poučený a informovaný. Každý z probandov poskytol písomný súhlas s meraniami a spracovaním údajov na výskumné účely. Zamerali sme sa na viscerálnu tukovú oblasť, pričom základná popisná charakteristika celého súboru je uvedená v tabuľke 1. Ďalším z metodických komponentov použitých pre potreby našej štúdie bol krátky dotazník, ktorým sme zisťovali frekvenciu konzumácie pečiva, ako aj jednotlivé druhy a typy pekárskeho výrobku bežne konzumovaných slovenskou populáciou. Zamerali sme sa na chlieb biely a celozrnný, rožok biely a celozrnný, kaiserku bielu a celozrnnú, a napokon sladké a bezlepkové pečivo. Prostredníctvom dotazníka sme sa participantov pýtali na frekvenciu konzumácie vybraných druhov pečiva. Na výber boli možnosti ako 4 až 7-krát za týždeň, 1 až 3-krát za týždeň, zriedkavo alebo nikdy. Podľa toho sme rozdelili účastníkov štúdie do 4 skupín. Súčasťou dotazníka bolo taktiež zisťovanie úrovne kondície, resp. fyzickej aktivity probandov. Táto časť pojednávala o forme/type vykonávanej fyzickej aktivity (aeróbna alebo anaeróbna), o dĺžke jedného cvičebného procesu v minútach, počet odcvičených dní za týždeň, počet mesiacov, resp. rokov venovaných cvičeniu ako takému. Tieto údaje mali pre nás informačný charakter. Získané údaje sme spracovali pomocou aplikácie Microsoft Office Excel 2010 (Los Angeles, CA, USA). Zamerali sme sa na matematicko-štatistické charakteristiky. Štatistickú analýzu sme realizovali pomocou programu STATISTICA Cz verzia 13, rozdiely medzi antropometrickými údajmi sme testovali jednofaktorovou analýzou rozptylu (ANOVA) a porovnávali pomocou Tukey's Post Hoc Test. Hladiny štatistickej významnosti boli stanovené na $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**), $P < 0,001$ (***)

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Základná popisná charakteristika súboru je uvedená v tabuľke 1 a výsledky analýzy možného vplyvu frekvencie konzumácie vybraných druhov pekárskych výrobkov na viscerálnu tukovú oblasť v tabuľke 2.

Tab. 1 Základná popisná charakteristika súboru

	priemer	± SD	max	min	mod	med
Vek (roky)	23	1	26	20	23	23
Výška (cm)	169	8	200	150	168	168
Hmotnosť (kg)	65,0	13,3	115,1	46,1	64,7	61,7
Body mass index (kg.m⁻²)	22,6	3,2	31,9	17,0	22,8	22,1
WHR	0,86	0,05	1,04	0,78	0,83	0,85
Beztuková hmota (%)	74,6	6,7	91,4	58,3	ND	74,8
Percentuálny podiel tuku (%)	25,4	6,7	41,6	8,5	29,6	25,2
Viscerálna tuková oblasť (cm²)	67,8	22,8	140,6	24,9	76,5	65,1

Po zhodnotení frekvencie konzumácie bieleho chleba sme zistili, že tí, ktorí sa vyhýbajú jeho konzumácii, mali hodnoty viscerálneho tuku najvyššie. Paradoxne sme najnižšie hodnoty viscerálneho telesného tuku zistili v skupine s jeho pravidelnou konzumáciou (4 až 7-krát za týždeň) bieleho chleba. Medzi jednotlivými skupinami sme však nezistili signifikantné rozdiely ($P > 0,05$). Signifikantné rozdiely sme nezistili ani v prípade celozrnného chleba, kde sme z pohľadu centrálnej obezity zaznamenali najhoršie výsledky u konzumentov konzumujúcich celozrnný chlieb ojedinele, avšak najnižšie hodnoty mali práve tí, ktorí sa mu úplne vyhýbajú. V prípade frekvencie konzumácie rožka bieleho či celozrnného sme štatisticky významné rozdiely medzi skupinami nezistili, avšak podobne ako pri konzumácii bieleho chleba, najnižšie hodnoty viscerálnej tukovej oblasti mali konzumenti s najčastejšou frekvenciou konzumácie týchto produktov. V prípade kaiserky bielej sme zistili signifikantné rozdiely medzi skupinou, ktorá konzumovala tento druh pečiva zriedkavo a skupinou s najčastejšou konzumáciou ($P < 0,05$). Aj v prípade kaiserky celozrnnnej sme najvyššie hodnoty viscerálneho tuku zistili pri zriedkavej frekvencii konzumácie, avšak rozdiely neboli signifikantné. Analýza vplyvu frekvencie konzumácie sladkého pečiva ukázala, že najhoršie hodnoty indikátora centrálnej obezity boli v skupine, ktorá konzumovala tento druh pečiva 1 až 3-krát týždenne. Najlepšie výsledky sme zistili paradoxne medzi participantmi s pravidelnou konzumáciou. V tomto prípade boli rozdiely signifikantné ($P < 0,05$). Bezlepkové produkty sú určené pre pacientov s celiakiou. V posledných rokoch sa však tieto produkty stávajú súčasťou stravovacích režimov aj zdravých ľudí (Brambilla et al., 2013). Naše výsledky napovedajú, že častejšia konzumácia (1 až 3-krát za týždeň) bezlepkového pečiva môže spôsobovať nárast hmotnosti. Dokazujú to najvyššie hodnoty VFA v tejto skupine. Treba však upozorniť, že túto skupinu konzumentov tvorili ľudia, ktorí nie sú odkázaní na výlučnú bezlepkovú stravu. Na každodennú konzumáciu bezlepkovej stravy sú odkázaní ľudia s gluténovou intoleranciou. Toto ochorenie je spájané s chudnutím v dôsledku tráviacich ťažkostí a zlej využiteľnosti živín. Je preto potrebné brať do úvahy aj tieto možné faktory vplývajúce na výsledky analýzy vzhľadom k tomu, že uvedená skupina konzumentov mala najnižšie hodnoty VFA ($P < 0,05$). Zároveň je potrebné podotknúť, že na základe sledovania pohybovej aktivity participantov dochádzalo vo väčšine prípadov k ovplyvneniu výsledkov práve vďaka nej. Zistili sme, že probandi, ktorí konzumovali vybrané druhy pečiva najčastejšie (s výnimkou bezlepkového pečiva), mali aj vysokú úroveň fyzickej aktivity.

Tab. 2 Hodnoty viscerálnej tukovej oblasti (cm²) vo vzťahu ku frekvencii konzumácie vybraných pekárskeho produktov

	Frekvencia konzumácie vybraných pekárskeho			
	žiadna	zriedkavá	1 až 3-krát	4 až 7-krát
Chlieb biely	69,9	69,7	67,1	55,9
Chlieb celozrnný	64,7	75,7	67,5	67,8
Rožok biely	67,0	70,3	73,0	55,3
Rožok celozrnný	65,6	69,4	71,7	64,3
Kaiserka biela	69,5	74,2^a	59,0	44,2^b
Kaiserka celozrnná	66,7	73,8	62,3	71,2
Sladké pečivo	63,2	66,9^a	74,1^a	56,1^b
Bezlepkové pečivo	66,9^a	68,4	94,2^b	55,2^a

Vysvetlivky: a, b – rozdielne písmená znamenajú štatisticky významný rozdiel

Mladá dospelosť (17-35 rokov) sa stala synonymom pre vývoj nesprávneho životného štýlu spojeného so zvýšeným rizikom chronických chorôb v neskorších rokoch (Liu et al., 2012; Zheng et al., 2017). Pri systematickom hodnotení stravovacích návykov u dospelých mali dospelí ľudia vo veku od 20 do 29 rokov v 187 krajinách najnižšie (čo predstavuje najmenej zdravé) stravovacie skóre v oboch hodnotených stravovacích návykoch (jeden odrážajúci zdravé stravovacie návyky a druhý nezdravé) v porovnaní s ostatnými vekovými skupinami (Imamura et al., 2015). Od roku 1975 sa celosvetovo obezita takmer strojnásobila. Viac ako 1,9 miliárd dospelých ľudí vo veku od 18 rokov a viac malo v roku 2016 nadhmotnosť, z toho viac ako 650 miliónov bolo obéznych. To znamená, že v roku 2016 trpelo nadhmotnosťou 39 % dospelých vo veku od 18 rokov a 13 % bolo obéznych. V rovnakom roku trpelo nadhmotnosťou alebo obezitou viac ako 340 miliónov detí a dospievajúcich vo veku 5-19 rokov. 38 miliónov detí do 5 rokov malo v roku 2019 nadhmotnosť alebo obezitu (WHO, 2020). Zmnoženie viscerálneho tuku môže byť výsledkom konzumácie veľkého množstva cukrov, nezdravých tukov, spracovaných potravín. Taktiež pozitívnej energetickej bilancie a stresu, o ktorom je známe, že prostredníctvom hormónu kortizol udržiava vyššie hladiny viscerálneho tuku (Cadman, 2018). Dôležitú úlohu má teda celková skladba potravín, preferencia určitých potravín, frekvencia a množstvo ich konzumácie, ale aj úroveň metabolizmu jedinca, schopnosť metabolizovať jednotlivé živiny, efektivita cvičebného procesu, psychické zdravie, stres, prítomnosť ochorení, genetická predispozícia a iné.

V našom prípade je potrebné brať do úvahy mladý a vitálny vek participantov s relatívne aktívnym metabolizmom, neprítomnosťou závažných neinfekčných ochorení a absenciou medikamentózneho liečby ovplyvňujúcej metabolické pochody v tele. Všetky tieto faktory, ale aj mnohé iné môžu vysvetľovať fakt, prečo sme najlepšie výsledky získali práve v skupinách s pravidelnou, prípadne častou konzumáciou sledovaných druhov pekárskeho výrobkov. Zároveň je ale potrebné zdôrazniť, že vo väčšine prípadov sme zistili hodnoty sledovaných parametrov v rozmedzí referenčných limitov, aj napriek tomu, že medzi jednotlivými skupinami boli zistené menšie alebo väčšie rozdiely.

ZÁVER

Na základe zistených výsledkov možno konštatovať, že vybrané druhy pečiva a ich konzumácia hrajú dôležitú úlohu v regulácii kompozície tela. Naša štúdia naznačuje, že nízka úroveň fyzickej aktivity s príjmom vybraných druhov pečiva, najmä pšeničných rožkov, sladkého pečiva a bezlepkových variant môžu spôsobiť zvyšovanie hodnôt viscerálneho tuku. Pri hodnotení antropometrických parametrov a následných zdravotných rizík je potrebné brať

do úvahy aj úroveň fyzickej aktivity a vek, pri hodnotení vplyvu konzumácie rôznych druhov pečiva na hodnoty antropometrických parametrov a indikátorov obezity je nevyhnutné zohľadňovať nielen frekvenciu konzumácie, ale aj množstvo skonsumovaného pekárskoho produktu. Práve v tom vidíme limitácie nášho výskumu. Výsledky našej štúdie ukazujú, že hodnoty antropometrických parametrov boli výrazne ovplyvnené práve úrovňou fyzickej aktivity, pretože vo väčšine prípadov najlepšie výsledky dosahovali konzumenti s najčastejšou konzumáciou sledovaného druhu pečiva. Zároveň je potrebné brať do úvahy aj mladý a vitálny vek participantov s relatívne aktívnym metabolizmom, absenciou chorôb a užívania liekov. Aj napriek určitým rozdielom sme vo väčšine prípadov zistili hodnoty sledovaných parametrov v rozmedzí referenčných limitov.

PodĎakovanie: Táto práca vznikla s podporou projektov „*Identifikácia kritických antropometrických parametrov vo vzťahu k obezite a rizikovým zložkám potravinového reťazca*“ Grantovej agentúry FAPZ SPU v Nitre (**05-GA FAPZ SPU-19**), „*Vplyv konzumácie vybraných potravinových zdrojov rastlinného pôvodu na nutričný a zdravotný stav probandov*“ (**01-GA FAPZ SPU-21**), a vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekty: *Dlhodobý strategický výskum prevencie, intervencie a mechanizmov obezity a jej komorbidít* (**ITMS: 313011V344**) a *Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny* (**Drive4SIFood 313011V336**) spolufinancovaných zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

1. ABATE, N. – GARG, A. – PESHOCK, R.M. – STRAY-GUNDERSEN, J. – ADAMS-HUET, B. – GRUNDY, S.M. Relationship of generalized and regional adiposity to insulin sensitivity in men with NIDDM. *Diabetes*, 1996;45(12):1684-1693.
2. ABATE, N. – GARG, A. – PESHOCK, R.M. – STRAY-GUNDERSEN, J. – GRUNDY, S.M. Relationships of generalized and regional adiposity to insulin sensitivity in men. *J Clin Investigation*, 1995;96(1):88-98. <https://doi.org/10.1172/JCI118083>
3. BELL, R.A. – CHEN, H. – SALDANA, S. et al. Comparison of Measures of Adiposity and Cardiovascular Disease Risk Factors Among African American Adults: the Jackson Heart Study. *J Racial Ethn Health Disparities*, 2018;5(6):1230-1237. doi:10.1007/s40615-018-0469-y
4. BRAMBILLA, P. – PICCA, M. – DILILLO, D et al. Changes of body mass index in celiac children on a gluten-free diet. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.*, 2013;23(3):177-182. doi:10.1016/j.numecd.2011.10.002
5. CADMAN, B. 2018. What is the best way to get rid of visceral fat? [online]. © 2021 [cit. 2021-08-05]. Dostupné na: <<https://www.medicalnewstoday.com/articles/320929#how-to-get-rid-of-visceral-fat>>
6. DOWLING, H.J. – PI-SUNYER, F.X. Race-dependent health risks of upper body obesity. *Diabetes*, 1993;42(4):537-543.
7. DUCIMETIERE, P. – RICHARD, J.L. The relationship between subsets of anthropometric upper versus lower body measurements and coronary heart disease risk in middle-aged men. The Paris Prospective Study I. *Int J Obes.*, 1989;13(1):111-121.
8. GOODPASTER, B.H. – THAETE, F.L. – SIMONEAU, J.A. – KELLEY, D.E. Subcutaneous abdominal fat and thigh muscle composition predict insulin sensitivity independently of visceral fat. *Diabetes*, 1997;46(10):1579-1585. doi: 10.2337/diacare.46.10.1579

9. GRUSON, E. – MONTAYE, M. – KEE, F. et al. Anthropometric assessment of abdominal obesity and coronary heart disease risk in men: the PRIME study. *Heart*, 2010;96(2):136-140. doi:10.1136/hrt.2009.171447
10. IMAMURA, F. – MICHA, R. – KHATIBZADEH, S. et al. Dietary quality among men and women in 187 countries in 1990 and 2010: a systematic assessment. *The Lancet Global Health*, 2015;3(3):e132-e142. doi: 10.1016/S2214-109X(14)70381-X
11. JENSEN, M.D. – KANALEY, J.A. – REED, J.E. – SHEEDY, P.F. Measurement of abdominal and visceral fat with computed tomography and dual-energy x-ray absorptiometry. *Am J Clin Nutr.*, 1995;61(2):274-278. doi: 10.1093/ajcn/61.2.274
12. LIU, K. – DAVIGLUS, M.L. – LORIA, C.M. et al. Healthy lifestyle through young adulthood and the presence of low cardiovascular disease risk profile in middle age: the coronary artery risk development in (Young) adults (CARDIA) study. *Circulation*, 2012;125(8):996-1004. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.060681
13. MÜLLER, M.J. – BRAUN, W. – ENDERLE, J. et al. Beyond BMI: Conceptual Issues Related to Overweight and Obese Patients. *Obes Facts*, 2016;9(3):193-205. doi:10.1159/000445380
14. POULIOT, M.C. – DESPRES, J.P. – NADEAU, A. et al. Visceral obesity in men. Associations with glucose tolerance, plasma insulin, and lipoprotein levels. *Diabetes*, 1992;41(7):826-834.
15. VEGHARI, G. – SALEHI, A. – VAGHARI, M. The comparison of waist circumference, waist-to-hip ratio, and waist-to-height ratio among rural women adults in the North of Iran, between the years 2004 and 2013. *ARYA Atheroscler.*, 2018;14(4):169-176. doi:10.22122/arya.v14i4.1518
16. WORLD HEALTH ORGANISATION, 2004. BMI classification. [online]. © 2021 [cit. 2021-08-05]. Dostupné na: http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html
17. WORLD HEALTH ORGANISATION: Obesity and overweight. [online]. © 2021 [cit. 2021-08-05]. Dostupné na: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
18. YU, J.Y. – CHOI, W.J. – LEE, H.S. et al. Relationship between inflammatory markers and visceral obesity in obese and overweight Korean adults: An observational study. *Medicine (Baltimore)*, 2019;98(9):14740. doi:10.1097/MD.00000000000014740
19. ZHENG, Y. – MANSON, J.E. – YUAN, CH. et al. Associations of Weight Gain from Early to Middle Adulthood With Major Health Outcomes Later in Life. *JAMA*, 2017;318(3):255-269. doi:10.1001/jama.2017.7092

Kontaktná adresa

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

OBSAH SILICE A KYSELINY ROZMARÍNOVEJ V DVOCH DRUHOCH RASTLÍN RODU *THYMUS* CONTENT OF ESSENTIAL OIL AND ROSEMARIC ACID IN TWO PLANTS OF GENUS *THYMUS*

Habán Miroslav^{1,2}, Zvercová Dominika¹, Habánová Marta³, Svitková Renáta²

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

Summary

Aromatic plant species of genus *Thymus* are important medicinal plants, highly recommended due to the range of therapeutic properties of their content substances. Common thyme (*Thymus serpyllum* L.) is used as a spice in cuisine, but has also approved therapeutic uses. Wild thyme (*Thymus vulgaris* L.) is a plant, which has known application in numerous traditional remedies. The medicinal properties and use of these plants depend on active phytochemicals. The aim of the work was to find out what effect the term of plant harvest has on the content of essential oil and rosmarinic acid. The common thyme reached a comparably higher amount of essential oil compared to the wild thyme. 83% of all samples meet according to requirements of the European Pharmacopoeia version 10 for the essential oil content. The highest content of rosemary acid was found from plants collected in the middle of the growing season. The differences between the individual collections with respect to the acid content are statistically significant.

Key words: *Thymus serpyllum* L., *Thymus vulgaris* L., essential oil, rosmarinic acid

ÚVOD

Rod *Thymus* je jeden zo zástupcov čeľade Lamiaceae. Obsahuje 214 druhov a 36 poddruhov rozdelených do ôsmich skupín: *Micantes*, *Mastichina*, *Piperella*, *Teucrioides*, *Pseudothymbra*, *Thymus*, *Hyphodromi* a *Serpyllum*. Rozšírený je v Stredomorskej oblasti, najmä na Pyrenejskom polostrove a severozápadnej Afrike, odkiaľ jeho výskyt prechádza ďalej do Európy, Grónska, Severnej Ameriky a do Ázie. Prvé zaznamenané dôkazy o použití rastlín z tohto rodu sa našli v Dioscoridesovej práci z prvého storočia nášho letopočtu (Li et al., 2019; Kosakowska et al., 2020). V priebehu doby sa nadzemné časti a prchavé zložky týchto rastlín stali bežne používanými prostriedkami ako koreniny, pochutiny, bylinné čaje a prípravkami na rôzne liečebné použitie (Stahl-Biskup a Sáez, 2002). V súčasnosti sú niektoré druhy uvedené v Európskom liekopise (Ph.Eur. 10). Dúška materina je trváca rastlina, ktorá má uplatnenie v mnohých tradičných liečebných prostriedkoch pre svoje antiseptické, antihelmintické, diuretické, tonizačné, karminatívne, antispazmolitické, expektoračné, emmenagogické, sedatívne, tonické, anticholesterolemické, imunostimulačné a analgetické účinky (Jarić et al., 2015). Liekopisnou drogou je usušená kvitnúca nadzemná časť – vňať dúšky materinej (*Serpylli herba*), ktorá obsahuje najmä silicu, deriváty kyseliny škoricovej (k. rozmarínová, k. kávová), flavonoidy (naringenín, eriodiktyol, apigenín, kvercetin, rutín a i.). V ľudovom liečiteľstve sa používa pri zápale v ústnej dutine, na zlepšenie trávenia (Nagy et al., 2017). Dúška tymianová známa ako tymian, je viacročná aromatická rastlina (Hosseinzadeh et al., 2015), ktorá sa obvykle pestuje ako bylina na získanie sušenej vňati, extraktu alebo silice (Kuete, 2017). Liekopisnou drogou sú usušené celé listy a kvety oddelené od stoniek – vňať dúšky (*Thymi herba*), ktorá obsahuje najmä silicu, deriváty kyseliny škoricovej (k. kávová, k. rozmarínová, k. rozmarínová), flavonoidy (thymonín a i.),

polysacharidy. Ako tradičný rastlinný liek sa používa na uľahčenie vykašľavania hlienov, na zmiernenie príznakov prechladnutia, v ľudovom liečiteľstve tiež pri zápale v ústnej dutine, na zlepšenie trávenia (Nagy et al., 2017). Pre svoje aromatické vlastnosti má použitie ako dochucovadlo, používa sa na konzervovanie mäsa (Mogosanu et al., 2017).

V príspevku sme sa zamerali na porovnanie obsahu silice a kyseliny rozmarínovej v dúske tymianovej a dúske materinej zberanej v troch termínoch zberu počas dvoch rokov (2019 a 2020).

MATERIÁL A METÓDY

Predmetom kvalitatívneho hodnotenia boli liekopisné drogy Serpylli herba a Thymi herba, získané zberom počas dvoch po sebe nasledujúcich rokov 2019 a 2020. Zber dvoch rastlinných druhov – *Thymus serpyllum* L. (dúška materina) a *Thymus vulgaris* L. (dúška tymianová) sa uskutočnil v troch rozdielnych fenofázach rastliny: na začiatku kvitnutia (jún), v čase plného kvitnutia (júl, august) a v období po odkvitnutí (september, október). Zber rastlinného materiálu bol vykonaný neskoro popoludní, pretože tento čas je najvhodnejší na zber rastlín s vysokým obsahom silice, keďže v čase silného slnečného žiarenia sa silica stráca. Termíny a miesta zberu sú uvedené v tabuľke 1.

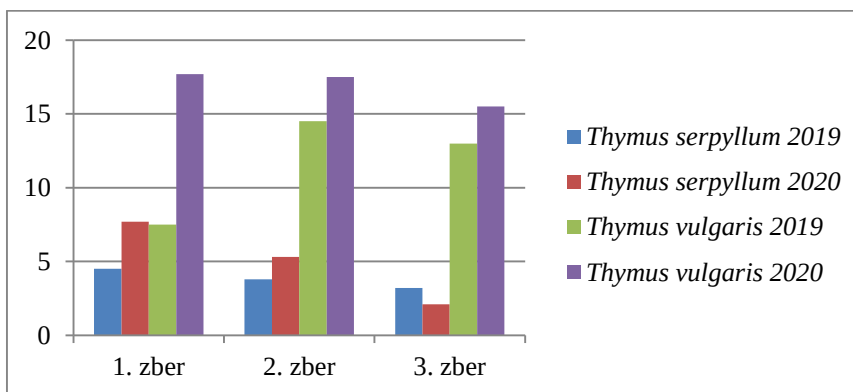
Tab. 1 Termín a lokalita zberu sledovaných druhov rastlín rodu *Thymus*

Druh rastliny	1. zber	2. zber	3. zber	Miesto zberu	Geografické údaje
<i>Thymus serpyllum</i> L.	8.6.2019	11.8.2019	9.9.2019	lúka	48°34'05.9" N 17°24'03.4" E 342 m.n.m
	10.6.2020	9.8.2020	11.9.2020		
<i>Thymus vulgaris</i> L.	13.6.2019	24.7.2019	30.9.2019	záhrada	48°33'01.7" N 17°25'36.1" E 260 m.n.m
	15.6.2020	20.7.2020	3.10.2020		

Lokalita zberu dúske materinej sa nachádzala na slnečnej lúke v obci Cerová, okres Senica. Dúška tymianová bola získaná z jedno až dvojročných pestovaných rastlín, zo záhrady v rekreačnej oblasti Cerové – Sokolské chaty. *Thymus vulgaris* L. sa na našom území vo voľnej prírode nenachádza. Miesta zberu sa zaraďujú do mierne teplej klimatickej oblasti s chladnou až studenou zimou. Priemerná ročná teplota sa pohybuje v rozmedzí 8 – 9 °C. Ročný priemer zrážok je 600 až 700 mm. Najviac oblačnosti sa vyskytuje v decembri a najmenej v auguste. Pre dotknuté územie je charakteristický pôdny typ redzina, kambizeme rendzinové. V širšom okolí sa nachádzajú prevažne dubové lesy. Oblasť patrí do Chráneného územia Malé Karpaty s druhým stupňom ochrany (Enviroportál, 2021). Analýza obsahových látok v sušených drogách Serpylli herba a Thymi herba bola vykonaná destiláciou s vodnou parou metodickým postupom podľa Slovenského farmaceutického kódexu (SFK1). Výťažok silice v objemových percentách bol stanovený na základe suchej hmotnosti. Detekcia obsahu vybranej kyseliny rozmarínovej bola realizovaná vysoko účinnou kvapalinovou chromatografiou (HPLC) podľa metodického postupu v Európskom liekopise v chemickom laboratóriu Katedry udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, FAPZ, SPU v Nitre. Štatistické vyhodnotenie údajov bolo realizované programom STATISTICA CZ verzia 10. Použitá bola viacfaktorová analýza rozptylu (ANOVA) a významnosť jednotlivých faktorov bola testovaná LSD testom.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Najvyšší obsah silice vo vysušenej droge dúšky materinej bol zistený vo vzorke z prvého zberu, na začiatku kvitnutia rastliny v roku 2019 ($4,5 \text{ ml.kg}^{-1}$), analogicky aj v roku 2020 ($7,7 \text{ ml.kg}^{-1}$). Ďalšie zbery boli realizované v neskoršom období, v prvej polovici augusta (2. zber) a v prvej polovici septembra (3. zber). Z grafickej interpretácie výsledkov (obrázok 1) vyplýva, že s dlhším vegetačným obdobím liečivej rastliny množstvo silice vo vzorkách vzduchosuchých drog nepriamoúmerne klesalo. V roku 2020 bol medzi 1. a 3. zberom rozdiel až 0,56 % v obsahu silice suchej hmotnosti. Najnižší obsah silice v oboch rokoch bol pozorovaný v štádiu odkvitania rastliny, pričom rok 2019 prevyšoval. Pri vzorkách z prvého a druhého zberu naopak dominoval rok 2020. Štúdia z roku 2011 pochádzajúca z Indie bola zameraná na stanovenie množstva silice v pestovanej dúške materinej. Obsah silice bol počas jarneho obdobia 0,18 %, v lete to bolo 0,28 % a v jesennom období 0,17 %. Rozdielny obsah silice autori odôvodňujú vývojom rastliny počas roka. Na jeseň môže dôjsť k deštrukcii silicových buniek (Verma et al., 2011). Raal et al. (2004) analyzovali voľne rastúcu dúšku materinu v Estónsku počas rokov 2002 a 2003. Obsah silice sa pohyboval v rozmedzí od $0,6 \text{ ml.kg}^{-1}$ do 4 ml.kg^{-1} , pričom najvyššia hodnota bola zaznamenaná v auguste v roku 2002.

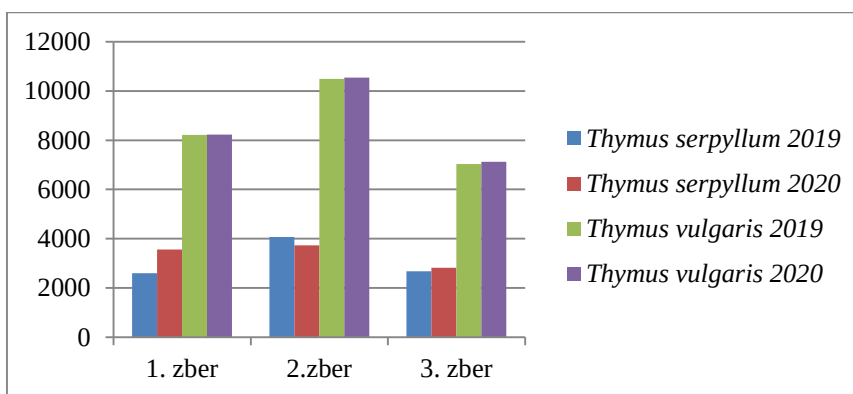


Obr. 1 Obsah silice (ml.kg^{-1}) v droge Serpylli herba a Thymi herba

Droga Thymi herba v roku 2019 obsahovala najväčšie množstvo silice vo vzorke zberanej v júli ($14,5 \text{ ml.kg}^{-1}$). V roku 2020 bolo najvyššie množstvo detegované zo zberu, ktorý bol vykonaný na začiatku kvitnutia. Vzorka z 3. zberu v oboch rokoch obsahovala najmenšie množstvo silice, čo mohlo byť zapríčinené koncom vegetačného obdobia. Podobne ako pri Serpylli herba sme v roku 2020 pozorovali vyššie množstvo silice v porovnaní s predchádzajúcim rokom. Všeobecne boli hodnoty obsahu silice v roku 2019 nižšie, čo môže byť zapríčinené tým, že tieto vzorky boli stanovované neskôr a došlo k stratám určitého objemu silice z dôvodu dlhšej doby skladovania. Rozdiely však nie sú štatisticky preukazné a všetky vzorky spĺňajú požiadavky Európskeho liekopisu, podľa ktorého musí byť obsah silice vo vysušenej droge Serpylli herba minimálne 3 ml.kg^{-1} a vo vysušenej droge Thymi herba minimálne 12 ml.kg^{-1} . Výnimkou je vzorka dúšky materinej zbieranej 11. 9. 2020, v období na konci kvitnutia, ktorá bola pod limitom ($2,2 \text{ ml.kg}^{-1}$), podobne ako vzorka dúšky tymianovej získanej dňa 13. 6. 2019 v období na začiatku kvitnutia rastliny ($7,5 \text{ ml.kg}^{-1}$). Získavaniu tymianovej silice pomocou destilácie vodnou parou sa venovali viacerí autori. V štúdiu, na ktorej pracoval Hudaib (2002), bol analyzovaný rozdiel v zložení aj v množstve silice získanej z tymianu v rôznych vegetačných obdobiach, pričom sa odlišoval aj vek rastlín. Zo starších, 5-ročných rastlín, ktoré boli zbierané v období máj – jún, bolo získaných 0,15 % silice. Z dvojročných rastlín, ktorých vzorky boli zhromaždené v júni – júli, vydestilovali 1,23 % silice. V Španielsku bolo hodnotené sezónne kolísanie obsahu silice v dúške

tymianovej. Najvyššie množstvo bolo zistené na začiatku rastu ($4,73 \pm 0,02$ %) a vo fáze úplného kvitnutia, respektíve vo fáze začiatku zrenia plodov ($4,05 \pm 0,03$ %) (Jordán et al., 2006). Borugă et al. (2014) uskutočnili analýzu sušenej drogy *Thymi herba* zberanej v mesiaci júl v Rumunsku. Množstvo silice, ktoré získali, bolo 1,25 %. Výsledky oboch štúdií preukázali, že droga *Thymi herba* spĺňa podmienky Ph.Eur. 10. rovnako ako naše analyzované vzorky.

Na zistenie obsahu kyseliny rozmarínovej bolo v laboratóriu spracovaných celkovo 48 vzoriek. Jej obsah bol niekoľkokrát vyšší v dúske tymianovej v porovnaní s dúsťou materinou, pričom rozdiel bol štatisticky významný (tab. 2). Grafická interpretácia výsledkov (obrázok 2) znázorňuje najvyššie hodnoty obsahu kyseliny rozmarínovej vo vzorke vzduchosuchoj drogy z druhého zberu (počas plného kvitnutia rastliny). Raudone et al. (2017) porovnávali obsah fenolových kyselín v rôznych fázach vegetačného cyklu rastliny. Predmetom skúmania boli vzorky rastlín pestovaných v botanických záhradách v Litve. Obsah kyseliny rozmarínovej v období pred rozkvetnutím bol $1\,166 \pm 72$ mg.kg⁻¹, v období plného kvitnutia $7\,726 \pm 48$ mg.kg⁻¹ a na konci vegetácie $6\,296 \pm 58$ mg.kg⁻¹.



Obr. 2 Obsah kyseliny rozmarínovej v sledovaných druhoch rodu *Thymus* počas rôzneho vegetačného obdobia

Cieľom analýz, ktoré vykonali Kivilimpolo et al. (2007), bolo zistenie obsahu fenolových kyselín v rôznych rastlinných druhoch z čeľade hluchavkovité. Informácie o pôvode rastlín neboli známe. Kyselina rozmarínová bola zistená v množstve $9\,960$ mg.kg⁻¹, pričom podobne vysoké množstvá tejto kyseliny boli zaznamenané aj počas našich analýz. Pri hodnotení obsahu kyseliny rozmarínovej medzi obdobiami zberu boli pozorované štatisticky významné rozdiely (tab. 2).

Tab. 2 Vplyv obdobia zberu na obsah kyseliny rozmarínovej v rastlinách rodu *Thymus*

Druh rastliny	Poradie zberu	Kyselina rozmarínová (mg.kg ⁻¹)	
<i>Thymus serpyllum</i> L.	1.	$3\,081,34^a \pm 564,44$	$3\,243,6^a \pm 628,91$
	2.	$3\,899,49^b \pm 417,11$	
	3.	$2\,749,97^a \pm 82,53$	
<i>Thymus vulgaris</i> L.	1.	$8\,221,08^d \pm 370,13$	$8608,35^b \pm 1\,506,78$
	2.	$10\,519,58^e \pm 444,94$	
	3.	$7\,084,41^c \pm 310,44$	

Vysvetlivky: Indexy rôznych písmen (a, b, c, d, e) za číselnými hodnotami v rovnakom stĺpci udávajú štatisticky významný vplyv obdobia zberu drogy a druhovej variability rastliny na obsah kyseliny rozmarínovej ($P < 0,05$).

Chemické zloženie rastlín a ich biologická aktivita nezávisia iba od genetických faktorov (Karray-Bouraoui et al., 2009), klimatických podmienok (Sampaio et al., 2016), ale aj od

fenologického stupňa vývoja rastliny (Esmaeili et al., 2018). Zmeny abiotických faktorov prostredia v období rastu rastlín ovplyvňujú sekundárne metabolické cesty, čo môže mať za následok rozdiely vo farmakologických a terapeutických vlastnostiach zberanej rastliny v rôznych fenologických štádiách (Sampaio et al., 2016). Tieto závery potvrdili aj naše výsledky farmakochemických rozborov skúmaných liekopisných drog *Serpylli herba* a *Thymi herba*.

ZÁVER

Výsledky nášho pozorovania preukazujú vysokú variabilitu obsahových látok medzi dúškou materinou a dúškou tymianovou. Z hľadiska obsahu silice takmer všetky analyzované vzorky spĺňali požiadavky Eur.Ph.10. Vzorka *Serpylli herba* zbieraná na konci kvitnutia 2020 a vzorka *Thymi herba* získaná na začiatku kvitnutia v roku 2019 nemôžu byť pre nízky obsah silice vo farmaceutickom priemysle použité. Výsledky množstva kyseliny rozmarínovej sa zhodujú s inými štúdiami, ktoré uvádzajú najvyššiu koncentráciu v strede vegetačného obdobia. Rozdiely medzi jednotlivými termínmi zberu boli štatisticky významné. Pre získanie najvyššieho množstva kyseliny rozmarínovej je najvhodnejší termín zberu *Thymus serpyllum* L. (dúška materina) a *Thymus vulgaris* L. (dúška tymianova) v rastovej fenofáze plného kvitnutia.

Pod'akovanie: príspevok vznikol s podporou projektu VEGA 1/0749/21: Environmentálny skrining premenlivosti sekundárnych metabolitov rastlinných prírodných zdrojov v pôdno-klimatických podmienkach Slovenska a projektu financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja IMTS 313011V344: Dlhodobý strategický výskum prevencie, intervencie a mechanizmov obezity a jej komorbidít. Autori ďakujú Ing. Ľubomírovi Kobidovi za účasť pri spracovaní vzoriek v chemickom laboratóriu.

LITERATÚRA

1. BORUGĂ, O. – JIANU, C. – MIȘCĂ, C. – GOLEȚ, I. – GRUIA, A.T. – HORHAT, F.G. 2014. *Thymus vulgaris* essential oil: chemical composition and antimicrobial activity. *Journal of Medicine and Life* 2014,7(3):56-60.
2. ENVIROPORTÁL. 2021. Atlas krajiny Slovenskej republiky. © 2021. Dostupné na: <https://app.sazp.sk/atlassr/>.
3. ESMAEILI, H. – KARAMI, A. – MAGGI, F. 2018. Essential oil composition, total phenolic and flavonoids contents, and antioxidant activity of *Oliveria decumbens* vent. (Apiaceae) at different phenological stages. *Journal of Cleaner Production* 2018,198:91-95. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.07.029
4. EUROPEAN PHARMACOPOEIA: 10th Edition. Strasbourg: EDQM Publications; 2020.
5. HOSSEINZADEH, S. – JAFARIKUKHDAN, A. – HOSSEINI, A. – ARMAND, R. 2015. The Application of Medicinal Plants in Traditional and Modern Medicine: A Review of *Thymus vulgaris*. *International Journal of Clinical Medicine*, 2015,6(9):8. doi: 10.4236/ijcm.2015.69084.
6. HUDAIB, M. – SPERONI, E. – DI PIETRA, A.M. – CAVRINI, V. 2002. GC/MS evaluation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition and variations during the vegetative cycle. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 2002,29(4):691-700. doi: 10.1016/S0731-7085(02)00119-X.
7. JARIĆ, S. – MITROVIĆ, M. – PAVLOVIĆ, P. 2015. Review of Ethnobotanical, Phytochemical, and Pharmacological Study of *Thymus serpyllum* L. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2015,2015:1-10. doi: 10.1155/2015/101978.

8. JORDÁN, J.M. – MARTÍNEZ, M.R. – GOODNER, L.K. – BALDWIN, A.E. – SOTOMAYOR, A.J. 2006. Seasonal variation of *Thymus hyemalis* Lange and Spanish *Thymus vulgaris* L. essential oils composition. *Industrial Crop and Products* 2006,24(3):253-263. doi: 10.1016/j.indcrop.2006.06.011.
9. KARRAY-BOURAOUI, N. – RABHI, M. – NAFFATI, M. – BALDAN, B. – RANIERI, A. – MARZOUK, B. – LACHAAL, M. – SMAOUI, A. 2009. Salt effect on yield and composition of shoot essential oil and trichome morphology and density on leaves of *Mentha pulegium*. *Industrial Crops and Products* 2009,30(3):338-343. doi: 10.1016/j.indcrop.2009.06.003.
10. KIVILOMPOLO, M. – OBURKA, V. – HYOTYLAINEN, T. 2007. Comparison of GC-MS and LC-MS methods for the analysis of antioxidant phenolic acids in herbs. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 2007,388(4):881-887. doi: 10.1007/s00216-007-1298-8.
11. KOSAKOWSKA, O. – BĄCZEK, K. – PRZYBYŁ, J.L. – PAWEŁCZAK, A. – ROLEWSKA, K. – WĘGLARZ, Z. 2020. Morphological and Chemical Traits as Quality Determinants of Common Thyme (*Thymus vulgaris* L.), on the Example of 'Standard Winter' Cultivar. *Agronomy* 2020,10(6):909. doi: 10.3390/agronomy10060909.
12. KUETE, V. 2017. Chapter 28 – *Thymus vulgaris*. *Medicinal Species and Vegetables from Africa* 2017:599-609. doi: 10.1016/B978-0-12-809286-6.00028-5.
13. LI, X. – HE, T. – WANG, X. – SHEN, M. – YAN, X. – FAN, S. – WANG, L. – WANG, X. – XU, X. – SUI, H. – SHE, G. 2019. Traditional Uses, Chemical Constituents and Biological Activities of Plants from the Genus *Thymus*. *Chemistry & Biodiversity* 2019,16. doi: 10.1002/cbdv.201900254.
14. MOGOSANU, D.G. – GRUMEZESCU, M.A. – BEJENARU, C. – BEJENARU, E.L. 2017. 11-Natural products used for food preservation. *Nanotechnology in the Agri-Food Industry* 2017:365-411. doi: 10.1016/B978-0-12-804303-5.00011-0.
15. NAGY, M. – MUČAJI, P. – GRANČAI, D. 2017. Farmakognózia. Biologicky aktívne rastlinné metabolity a ich zdroje. 2. vyd. Farmaceutická fakulta UK v Bratislave vo vydavateľstve Herba. 399 s. ISBN 978-80-89631-45-2.
16. RAAL, A. – PAAVER, U. – ARAK, E. – ORAV, A. 2004. Content and composition of the essential oil of *Thymus serpyllum* L. growing wild in Estonia. *Medicina* 2004,40(8):795-800.
17. RAUDONE, L. – ZYMONE, K. – RAUDONIS, R. – VAINORIENE, R. – MOTIEKAITYTE, V. – JANULIS, V. 2017. Phenological changes in triterpenic and phenolic composition of *Thymus* L. species. *Industrial Crops and Products* 2017,109:445-451. doi: 10.1016/j.indcrop.2017.08.054.
18. SAMPAIO, L.B. – EDRADA-EBEL, R. – DA COSTA, B.F. 2016. Effect of the environment on the secondary metabolic profile of *Tithonia diversifolia*: a model for environmental metabolomics of plants. *Scientific Reports* 2016,6:1-11. doi: 10.1038/srep29265.
19. SLOVENSKÝ FARMACEUTICKÝ KÓDEX (SFK 1), 1. vyd. Bratislava: Ministerstvo zdravotníctva SR vo vydavateľstve Herba, 352 s. ISBN 80-967020-3-3.
20. STAHL-BISKUP, E. – SÁEZ, F. 2002. *Thyme: The genus Thymus*. New York: Taylor and Francis Group. ISBN 0-415-28488-0.
21. VERMA, R.S. – VERMA, R.K. – CHAUHAN, A. – YADAV, A.K. 2011. Seasonal Variation in Essential Oil Content and Composition of Thyme, *Thymus serpyllum* L. Cultivated in Uttarakhand Hills. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences* 2011,73(2):233-235. doi:10.4103/0250-474x.91570.

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, Farmaceutická fakulta, UK v Bratislave, Odbojárov 10, 832 32 Bratislava, e-mail: haban@fpharm.uniba.sk

STANOVENIE SILICE A VYBRANÝCH OBSAHOVÝCH LÁTOK V REBRÍČKU OBYČAJNOM ZBERANOM V BOŠÁCKEJ DOLINE DETERMINATION ESSENTIAL OILS AND SELECTED OF CONTENT SUBSTANCES IN A COMMON YARROW COLLECTED IN THE BOŠÁCKA VALLEY

Habán Miroslav^{1,2}, Zvercová Dominika¹, Kobida Ľubomír¹, Zámečník Matej¹

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

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

Summary

The medicinal plant common yarrow has an important position in traditional medicine. When applying this plant to a wide range of diseases, it is necessary to examine the active compounds contained therein. The aim of the paper was to analyze the content of essential oils, chlorogenic acid and rutin in the herbal drug *Millefolii herba*. The collection of plant material took place over two years at three locations in the Bošácka Valley, which is located in the district of Nové Mesto nad Váhom (Slovakia). The essential oil content complies with the requirements of the European Pharmacopoeia. The average amount of secondary metabolites was 480.69 mg.kg⁻¹ of chlorogenic acid and 87.16 mg.kg⁻¹ of rutin. The differences between individual localities and years were statistically significant. The year 2020 dominated in the content of secondary metabolites.

Key words: *Achillea millefolium*, *Millefolii herba*, chlorogenic acid, rutin

ÚVOD

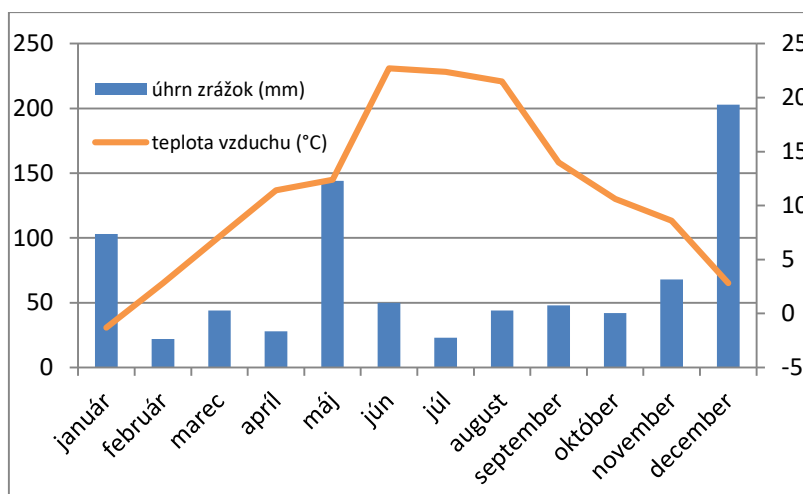
Rod *Achillea* (Asteraceae) zahŕňa viac ako 130 druhov, rozšírených najmä v miernom pásme severnej pologule. Rebríček obyčajný (*Achillea millefolium* L.) je trváca bylina, ktorá pochádza z Európy a západnej Ázie, v súčasnosti je rozšírená v celej Európe, Severnej Amerike, v severnej časti Afriky, v Iráne, v Mongolsku a v Rusku najmä na Sibíri (Imtiyaz et al., 2017; Verma et al., 2017). Liekopisnú drogu *Millefolii herba* – vňať rebríčka tvoria celé alebo rezané, usušené kvitnúce vrcholky druhu rebríček obyčajný (Nagy et al., 2017), obsahujúce hlavne seskviterpénové laktóny (achillicín, achillín, millefin), silicu (borneol, gáfor, 1,8-cineol, limonén, sabinén, 4-terpineol, α -tujón, β -karyofylén), deriváty kyseliny škoricovej (kyselina chlorogénová, kyseliny 1,5-, 3,4-, 3,5- a 4,5- dikávoylchinové), flavonoidy, polyíny. Významnými sekundárnymi metabolitmi sú tiež kumaríny, polyacetylény, tokoferoly, taníny, steroly a mnohé ďalšie (Dias et al., 2013). Bimbiraite et al. (2008) zdôrazňujú, že hlavnými fytochemickými zlúčeninami sú silice a deriváty flavonoidov, vrátane rutínu. Silica sa tvorí v sekrétnych trichómoch listov, stoniek a najmä kvetov (Bimbiraite et al., 2008), je olejovitej konzistencie a používa sa v kozmetike, medicíne a farmácii (Upton et al., 2011). Vňať rebríčka sa používa ako tradičný rastlinný liek na zápalové a infekčné choroby ženských pohlavných orgánov (Oreščanin et al., 2015), pri strate chuti do jedla, pri spastických žalúdočno-črevných ťažkostiach sprevádzaných s nadúvaním, na ošetrovanie malých rán kože a zmiernenie menštruačných kŕčov (Nagy et al., 2017). V ľudovom liečiteľstve sa používa na liečbu zápalových, hepatobiliárnych, kardiovaskulárnych, respiračných porúch (Judzientiene, 2016), gastrointestinálnych porúch, ochorení pečene a žlčových ciest a na ošetrovanie kožných rán a zápalov (Benedek et al., 2007), cukrovky a k nej pridružených chorôb (Chávez-Silva et al., 2018), pri chorobách žľaz, na zosilnenie potenia a externe pri zápaloch kože, do sedacích kúpeľov pri kŕčovitých stavoch v oblasti malej panvy (ženy), pri hemoroidoch (Nagy et al., 2017). Rebríček pôsobí

antioxidačne (Baggio et al., 2016), antimikrobiálne (Verma et al., 2017) a protizápalovo (Judzientiene, 2016). Rôzne *in vitro* a *in vivo* farmakologické štúdie dokázali okrem protizápalových aj protirakovinové účinky (Imtiyaz et al., 2017). Autori Jenabi a Fereidoony (2015) svojou štúdiou dokázali pozitívny účinok na bolesť spojenú s menštruačným cyklom pri pravidelnom užívaní čaju z rebríčka obyčajného. Shah et al. (2016) uvádzajú, že liečivé vlastnosti rebríčka obyčajného pôsobia proti akné. Navyše bol zistený pozitívny účinok na podporu chuti do jedenia (Nematy et al., 2017) a prípravky sa aplikujú proti anorexii (Eghdami a Sadeghi, 2010).

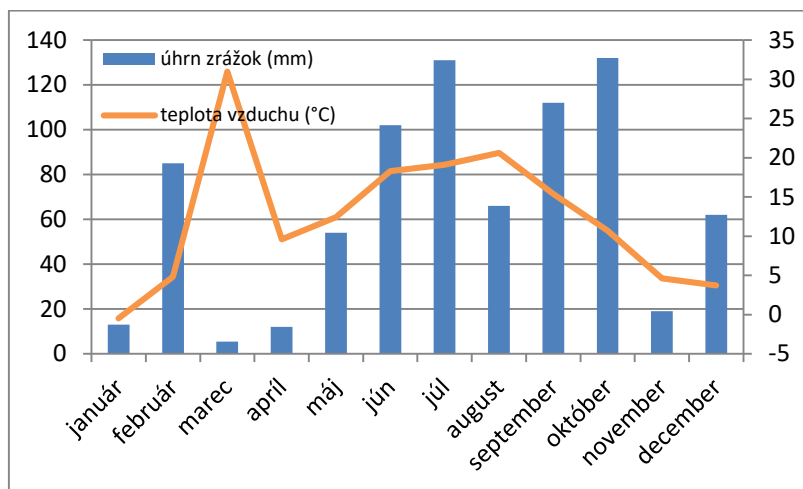
Cieľom práce bolo v liekopisnej droge vňať rebríčka – *Millefolii herba* získanej počas dvoch zberových rokov (2019 a 2020) porovnať obsah silice a vybraných sekundárnych metabolitov (kyselina chlorogénová a rutín).

MATERIÁL A METÓDY

Pre laboratórne analýzy boli v rastovej fenofáze plného kvitnutia zberané kvitnúce vrcholky rebríčka obyčajného počas slnečného dňa. Zber sa uskutočnil v Bošáckej doline (okres Nové Mesto nad Váhom) na lokalitách Bošáca, Trenčianske Bohuslavice a Zemianske Podhradie počas vegetačného obdobia 2019 a 2020. Všetky tri lokality sú v teplej klimatickej oblasti, v teplom, mierne vlhkom obvode s miernou zimou. Z pôdnych typov prevládajú fluvizeme, hnedozeme, kambizeme a rendziny. Klimatická charakteristika územia počas rokov 2019 – 2020 je graficky zaznamenaná na obrázku 1 a 2. Po odrezaní kvitnúcich vrcholkov rebríčka obyčajného a vysušení do požadovanej vlhkosti bola liekopisná droga *Millefolii herba* pripravená na destiláciu silice metodickým postupom podľa Európskeho liekopisu (Ph.Eur 10). Výťažok silice v objemových percentách bol stanovený na základe suchej hmotnosti. Detekcia obsahu vybraných obsahových látok (kyselina chlorogénová a rutín) bola realizovaná vysoko účinnou kvapalinovou chromatografiou (HPLC) podľa metodického postupu v Európskom liekopise v chemickom laboratóriu Katedry udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, FAPZ, SPU v Nitre. Vyhodnotenie faktorov sledovaných parametrov bolo realizované programom MS Excel 2010 a štatistickým programom STATISTICA CZ verzia 10. Použitá bola viacfaktorová analýza rozptylu (ANOVA) a významnosť jednotlivých faktorov bola hodnotená testom LSD pri hladine významnosti $\alpha = 0,05$.



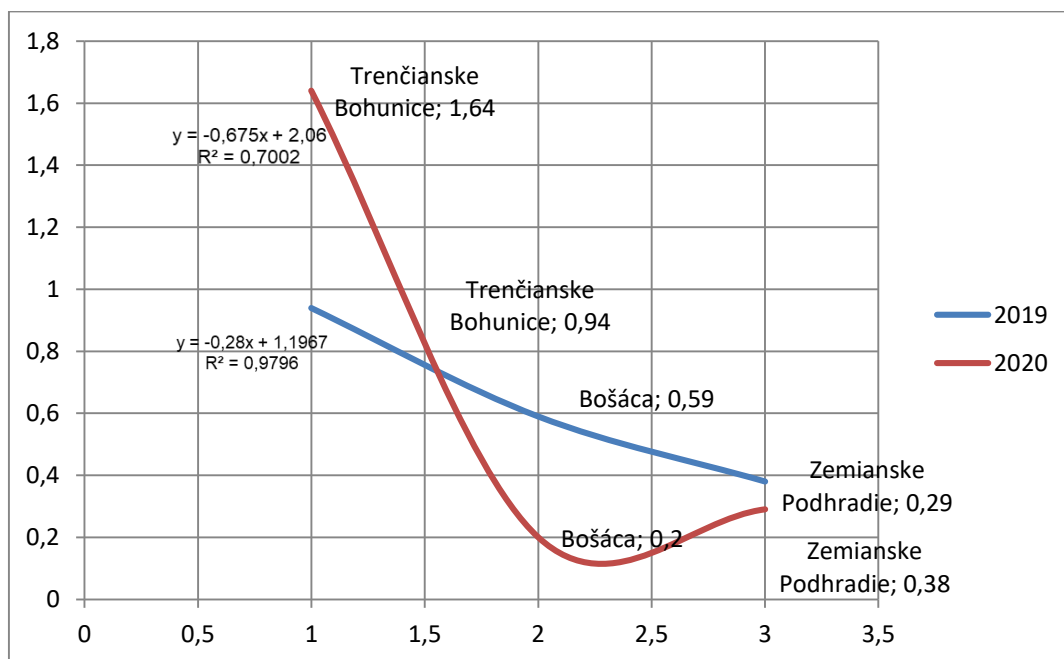
Obr. 1 Priemerný úhrn zrážok a priemerná teplota vzduchu za rok 2019



Obr. 2 Priemerný úhrn zrážok a priemerná teplota vzduchu za rok 2020

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Obsah silice v Millefolli herba kolísal od 0,2 % (Bošáca 2020) do 1,64 % (Trenčianske Bohuslavice 2020). Lokalita Trenčianske Bohuslavice dosahovala najvyššie množstvá silíc v priebehu oboch sledovaných období. V roku 2019 to bolo 0,94 % a v nasledujúcom roku bol obsah silice o 7 ml.kg⁻¹ vyšší. Požiadavka Ph.Eur. na minimálny obsah silice (vo vysušenej droge) je 2 ml.kg⁻¹. Pri porovnaní obdobia zberu rastliny boli hodnoty najmenej odlišné na lokalite Zemianske Podhradie (obr. 3).



Obr. 3 Korelácia medzi obsahom silice a zberovým rokom

Judzentiene (2016) analyzoval množstvo až 5 % silice z rebríčka obyčajného. Pri stanovení silice z rôznych farebných variant rebríčka (biela, ružová, sýto ružová a červená) bol najvyšší obsah zistený práve u bielej odrody, pričom sa obsah v priebehu vegetácie zvyšoval a vrchol dosiahol na konci kvitnutia (Bimbiraite et al., 2008). Podobné výsledky boli preukázané v štúdiu Farhadi et al. (2020), kde zistili, že obsah silice v nadzemných častiach rastliny bol 0,17 % počas rastu, 0,24 % počas kvitnutia a 0,14 % počas dozrievania plodov.

Chemické zloženie rastlín a ich biologická aktivita závisí od genetických faktorov, klimatických podmienok a fenologického stupňa (Karray-Bouraoui et al., 2009; Sampaio et al., 2016; Esmaeili et al., 2018). Gorni et al. (2020) sledovali asimiláciu živín, primárne metabolity a obsah silice v *Achillea millefolium* L. po aplikácii kyseliny salicylovej na listy rastliny. Zistili, že kyselina ako fenolový fytohormón zvýšil okrem koncentrácie živín aj obsah a výťažok silice. Výskum zameraný na zloženie silice rastlín z čeľade Asteraceae dokázal, že gáfor je hlavnou súčasťou spolu s chamazulénom, ktorý je zodpovedný za kráľovskú modrú farbu silice (Hulley et al., 2019), čoho dôkazom bol aj vydestilovaný objem silice vo vňati rebríčka zberaného v Bošáckej doline (obrázok 4).



Obr. 4 Destilovaná silica rebríčka obyčajného z lokality Bošáca 2019

Zo všetkých analyzovaných vzoriek ($n = 24$) bolo priemerné množstvo kyseliny chlorogénovej $480,69 \pm 313,18 \text{ mg.kg}^{-1}$ a priemerný obsah rutínu $87,16 \pm 66,95 \text{ mg.kg}^{-1}$. Napriek tomu, že sa všetky zberové miesta nachádzali v rovnakých agroklimatických podmienkach, boli medzi nimi štatisticky preukázané rozdiely z hľadiska obsahových látok (tab. 1).

Tab. 1 Priemerné množstvo sekundárnych metabolitov v *Millefolli herba* (mg.kg^{-1})

Lokalita	Obsahová látka	Priemer
Bošáca	k. chlorogénová	$907,10^d \pm 93,99$
	rutín	$179,05^c \pm 13,33$
Trenčianske Bohuslavice	k. chlorogénová	$275,84^b \pm 22,79$
	rutín	$45,93^a \pm 4,03$
Zemianske Podhradie	k. chlorogénová	$259,13^b \pm 32,22$
	rutín	$36,51^a \pm 2,98$

Vysvetlivky: Odlišné indexy písmen (^{a,b,c,d}) udávajú štatisticky preukazný vplyv lokality na množstvo obsahových látok.

Preukazné rozdiely v obsahu kyseliny chlorogénovej a rutínu boli zvlášť sledované v rámci obdobia aj lokality. Najvyšší obsah kyseliny chlorogénovej bol $1\,042,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ zo zberu na lokalite Bošáca v roku 2020. V rovnakom roku bolo namerané aj nižšie množstvo ($226,5 \text{ mg.kg}^{-1}$) v Zemianskom Podhradí. Kyselina chlorogénová v rebríčku obyčajnom vykazuje významné antioxidačné vlastnosti (Vitalini et al., 2011).

Zo všetkých meraní vykazovala najvyššiu hladinu rutínu vzorka vňate rebríčka z lokality Bošáca 2020 ($197,4 \text{ mg.kg}^{-1}$) a najnižšiu (32 mg.kg^{-1}) z lokality Zemianske Podhradie v rovnakom období. Lokalita Bošáca dominovala v oboch sledovaných obdobiach. V štúdií,

ktorú vykonali Keser et al. (2013) bol obsah rutínu v kvetoch stanovený na 52 mg.kg⁻¹ a v listoch na množstvo 979 mg.kg⁻¹.

Fenolové zlúčeniny, medzi ktoré patrí kyselina chlorogénová a flavonoidy ako napríklad rutín, identifikovali z kvetov rebríčka obyčajného Benetis et al. (2008). Pozorovali značné rozdiely v akumulácii fenolových zlúčenín medzi vzorkami z rôznych miest. Celkové množstvo fenolických látok v kvetoch z rôznych populácií kolísalo od 13 290 do 27 947 mg.kg⁻¹.

ZÁVER

V súčasnosti je identifikácia aktívnych fytochemických zlúčenín nevyhnutná vzhľadom na neustále sa zvyšujúcu mieru výskytu chorôb chronických i akútnych. S cieľom zvýšenia kvality liečby je potrebné vedecky preskúmať niektoré zložky liečivých rastlín, ktoré majú dlhodobé použitie v tradičnej medicíne a ľudovom liečiteľstve. Silica z rebríčka obyčajného je dôležitým zdrojom bioaktívnych zlúčenín a v rastline zberanej na území Slovenska sa nachádza v optimálnom množstve. Všetky vzorky zodpovedajú požiadavkám na minimálny obsah silíc v droge *Millefolli herba* a môžu sa uplatniť vo farmaceutických prípravkoch, ale aj ako alternatíva k syntetickým liekom. Obsah kyseliny chlorogénovej a rutínu korešponduje s inými štúdiami. Pre ďalší výskum bude vhodné analyzovať vzorky rebríčka obyčajného na obsah aktívnych fytochemických látok aj z iných lokalít pre efektívne spracovanie a využitie drogy v rôznych oblastiach priemyslu.

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

LITERATÚRA

1. BAGGIO, H.C. – OTOFUJI, M.G. – FREITAS, S.C. – MAYER, B. – MARQUES, A.C.M. – MESIA-VELA, S. 2016. Modulation of antioxidant systems by subchronic exposure to the aqueous extract of leaves from *Achillea millefolium* L. in rats. *Natural Product Research* 2016,30(5):613-615. Doi: 10.1080/14786419.2015.1030738
2. BENEDEK, B. – ROTHWANGEL-WILTSCHNIGG, K. – ROZEMA, E. – GJONCAJ, N. – REZNICEK, G. – JURENITSCH, J. – GLASL, S. – KOPP, B. 2007. Pharmaceutical quality of yarrow (*Achillea millefolium* L. s. l.) – Investigation of 40 commercial drug samples by means of the bioactive compounds. *Planta Medica* 2007,73:237. doi: 10.1055/s-2007-987018
3. BENETIS, R. – RADUSIENE, J. – JANULIS, V. 2008. Variability of phenolic compounds in flowers of *Achillea millefolium* wild populations in Lithuania. *Medicina* 2008,44(10):775-781
4. BIMBIRAITĖ, K. – RAGAŽINSKIENE, O. – MARUŠKA, A. – KORNYŠOVA, O. 2008. Comparison of the chemical composition of four yarrow (*Achillea millefolium* L.). *Biologia* 2008,54(3):208-212. doi: 10.2478/v10054-008-0046-0
5. COUNCIL OF EUROPE. 2020. European Pharmacopoeia: 10th Edition. (10. Revízia) Strasbourg: EDQM Publications.
6. DIAS, I.M. – BARROS, L. – DUEÑAS, M. – PEREIRA, E. – CARVALHO, M.A. – ALVES, C.R. – OLIVEIRA, P.P.B.M. – SANTOS-BUELGA, C. – FERREIRA, C.F.R.I. 2013. Chemical composition of wild and commercial *Achillea millefolium* L. and

- bioactivity of the methanolic extract, infusion and decoction. *Food Chemistry* 2013,4(15):4152-4160. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.07.018
7. EGHdami, A. – SADEGHI, F. 2010. Determination of Total Phenolic and Flavonoids Contents in Methanolic and Aqueous Extract of *Achillea Millefolium*. *Organic Chemistry Journal* 2010,2:81-84
8. ESMAEILI, H. – KARAMI, A. – MAGGI, F. 2018. Essential oil composition, total phenolic and flavonoids contents, and antioxidant activity of *Oliveria decumbens* vent. (Apiaceae) at different phenological stages. *Journal of Cleaner Production* 2018,198:91-95. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.07.029
9. FARHADI, N. – BABAEI, K. – FARSARAEI, S. – MOGHADDAM, M. – PIRBALOUTI, G.A. 2020. Changes in essential oil compositions, total phenol, flavonoids and antioxidant capacity of *Achillea millefolium* at different growth stages. *Industrial Crops and Products* 2020,152:112570. doi: 10.1016/j.indcrop.2020.112570
10. GORNI, H.P. – PACHECO, C.A. – MORO, L.A. – SILVA, A.F.J. – MOREL, R.R. – MIRANDA, R.G. – PELEGRINI, M.J. – SPERA, D.K. – JUNIOR, L.J. – SILVA, G.M.R. 2020. Salicylic acid foliar application increases biomass, nutrient assimilation, primary metabolites and essential oil content in *Achillea millefolium* L. *Scientia Horticulturae* 2020,270:109436. doi: 10.1016/j.scienta.2020.109436
11. HULLEY, M.I. – ÖZEK, G. – SADGROVE, J.N. – TILNEY, M.P. – OZEKI, T. – BASER, C.H.K. – VAN WYK, B.-E. 2019. Essential oil composition of a medicinally important Cape species: *Pentzia punctata* (Asteraceae). *South African Journal of Botany* 2019,127:208-212. doi: 10.1016/j.sajb.2019.08.042
12. CHÁVEZ-SILVA, F. – CERÓN-ROMERO, L. – ARIAS-DURÁN, L. – NAVARRETE-VÁZQUEZ, G. – ALMANZA-PÉREZ, J. – ROMÁN-RAMOS, R. – RAMÍREZ-ÁVILA, G. – PEREA-ARANGO, I. – VILLALOBOS-MOLINA, R. – ESTRADA-SOLO, S. 2018. Antidiabetic effect of *Achillea millefolium* through multitarget interactions: α -glucosidases inhibition, insulin sensitisation and insulin secretagogue activities. *Journal of Ethnopharmacology* 2018,212:1-7. doi: 10.1016/j.jep.2017.10.005
13. IMTIYAZ, S. – GOPALAKRISHNAN, V. – VENKATESALU, V. 2017. Pharmacognosy, Phytochemistry and Pharmacological Properties of *Achillea millefolium* L.: A Review. *Phytotherapy Research* 2017,31(8):5840. doi: 10.1002/ptr.5840
14. JENABI, E. – FEREIDOONY, B. 2015. Effect of *Achillea Millefolium* on Relief of Primary Dysmenorrhea: A Double-Blind Randomized Clinical Trial. *Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology* 2015,28(5):402-404. doi: 10.1016/j.jpog.2014.12.008
15. JUDZENTIENE, A. 2016. Atypical Chemical Profiles of Wild Yarrow (*Achillea millefolium* L.) Essential Oils. *Records of natural products* 2016,10(2):262-268.
16. KARRAY-BOURAOUI, N. – RABHI, M. – NAFFATI, M. – BALDAN, B. – RANIERI, A. – MARZOUK, B. – LACHAAL, M. – SMAOUI, A. 2009. Salt effect on yield and composition of shoot essential oil and trichome morphology and density on leaves of *Mentha pulegium*. *Industrial Crops and Products* 2009,30(3):338-343. doi: 10.1016/j.indcrop.2009.06.003
17. KESER, S. – CELIK, S. – TURKOGLU, S. – YILMAZ, Ö. – TURKOGLU, I. 2013. Antioxidant activity, total phenolic and flavonoid content water and ethanol extracts from *Achillea millefolium* L. *Turk Journal of Pharmaceutical Sciences* 2013,10(3):385-392.
18. NAGY, M. – MUČAJI, P. – GRANČAI, D. 2017. Farmakognózia. Biologicky aktívne rastlinné metabolity a ich zdroje. 2. vyd. Farmaceutická fakulta UK v Bratislave vo vydavateľstve Herba. 399 s. ISBN 978-80-89631-45-2.
19. NEMATY, M. – MAZIDI, M. – JAFARI, A. – BAGHBAN, S. – RAKHSHANDEH, H. – NOROUZY, A. – ESMAILY, H. – ETEMAD, L. – PATTERSON, M. – MOHAMMADPOUR, A.H. 2017. Renal injury, the effect of hydro-alcoholic extract of

- Achillea millefolium* on appetite hormone in rats. *Avicenna Journal of Phytomedicine* 2017,7(1):10-15.
20. OREŠČANIN, V. – ŠTEFICA, G.F. – BLAŽENKA, H. 2015. Application of new Herbal Pessaries for the Treatment of the Lower Genital Tract Infections. *Indian Journal of Applied Research* 2015,5(6):510-516.
21. SAMPAIO, L.B. – EDRADA-EBEL, R. – DA COSTA, B.F. 2016. Effect of the enviroment on the secondary metabolic profile of *Tithonia diversifolia*: a model for enviromental metabolomics of plants. *Scientific Reports* 2016,6:1-11. doi: 10.1038/srep29265
22. SHAH, M.R. – PATEL, T. – TETTAMANZI, M.C. – RAJAN, J. – SHAH, M. – PEETHAMBARAN, B. 2016. Isolation of a novel piperidide from *Achillea* using bioactivity guided fractionation for the treatment o facne. *Journal of Medicinal Plants Research* 2016,10(30):495-504. doi: 10.5897/JMPR2016.6157
23. UPTON, R. – GRAFF, A. – JOLLIFFE, G. – LANGER, R. – WILLIAMSON, E. 2011. American Herbal Pharmacopoeia: Botanical Pharmacognosy-Microscopic Characterization of Botanical Medicines. New York, USA: CRC Press; 2011
24. VERMA, S.R. – JOSHI, N. – PADALIA, C. R. – GOSWAMI, P. – SINGH, R.V. – CHAUHAN, A. – VERMA, K.S. – IQBAL, H. – VERMA, K.R. – CHANDA, D. – SUNDARESAN, V. – DAROKAR, P.M. 2017. Chemical composition and allelopathic, antibacterial, antifungal and in vitro acetylcholinesterase inhibitory activities of yarrow (*Achillea millefolium* L.) native to India. *Industrial Crops and Products* 2017,104(1):144-155. doi: 10.1016/j.indcrop.2017.04.046
25. VITALINI, S. – BERETTA, G. – IRITI, M. – ORSENIGO, S. – BASILICO, N. – DALL'ACQUA, S. – IORIZZI, M. – FICO, G. 2011. Phenolic compounds from *Achillea millefolium* L. and their bioactivity. *Acta Biochimica Polonica* 2011,58(2):203-209.

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, Farmaceutická fakulta, UK v Bratislave, Odbojárov 10, 832 32 Bratislava, e-mail: haban@fpharm.uniba.sk

FREKVENCIA KONZUMÁCIE VYBRANÝCH DRUHOV POTRAVIN A INÉ FAKTORY VPLÝVAJÚCE NA MIKROBIÓM ČLOVEKA CONSUMPTION FREQUENCY OF SELECTED FOODS AND OTHER FACTORS AFFECTING HUMAN GUT MICROBIOME

Habánová Marta¹, Jančichová Kristína¹, Gažarová Martina¹, Lenártová Petra¹,
Holovičová Mária², Lorková Marta²

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

² Výskumné centrum AgrobioTech, SPU v Nitre

Summary

The gastrointestinal tract contains a diverse spectrum of commensal microbes that are thought to contribute to host nutrition, developmental regulation of intestinal angiogenesis, protection against pathogens and the development of an immune response. The aim of the work was to monitor the frequency of consumption of selected types of food, but also other factors that affect the human microbiome. Data collection was performed using the questionnaire method. 229 respondents from the Trenčín region took part in the survey. Based on the results, the respondents consume foods with a prebiotic effect. 54.1% of respondents consume at least 1 serving of vegetables a day. Respondents consume fruit to a greater extent, and 59.7% of respondents consume at least 1 portion a day. 29.3% of respondents consume fermented vegetables at least once a week. 63.12% of respondents consume legumes at least once a week. Foods with probiotic effects, where we included fermented dairy products, are consumed by 19.9% of respondents more than twice a week and 26% of respondents do not consume them at all, which we evaluate negatively. Respondents consume more yoghurts, where 14.3% of respondents consume them daily and 54.1% at least once a week. Up to 62.8% consume flavored yoghurts, which are depleted of probiotic bacteria. Lesser-known foods such as kombucha, miso, tempeh and kimchi are consumed 1 or more times a week by 3.5% of respondents. In terms of monitoring physical activity, we state that 83.1% of respondents perform physical activity at least once a week. When assessing the state of health, we found out that 8.3% of respondents are obese and 21.4% are overweight. 32.3% report chronic diseases, most often gastrointestinal diseases, and cardiovascular diseases, in various age categories. The work brings new results, which can provide a starting point for further research in the field of human microbiome, and thus ensure disease prevention or improve the health of the population.

Key words: microbiome, microbiota, probiotics, prebiotics, human nutrition

ÚVOD

Bakteriálne bunky vyše tisíc taxonomických jednotiek sú kondenzované v konkrétnej funkčnej kolektívnej doméne – črevnom mikrobióme, ktorý hrá dôležitú úlohu v ľudskom metabolizme. Ľudský črevný mikrobióm sa skladá z približne 1,5 kg buniek, väčšina z nich je bakteriálnych, s menšinou patriacou do Archea (napr. metanogény) a eukaryotov (napr. kvasinky) (Johnson et al., 2017). Zo štúdií na zvieratách a na ľuďoch existuje jasný dôkaz, že črevný mikrobióm hrá rozhodujúcu úlohu vo fungovaní tráviaceho traktu a pri získavaní energie z potravy (Baquero a Nombela, 2012; Hollister et al., 2014; Nieuwdorp et al., 2014).

Črevný mikrobióm zahŕňa 3 000 až 5 000 druhov, ktoré zdieľajú kolektívny (meta) genóm obsahujúci takmer 5 miliónov génov. Štúdie preukázali významné rozdiely v zložení metagenómu črevnej mikrobioty medzi metabolicky zdravými a nezdravými subjektmi (Turnbaugh et al., 2007).

Má mnoho funkcií, ktoré zohrávajú úlohu pri prírastku hmotnosti a metabolizme – poskytuje ochranu pred patogénnou bakteriálnou kolonizáciou, je nevyhnutný pre metabolizáciu nestráviteľných polysacharidov a absorpciu mastných kyselín s krátkym reťazcom produkovaných bakteriálnou fermentáciou, ovplyvňuje množstvo energie absorbovanej z potravy a ďalšie (Okeke et al., 2014; John a Mullin, 2016).

Proximálna časť čreva je väčšinou kolonizovaná bakteriálnymi kmeňmi, ako *Firmicutes* a *Proteobacteria*, ale dominantným rodom v tejto oblasti je *Lactobacillus*. V distálnej časti čreva sú hlavnými bakteriálnymi kmeňmi *Firmicutes*, *Bacteroidetes* a *Akkermansia*. Štúdie ukazujú, že *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria* a *Proteobacteria* sú prominentné bakteriálne kmene v čreve. Pomer a relatívny výskyt týchto skupín u jednotlivcov je rôzny a do značnej miery závisí od stravovacích a iných faktorov prostredia (Hills et al., 2019; Gasmi Benahmed et al., 2021). Napríklad fermentované mliečne výrobky, chlieb a kvasená kapusta sú bohatým zdrojom bielkovín, minerálnych látok a vitamínov. Fermentácia môže tiež znížiť koncentráciu laktózy a iných fermentovateľných cukrov a zvýšiť fenolické zlúčeniny, ktoré poskytujú antioxidačnú aktivitu (Kok a Hutkins, 2018). Črevný mikrobióm je v dospelosti celkom stabilný, ale priamo súvisí so stravovacími zvyklosťami. Medzi spôsobom stravovania, zložením mikrobioty, ale aj zdravotným stavom sa zistil priamy súvis u starších ľudí, teda črevnú mikrobiotu môžeme modulovať úpravou diéty, prípadne podávaním vhodných probiotík alebo prebiotík (Kiňová Sepová et al., 2017).

Cieľom bolo sledovať a zhodnotiť frekvenciu konzumácie potravín a iných faktorov, ktoré ovplyvňujú mikrobióm človeka vo vybranej populácii.

MATERIÁL A METÓDY

Hlavným metodickým nástrojom bol anonymný online dotazník sprostredkovaný prostredníctvom programu Survio. Dotazník pozostával z 36 otázok zameraných na socio-demografické údaje, ako pohlavie, vek, vzdelanie, ekonomické postavenie, rodinný stav, okres a veľkosť sídla, v ktorom respondenti bývajú. Ďalej bol dotazník rozdelený do 3 častí, zisťujúcich:

1. zdravotný stav respondentov, ochorenia, prípadne lieky, ktoré užívajú,
2. frekvenciu konzumácie vybraných druhov potravín, ktoré majú vplyv na mikrobióm človeka,
3. všeobecnú informovanosť respondentov o pojmoch probiotiká a prebiotiká.

Zber údajov prebiehal v období od 12. februára do 2. marca 2021. Získané údaje sme vyhodnocovali pomocou deskriptívnej štatistiky, vypočítali sme priemerné hodnoty a percentuálne vyjadrenie.

Cieľovou populáciou boli obyvatelia Trenčianskeho kraja. Celkom sa zapojilo 230 respondentov, po vylúčení neúplných dotazníkov sa počet zredukoval na 229 respondentov – 184 žien (80,5 %) a 45 mužov (19,5 %). Vek respondentov bol zoradený do nasledovných kategórií – menej ako 18 rokov (3 %), 18-25 rokov (42 %), 26-40 rokov (31,2 %), 41-60 rokov (19 %), nad 60 rokov (4,8 %).

Vzdelanie

Najviac respondentov dosiahlo najvyššie vzdelanie strednej školy s maturitou 48,1 %, druhou najpočetnejšou skupinou boli respondenti s ukončeným štúdiom na vysokej škole 33,3 %, ďalej respondenti s ukončením vzdelania na základnej škole 8,7 %, na strednej škole bez maturity 6,5 % a na nadstavbovom/vyššom odbornom vzdelaní 3,5 %.

Ekonomické postavenie

Vyššie polovica respondentov bola zamestnaných (55,4 %), študenti predstavovali 29,9 % a 2,2 % boli nezamestnaní obyvatelia. 12,6 % respondentov označili inú odpoveď, ide o respondentov s finančným príjmom, ale na materskej dovolenke (5,2 %), dôchodku (3,1 %), rodičovskej dovolenke (1,3 %) alebo sú pracujúci študenti, doktorandi, pracujúci dôchodcovia či podnikatelia.

Rodinný stav

129 respondentov označilo odpoveď slobodný/á (56,3 %), 79 respondentov označilo odpoveď ženatý/vydatá (34,2 %), 12 respondentov označilo odpoveď rozvedený/á (5,6 %) a 9 respondentov označilo inú odpoveď (3,9 %) – vo vzťahu, vdova, nezadaná či dieťa.

Okres a veľkosť sídla

Až 162 respondentov pochádzalo z okresu Nové Mesto nad Váhom (71 %), 29 respondentov z okresu Prievidza (12,6 %), 25 respondentov z okresu Trenčín (10,8 %), 4 respondenti z okresu Myjava (1,7 %), 3 respondenti z okresu Bánovce nad Bebravou (1,3 %), 2 respondenti z okresu Považská Bystrica (0,9 %), 2 respondenti z okresu Ilava (0,9 %) a 2 respondenti z okresu Púchov (0,9 %). Z okresu Partizánske nepochádzal žiaden respondent.

Podľa veľkosti sídla bydliska, až 152 respondentov (66,2 %) žije v malom meste alebo dedine s počtom obyvateľov do 10 000. 52 respondentov (22,5 %) žije v mieste s 10 001-25 000 obyvateľmi, 11 respondentov (5,2 %) žije v mieste s 25 001-50 000 obyvateľmi a 14 respondentov (6,1 %) žije v krajskom meste Trenčín s vyše 50 000 obyvateľmi.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Hodnotili sme frekvenciu konzumácie vybraných druhov potravín, ale aj iné faktory (napr. typ postavy, pohyb, stravovacie zvyklosti, ochorenia respondentov) vplyvajúce na mikrobióm človeka.

Pri hodnotení postavy respondentov sme využili výpočet BMI, ale aj samotní respondenti mali zhodnotiť svoju postavu vlastným úsudkom. Zistili sme, že 57 respondentov (24,9 %) neodhadlo správne svoju postavu. Tab. 1 uvádza odpovede respondentov v porovnaní s vypočítaným BMI (WHO, 2021). Pre podrobnejšie rozdelenie obéznych respondentov – obezitu 1. stupňa malo 16 respondentov (7 %), obezitu 2. stupňa malo 1 respondent (0,45 %) a obezitu 3. stupňa mali 2 respondenti (0,9 %).

Tab. 1 Kategória postavy podľa odpovede respondentov v porovnaní s výpočtom BMI

kategória	počet (percento) respondentov	
	podľa odpovedí respondentov	podľa hodnoty BMI
podhmotnosť	13 (5,7 %)	20 (8,7 %)
normálna hmotnosť	145 (63,3 %)	141 (61,6 %)
nadhmotnosť	64 (27,9 %)	49 (21,4 %)
obezita	7 (3,1 %)	19 (8,3 %)

Viacere štúdie poukázali na odlišnosti mikrobioty čreva u ľudí, ktorí mali rozdielne typy postavy. Vo väčšine štúdií sa zaoberali oddeleniami *Firmicutes* a *Bacteroidetes*. Zástupcovia týchto kmeňov sú spájaní s metabolickými chorobami a poruchami (Johnson et al., 2017; Koliada et al., 2017; Gasmi Benahmed et al., 2021). Štúdie vo viacerých populáciách poukazujú na výrazne vyššiu hladinu *Firmicutes* a nižšiu hladinu *Bacteroidetes* u obéznych v porovnaní s chudými jedincami (Koliada et al., 2017). Možné vysvetlenie je, že *Firmicutes* sú ako zdroj energie účinnejšie než *Bacteroidetes*, čo podporuje efektívnejšie vstrebávanie

kilojoulov a následné zvýšenie hmotnosti hostiteľa. Aj preto môže byť mikrobiota čreva jedným z faktorov podieľajúcich sa na rozvoji obezity (Krajmalnik-Brown et al., 2012). Výsledky štúdií nie sú vždy konzistentné, a v tejto oblasti sú potrebné ďalšie výskumy (Schwartz et al., 2010).

Z hľadiska vykonávania pohybovej aktivity vo voľnom čase sa 60 respondentov (26 %) pohybuje viac ako 5-krát za týždeň; 67 respondentov (29 %) sa pohybuje 3 až 4-krát za týždeň; 64 respondentov (28,1 %) sa pohybuje 1 až 2-krát za týždeň; 37 respondentov (16,5 %) nevykonáva aktivitu pravidelne a 1 respondent (0,4 %) nevykonáva takmer žiadnu pohybovú aktivitu. Pozitívne je, že najmenej jedenkrát za týždeň sa pohybuje 83,1 % respondentov. Štúdie naznačujú, že cvičenie môže zvýšiť počet prospešných mikrobiálnych druhov, obohatiť rozmanitosť mikrobioty a zlepšiť vývoj komunálnych baktérií. Tieto účinky sú prospešné pre hostiteľa a zlepšujú jeho zdravotný stav (Monda et al., 2017; Aoun et al., 2020). Aeróbne cvičenie zvyšuje mikrobiálnu variabilitu (hlavne baktérie produkujúce butyrát) a zvyšuje premenu makromolekúl (sacharidov a bielkovín) v črevnom mikrobióme športovcov. Cvičenie vyvolalo kompozičné a funkčné zmeny v ľudskej črevnej mikrobiote závislé najmä od stavu obezity a pravidelnosti cvičenia (Allen et al., 2018). Vykonávanie stredne ťažkej až ťažkej fyzickej aktivity s primeraným príjmom vlákniny malo za následok zvýšenie mikrobiálnej diverzity u mladých dospelých (Whisner et al., 2018). Diverzita mikrobioty sa so zvyšujúcim vekom mení – znižuje sa počet baktérii kmeňa *Firmicutes* a narastá počet *Bacteroidetes*. Zvýšený vek je spojený s oxidačným stresom a prozápalovým stavom a ukázalo sa, že zlepšenia mikrobioty predlžujú dĺžku života na zvieracích modeloch starnutia (Boehme et al., 2020; Brunt et al., 2019). Znížená diverzita mikrobioty je spojená s vyšším rizikom vzniku ochorení ako sú *diabetes mellitus*, chronický zápal črevnej steny, obezita, syndróm dráždivého čreva a pod. (Kiňová Sepová et al., 2017; Chen a Devaraj, 2018).

Až 72,1 % respondentov je zdravých. Z ochorení bolo najčastejšou odpoveďou ochorenie tráviaceho traktu (12,2 %) a kardiovaskulárne (6,1 %). Tráviace ťažkosti pravidelne pociťuje 39,6 % respondentov. Neprijemné pocity v bruchu pociťuje pravidelne 13,3 % respondentov, bolesť brucha alebo žalúdka 11,8 %, obštipáciu 5,5 % a hnačky 4,3 % respondentov. Zvyšných 4,7 % označilo inú odpoveď – plynatosť, občasné bolesti brucha, tráviace ťažkosti pri porušení diéty alebo nechut' do jedla.

25,1 % respondentov pravidelne užíva lieky. Interakcia medzi črevnými mikróbmi a bežne používanými liekmi je zložitá a obojsmerná – lieky ovplyvňujú zloženie mikrobiómu, ale aj mikrobióm čreva môže ovplyvňovať reakciu jednotlivca na liečivo pomocou enzymatickej transformácie štruktúry, kde sa zmení biologická dostupnosť, biologická aktivita alebo toxicita liečiva (Jonáš et al., 2017; Weersma et al., 2020). Dôležitosť mikrobiálnej rovnováhy sa zohľadňuje hlavne pri zvažovaní škodlivých následkov antibiotickej liečby. Niekoľko štúdií preukázalo nepriaznivé účinky antibiotík na črevnú mikrobiotu hostiteľa. Následky po podaní antibiotika často pretrvávajú dlho po ukončení liečby, čo naznačuje, že v mikrobiálnom „orgáne“ hostiteľa je indukovaná predĺžená dysfunkcia (Sekirov et al., 2010). Na zvieracích modeloch údaje podporujú vplyv antibiotík pri vývoji obezity, ale dôkazy u ľudí zostávajú nejednotné (Sekirov et al., 2010; Leong et al., 2018).

Ovplyvniť a zmeniť zloženie a funkciu mikrobioty, môžu pravdepodobne iba dlhodobé udržateľné stravovacie návyky (De Filippis a Ercolini, 2018). Podľa odpovedí respondentov, vyše polovica (58 %) odpovedala, že sa stravuje skôr zdravo. 27,7 % respondentov odpovedali, skôr nezdravo. Zdravo takmer vždy sa stravuje 4,8 % respondentov, naopak, nezdravo sa stravujú 4,3 % respondentov, a 5,2 % respondentov nevie zhodnotiť svoje stravovanie. Konštatujeme, že 62,3 % respondentov sa stravuje zdravo alebo aspoň skôr zdravo.

Každý človek je iný, ale už približne 2-4 dni po zavedení vhodnej diéty môžu nastať zásadné zmeny v mikrobióme, ktorý nebol dostatočne fungujúci (David et al., 2014). Odporúča sa zvýšiť príjem vlákniny, a ovocie a zelenina by mali byť prijímané denne (Van der Merwe, 2021). Z respondentov denne konzumuje 3-5 porcií zeleniny 18 respondentov (7,8 %). Najpočetnejšou frekvenciou konzumácie zeleniny je 1-2 porcie za deň, ktorú označilo až 106 respondentov (46,3 %). 1 porciu zeleniny asi 3-4-krát za týždeň konzumuje 84 respondentov (36,8 %). Veľmi zriedkavo konzumuje zeleninu 17 respondentov (7,4 %); 2 respondenti (0,9 %) nekonzumujú zeleninu vôbec a 2 (0,9 %) označili inú odpoveď. Zelenina je najčastejšie konzumovaná surová (58,9 %), tepelne spracovanú konzumuje 36,8 % respondentov, mrazenú 2,6 %, zaváranú 0,4 % respondentov. Fermentovanú zeleninu pravidelne konzumuje 67 respondentov (29,3 %), a 1-2-krát do týždňa (25,4 %). Najčastejšie je však konzumovaná v intervale 1-3-krát za mesiac (35 %).

Viac ako polovica (59,7 %) respondentov konzumuje niekoľko porcií ovocia denne. Odporúčané množstvo je 2-4 porcie ovocia denne. 1-2 porcie denne konzumuje 52,8 % respondentov. Po jednej porcii 3-4-krát týždenne konzumuje ovocie 32,5 % opýtaných; 3-5 porcií denne konzumuje 6,9 % respondentov, 6,5 % respondentov konzumuje ovocie veľmi zriedkavo a 0,9 % ovocie nekonzumuje. Jeden respondent (0,4 %) konzumuje ovocie sezónne – v lete denne, v zime 1-krát do týždňa. Podobne ako pri zelenine, najčastejšie je konzumované surové ovocie (94,4 %), čo pozitívne vplýva na mikrobióm. Ovocné šťavy a džúsy konzumujú 3 %, zavárané ovocie 1,3 %, mrazené ovocie 0,4 %, a 0,9 % nekonzumuje ovocie vôbec. Výskumy naznačujú, že nízky príjem ovocia a zeleniny a teda aj vlákniny, môže mať za následok zmenu mikrobioty, s prevládáním prozápalové, žlč-tolerantné a hnilobné mikroorganizmy (O'Keefe et al., 2015; García-Vega et al., 2020). Strava s vysokým obsahom tukov a nízkym obsahom vlákniny vedie k zvýšenej syntéze žlčových kyselín a vyššiemu množstvu baktérií redukujúcej siričitany, ktorých produkcia sírovodíka vedie k akútnemu zápalu črevného tkaniva (Natividad et al., 2018). Mikrobióm má viac živín z ovocia a zeleniny, ktoré sú čo najmenej upravené. Celkovo je množstvo fytochemikálií dosahujúcich mikrobiotu v strave z varených jedál nižšie ako zodpovedajúce surové potraviny. Veľká časť všetkých makroživín môže dosiahnuť mikrobiotu, ak je štruktúra rastlinnej bunky neporušená mechanickými a tepelnými procesmi (Ercolini a Fogliano, 2018).

Strukoviny sú dobrým zdrojom vlákniny potrebnej ku správnej funkcii črevnej mikrobioty (Marinangeli et al., 2020). Aspoň 1 alebo viackrát za týždeň konzumuje strukoviny 63,2 % respondentov. Najpočetnejšou skupinou sú konzumujúci strukoviny 1-krát za týždeň (42,9 %), druhou skupinou sú respondenti konzumujúci strukoviny 2-3-krát za mesiac (32 %), a následne konzumujúci strukoviny viac ako 2-krát za týždeň (20,3 %).

Fermentované mliečne produkty ako sú kefir, acidofilné mlieko či jogurt, sú zdrojom probiotických baktérií a podporujú rast pozitívne pôsobiacich mikroorganizmov v čreve (García-Burgos et al., 2020). Aspoň jedenkrát za týždeň konzumuje fermentované mliečne produkty 36,4 % respondentov – 19,9 % viac ako 2-krát za týždeň a 16,5 % 1-krát za týždeň, 14,3 % 2-krát za mesiac a 1 respondentka (0,4 %) ich nekonzumuje kvôli laktózovej intolerancii. Žiaľ až 26 % respondentov fermentované mliečne produkty nekonzumujú vôbec, a 22,9 % konzumujú tieto produkty menej ako 1-krát za mesiac. Fermentované mliečne výrobky tolerujú aj niektorí ľudia s laktózovou intoleranciou – laktóza sa v procese fermentácie mení na kyselinu mliečnu, glukózu a galaktózu. Mliečne kultúry produkujú najviac enzým štiepiaci laktózu, ktorý ľuďom s laktózovou intoleranciou chýba (Kaur et al., 2020).

Probiotické baktérie (aj z mliečnych výrobkov – kefir, acidofilné mlieko, jogurty) nevedia osídliť črevo dlhodobo, preto je nutné ich neustále a pravidelne dopĺňať, a je dôležité ich do hrubého čreva dostať pri každom príjme v dostatočnom množstve (Jonáš et al., 2017).

Respondenti viac konzumujú jogurty. Denne konzumuje jogurty 14,3 % respondentov, 19,5 % respondentov konzumuje jogurty 3-4-krát za týždeň. Najpočetnejšou skupinou sú respondenti konzumujúci jogurty 1-2-krát za týždeň (34,6 %). Ďalej 17,7 % respondentov ich konzumuje 2-3-krát za mesiac, 6,5 % respondentov ich konzumuje menej ako 1-krát za mesiac a 6,9 % respondentov jogurty nekonzumuje vôbec. 0,4 % respondentov konzumuje jogurty bez mliečnej bielkoviny 3-4-krát do týždňa. Častá konzumácia jogurtov zlepšuje rizikové faktory pre srdcovo-cievne ochorenia, znižuje riziko vzniku *diabetes mellitus*, zvyšuje imunitu hostiteľa a znižuje riziko vzniku dysbiózy a chronického ochorenia obličiek (Lisko et al., 2017). 62,8 % respondentov konzumuje najmä ochutené jogurty a len 26 % konzumuje skoro vždy neochutené jogurty. Porovnali sme pravidelné tráviace ťažkosti s frekvenciou konzumácie vybraných potravín s prebiotickým a probiotickým účinkom.

Alternatívou mliečnych fermentovaných produktov by mohli byť ovocné šľavy. Sú dobrým nosičom na dodanie probiotík, je však potrebné podporiť prežitie probiotík pri skladovaní v chlade a ich účinky na senzorické atribúty. Predbežné stratégie ako zapuzdrenie či obohatenie štiav prebiotikami udávajú sľubné výsledky (Patel, 2017).

Tab. 2 Pravidelné tráviace ťažkosti v porovnaní s najčastejšou frekvenciou konzumácie vybraných potravín

pravidelné tráviace ťažkosti	počet respondentov	najčastejšia frekvencia konzumácie u respondentov				
		zelenina	ovocie	strukoviny	fermentované ml. výrobky	jogurty
obstipácia	14 (5,5 %)	3-4x /T	1-2x /D	1x /T	N	1-2x /T
hnačky	11 (4,3 %)	1-2x /D	1-2x /D, 3-4x /T	> 2x /T, 1x /T	N	1-2x /T, 2-3x M
nepříjemné pocity v bruchu	34 (13,3 %)	1-2x /D	1-2x /D	1x /T	N	1-2x /T
bolesť brucha, žalúdka	30 (11,8 %)	3-4x /T	1-2x /D	2-3x /M	N	1-2x /T, 2-3x M
iné	11 (4,7 %)	1-2x /D	1-2x /D	1x /T	N	1-2x /T

Vysvetlivky: D – deň, T – týždeň, M – mesiac, N – nekonzumujem

Ako znázorňuje tabuľka 2, konzumácia zeleniny a ovocia sa javí byť nedostatočná podľa odporúčaného denného množstva 3-5 porcií zeleniny a 2-4 porcie ovocia denne. Príjem strukovín by sa mal zvýšiť najmä u respondentov s bolesťami brucha alebo žalúdka. Negatívne hodnotíme, že pri fermentovaných mliečnych výrobkoch bola najčastejšou odpoveďou ich nekonzumácia, a to vo všetkých skupinách. Produkty ako kefir alebo acidofilné mlieko sú zdrojom probiotických baktérií. Konzumácia jogurtov je uspokojivá, ale väčšina respondentov konzumuje jogurty ochutené, ktoré sú o probiotické baktérie ochudobnené (Jonáš et al., 2017; García-Burgos et al., 2020).

Ukazuje sa, že jedna z najzdravších diét – stredomorská strava, ktorá je charakteristická zvýšenou konzumáciou obilnín, strukovín, orechov, ovocia a zeleniny, olivového oleja, ale aj konzumáciou rýb, morských plodov, bieleho mäsa, vajec, mliečnych produktov a červeného vína. Konzumácia stredomorskej stravy dosahuje veľmi podobné výsledky ako strava vegetariánska a vegánska, ktoré vykazujú nárast zástupcov kmeňa *Bacteroidetes*, pretože obsahujú vysoký obsah rastlinných sacharidov, vlákniny – podporuje rast bifidobaktérií, laktobacilov, ale tiež zvyšuje diverzitu mikrobiómu a ochraňuje črevo pred patogénmi. Na druhej strane, strava západného typu zvyšuje zástupcov *Firmicutes*. Táto strava je často

bohatá na nasýtené tuky, cukry a aj červené mäso, kde zložky červeného mäsa môžu podporovať rast baktérií, ktoré majú súvislosť so vznikom rakoviny (Tsigalou et al., 2021).

Menej známe fermentované potraviny s probiotickým účinkom ako sú kombucha, miso, tempeh alebo kimchi, ktoré sú taktiež vhodné pre mikrobióm človeka, požíva 11,3 % respondentov. Až 88,7 % ich nekonzumuje. Najpopulárnejší z daných výrobkov je tempeh, indonézska fermentovaná sója, nutrične bohatá najmä na bielkoviny, mastné kyseliny a vitamín B₁₂ (Radita et al., 2018).

Probiotické mikrorganizmy možno prijímať aj ako doplnky stravy, preto sme zisťovali ich požívanie v tejto forme. Vyše polovica respondentov používa probiotiká iba popri liečbe antibiotikami 50,2 %; 26 % respondentov probiotiká neužíva vôbec a 19,9 % respondentov probiotiká prijíma pravidelne. Inú odpoveď označilo 3,9 % respondentov. Probiotiká sú živé mikrorganizmy, ktoré pri podaní v prijateľnej kvalite a množstve poskytujú hostiteľovi zdravotný prínos. Doposiaľ sa účinky probiotík považujú za dôkazmi podložené iba pri hnačkách spojených s antibiotikami a *Clostridium difficile*, ako aj pri infekciách dýchacích ciest (Vallianou et al., 2020; Khaled, 2021). V nadväznosti na pandémie COVID-19 bol zistený vplyv tohto ochorenia na rovnováhu prirodzenej mikrobioty v ľudskom čreve na základe pozorovania zníženého počtu *Bifidobacterium spp.* a *Lactobacillus spp.* a nárastu patogénov ako *Corynebacterium spp.*, *Actinobacteria spp.*, a *Ruthenibacterium spp.* u pacientov infikovaných COVID-19. Podpora rovnováhy mikrobioty u pacientov s COVID-19 je dosiahnuteľná užívaním probiotík (Yu et al., 2019; Xu et al., 2020). Na rozdiel od probiotík, prebiotiká obsahujú neživotaschopné zložky potravy, selektívne fermentované zložky potravy, ktoré vedú k zmenám v zložení alebo aktivite črevnej mikrobioty s priaznivými účinkami na zdravie hostiteľa (Vallianou et al., 2020). Len 4,8 % opýtaných vedelo definovať prebiotiká a ich účinky. Respondenti preferujú príjem probiotík alebo prebiotík vo forme potravín (67,5 %). Príjem syntetickou formou udáva 27,3 % respondentov a 2,6 % respondentov by ich nepoužilo, ani keby vedeli, že majú vplyv na zdravie človeka. Probiotiká majú oproti prebiotikám nevýhodu, pretože sa do čreva dostanú len z časti. Mnohé črevné baktérie (napr. *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*) sú veľmi nestabilné a väčšinou v kyslom prostredí žalúdka neprežijú. Preto je veľmi dôležité prijímať pravidelne aj potraviny obsahujúce probiotické baktérie. Vo forme liečiv alebo potravinových doplnkov sa dávajú do špeciálnych obalov (napr. želatínových kapsúl). Zmysluplný a nevyhnutný príjem doplnkov je hlavne pri ochoreniach GIT – syndróm dráždivého čreva, alebo pri liečbe antibiotikami (Jonáš et al., 2017).

ZÁVER

Konzumáciu prebiotických potravín nehodnotíme pozitívne. Respondenti nekonzumujú dostatočné množstvo zeleniny, ovocia a strukovín.

Zeleninu v odporúčanom množstve (3-5 porcií denne) konzumuje len 7,8 %. Fermentovanú zeleninu konzumuje aspoň 1-krát za týždeň 29,3 % respondentov a 12,2 % respondentov ju konzumuje aspoň 1-krát za týždeň v zimných mesiacoch. Ovocie je celkovo častejšie konzumované ako zelenina, ale len 6,9 % respondentov konzumuje 3-5 porcií za deň. Konzumácia strukovín viac ako 2-krát za týždeň uvádza 20,3 % respondentov a 42,9 % ich konzumuje 1-krát za týždeň. Potraviny s probiotickými účinkami – fermentované mliečne výrobky, konzumuje aspoň 1-krát týždenne 36,4 %, negatívnym zistením bola absolútna nekonzumácia u 26 % respondentov. Obľúbenosť jogurtov je vyššia, denne ich konzumuje 14,3 % a 54,1 % respondentov ich konzumuje 1 a viackrát za týždeň. Až 62,8 % opýtaných uprednostňuje ochutené jogurty, čo môže negatívne ovplyvniť probiotické baktérie. Menej známe potraviny ako kombucha, miso, tempeh a kimchi konzumuje 1 alebo viackrát za týždeň 3,5 % respondentov, najčastejšie ide o tempeh. Z ostatných faktorov sme sa zamerali

na životný štýl, takmer 63 % udáva inklinuje k zdravému stravovaniu, 26 % respondentov udáva, že vykonáva pohybovú aktivitu 5 a viackrát za týždeň, 29 % 3 – 4-krát za týždeň a 28,1 % 1 – 2-krát za týždeň. Index telesnej hmotnosti odhalil podhmotnosť u 8,7 % respondentov, nadhmotnosť má 21,4 % a obezitu má 8,3 % respondentov. Z hľadiska ochorení dominuje ochorenie GIT (12,2 %) a kardiovaskulárne ochorenia (6,1 %).

Na základe výsledkov hodnotíme frekvenciu konzumácie vybraných druhov potravín, ktoré môžu pozitívne vplývať na mikrobióm človeka za nedostatočnú. Taktiež narastá počet ľudí, ktorí trpia chronickými ochoreniami neinfekčného pôvodu, ktoré často súvisia aj s negatívnymi zmenami v zložení mikrobioty. Navrhujeme zvýšiť propagáciu konzumácie potravín s probiotickým a prebiotickým účinkom s cieľom predchádzať vážnejším zdravotným komplikáciám. Naša práca môže predstavovať základ pre ďalší výskum v oblasti faktorov vplyvujúcich na mikrobióm človeka, a tým zabezpečiť prevenciu pred ochoreniami alebo zlepšiť zdravotný stav populácie.

Pod'akovanie: Táto práca 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. ALLEN, JACOB M. – MAILING, L. J. – NIEMIRO, G. M. et al. 2018 . Exercise Alters Gut Microbiota Composition and Function in Lean and Obese Humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2018;50(4);747-757. doi:10.1249/MSS.0000000000001495
2. AOUN, A. – DARWISH, F. – HAMOD, N. 2020. The Influence of the Gut Microbiome on Obesity in Adults and the Role of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics for Weight Loss. *Preventive Nutrition and Food Science*. 2020;25(2);113-123. doi:10.3746/pnf.2020.25.2.113
3. BAQUERO, F. – NOMBELA, C. 2012. The microbiome as a human organ. *Clinical Microbiology and Infection*, 2012;18;2-4. doi:10.1111/j.1469-0691.2012.03916.x
4. BOEHME, M. – VAN DE WOUW, M. – BASTIAANSEN, T. F. S. et al. 2020. Mid-life microbiota crises: middle age is associated with pervasive neuroimmune alterations that are reversed by targeting the gut microbiome. *Molecular Psychiatry*. 2020;25(10);2567-2583. doi:10.1038/s41380-019-0425-1
5. BRUNT, V. E. – GIOSCIA-RYAN, R. A. – RICHEY, J. J. et al. 2019. Suppression of the gut microbiome ameliorates age-related arterial dysfunction and oxidative stress in mice. *The Journal of Physiology*. 2019;597(9);2361-2378. doi:10.1113/JP277336
6. DAVID, L.A. – MAURICE, C. F. – CARMODY, R. N. et al. 2014. Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome. *Nature*. 2014;505(7484);559-563. doi:10.1038/nature12820
7. DE FILIPPIS, F. – ERCOLINI, D. 2018. Microbiome and Diet. HALLER, Dirk, ed. *The Gut Microbiome in Health and Disease*. Cham: Springer International Publishing, 2018, p. 79-88. ISBN 978-3-319-90544-0. doi:10.1007/978-3-319-90545-7_6
8. ERCOLINI, D. – FOGLIANO, V. 2018. Food Design To Feed the Human Gut Microbiota. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2018;66(15);3754-3758. doi:10.1021/acs.jafc.8b00456
9. GARCÍA-BURGOS, M. – MORENO-FERNÁNDEZ, J. – ALFÉREZ, M. J. M. et al. 2020. New perspectives in fermented dairy products and their health relevance. *Journal of Functional Foods*. 2020;72;104059. doi:10.1016/j.jff.2020.104059

10. GARCÍA-VEGA, Á. S. – CORRALES-AGUDELO, V. – REYES, A. – ESCOBAR, J. S. 2020. Diet Quality, Food Groups and Nutrients Associated with the Gut Microbiota in a Nonwestern Population. *Nutrients*. 2020;12(10). doi:10.3390/nu12102938
11. GASMI BENAHMED, A. – GASMI, A. – DOŞA, A. et al. 2021. Association between the gut and oral microbiome with obesity. *Anaerobe*. 2021;70;102248. doi:10.1016/j.anaerobe.2020.102248
12. HILLS, R. – PONTEFRAC, B. – MISHCON, H. et al. 2019. Gut Microbiome: Profound Implications for Diet and Disease. *Nutrients*. 2019;11(7). doi:10.3390/nu11071613
13. HOLLISTER, E.B. – GAO, C. – VERSALOVIC, J. 2014. Compositional and Functional Features of the Gastrointestinal Microbiome and Their Effects on Human Health. *Gastroenterology*, 2014;146(6);1449-1458. doi:10.1053/j.gastro.2014.01.052
14. CHEN, X. – DEVARAJ, S. 2018. Gut Microbiome in Obesity, Metabolic Syndrome, and Diabetes. *Current Diabetes Reports*. 2018;18(12). doi:10.1007/s11892-018-1104-3
15. JOHN, G. K. – MULLIN, G. E. 2016. The Gut Microbiome and Obesity. *Current Oncology Reports*, 2016;18(7). doi:10.1007/s11912-016-0528-7
16. JOHNSON, E. L. – HEAVER, S. L. – WALTERS, W. A. – LEY, R. E. 2017. Microbiome and metabolic disease: revisiting the bacterial phylum Bacteroidetes. *Journal of Molecular Medicine*, 2017;95(1);1-8. doi:10.1007/s00109-016-1492-2
17. JONÁŠ, J. – KUCHAR, J. – FREJ, D. 2017. Jak dál po antibiotikách (a během jejich užívání). Praha: Eminent. 239 p. ISBN 978-80-7281-514-2
18. KAUR, H. – GUPTA, T. – KAPILA, S. – KAPILA, R. 2020. Role of fermented dairy foods in human health. *Indian Journal of Dairy Science*. 2020;73(02);97-110. doi:10.33785/IJDS.2020.v73i02.001
19. KHALED, J. M. A. Probiotics, prebiotics, and COVID-19 infection: A review article. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2021;28(1);865-869. doi:10.1016/j.sjbs.2020.11.025
20. KIŇOVÁ SEPOVÁ, H. – DUDÍK, B. – BILKOVÁ, A. 2017. Črevná mikrobiota: jej vývin a vzťah k vzniku niektorých ochorení. *Česká a slovenská farmacie*. 2017;66(6);267–273.
21. KOK, C. R. – HUTKINS, R. 2018. Yogurt and other fermented foods as sources of health-promoting bacteria. *Nutrition Reviews*. 2018;76(Supplement_1);4-15. doi:10.1093/nutrit/nuy056
22. KOLIADA, A. – SYZENKO, G. – MOSEIKO, V. et al. 2017. Association between body mass index and Firmicutes/Bacteroidetes ratio in an adult Ukrainian population. *BMC Microbiology*, 2017;17(1). doi:10.1186/s12866-017-1027-1
23. KRAJMALNIK-BROWN, R. – ILHAN, Z. E. – KANG, D. W. – DIBASE, J. K. 2012. Effects of Gut Microbes on Nutrient Absorption and Energy Regulation. *Nutrition in Clinical Practice*. 2012;27(2);201-214. doi:10.1177/0884533611436116
24. LEONG, K. S. W. – DERRAIK, J. G. B. – HOFMAN, P. L. – CUTFIELD, W. S. 2018. Antibiotics, gut microbiome and obesity. *Clinical Endocrinology*. 2018;88(2);185-200. doi:10.1111/cen.13495
25. LSKO, D. – JOHNSTON, G. – JOHNSTON, C. 2017. Effects of Dietary Yogurt on the Healthy Human Gastrointestinal (GI) Microbiome. *Microorganisms*. 2017;5(1);6. doi:10.3390/microorganisms5010006
26. MARINANGELI, C.P.F. – HARDING, S.V. – ZAFRON, M. – RIDEOUT, T. C. 2020. A systematic review of the effect of dietary pulses on microbial populations inhabiting the human gut. *Beneficial Microbes*. 2020;11(5);457-468. doi:10.3920/BM2020.0028

27. MONDA, V. – VILLANO, I. – MESSINA, A. et al. 2017. Exercise Modifies the Gut Microbiota with Positive Health Effects. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2017;2017;1-8. doi:10.1155/2017/3831972
28. NATIVIDAD, J. M. – LAMAS, B. – PHAM, H. P. et al. 2018. Bilophila wadsworthia aggravates high fat diet induced metabolic dysfunctions in mice. *Nature Communications*. 2018;9(1). doi:10.1038/s41467-018-05249-7
29. NIEUWDORP, M. – GILIJAMSE, P. W. – PAI, N. – KAPLAN, L. M. 2014. Role of the Microbiome in Energy Regulation and Metabolism. *Gastroenterology* 2014; 146(6);1525-1533. doi:10.1053/j.gastro.2014.02.008,
30. O'KEEFE, S. J. D. – LI, J. V. – LAHTI, L. et al. 2015. Fat, fibre and cancer risk in African Americans and rural Africans. *Nature Communications* 2015;6(1). doi:10.1038/ncomms7342
31. OKEKE, F. – ROLAND, B. C. – MULLIN, G. E. 2014. The Role of the gut Microbiome in the Pathogenesis and Treatment of Obesity. *Global Advances in Health and Medicine*, 2014;3(3);44-57. doi:10.7453/gahmj.2014.018
32. PATEL, A. R. 2017. Probiotic fruit and vegetable juices- recent advances and future perspective. *International Food Research Journal*. 2017;24(5);1850-1857. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/probiotic-fruit-vegetable-juices-recent-advances/docview/1977742399/se-2?accountid=32559>
33. RADITA, R., – SUWANTO, A. – KUROSAWAN, N. – WAHYUDI, A. T. – RUSMANA, I. 2018. Firmicutes is the predominant bacteria in tempeh. *International Food Research Journal*. 2018;25(6);2313-2320. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/firmicutes-is-predominant-bacteria-tempeh/docview/2224301392/se-2?accountid=32559>
34. SEKIROV, I. – RUSSELL, S. L. – ANTUNES, L. C. M. – FINLAY, B. B. 2010. Gut Microbiota in Health and Disease. *Physiological Reviews*. 2010;90(3);859-904. doi:10.1152/physrev.00045.2009
35. SCHWIERTZ, A. – TARAS, D. – SCHÄFER, K. et al. 2010. Microbiota and SCFA in Lean and Overweight Healthy Subjects. *Obesity*, 2010;18(1);190-195. doi:10.1038/oby.2009.167
36. TSIGALOU, C. – PARASCHAKI, A. – KARVELAS, A. et al. 2021. Gut microbiome and Mediterranean diet in the context of obesity. Current knowledge, perspectives and potential therapeutic targets. *Metabolism Open*. 2021;9;100081. doi:10.1016/j.metop.2021.100081
37. TURNBAUGH, P. J. – LEY, R. E. – HAMADY, M. et al. 2007. The Human Microbiome Project. *Nature*, 2007;449;7164; 804-810. doi:10.1038/nature06244
38. VALLIANOU, N. – STRATIGOU, T. – CHRISTODOULATOS, G. S. – TSIGALOU, C. – DALAMAGA, M. 2020. Probiotics, Prebiotics, Synbiotics, Postbiotics, and Obesity: Current Evidence, Controversies, and Perspectives. *Current Obesity Reports*. 2020;9(3);179-192. doi:10.1007/s13679-020-00379-w
39. VAN DER MERWE, M. 2021. Gut microbiome changes induced by a diet rich in fruits and vegetables. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2021;72(5);665-669. doi:10.1080/09637486.2020.1852537
40. WEERSMA, R. K. – ZHERNAKOVA, A. – FU, J. 2020. Interaction between drugs and the gut microbiome. *Gut*. 2020;69(8);1510-1519. doi:10.1136/gutjnl-2019-320204
41. WHISNER, C. M. – MALDONADO, J. – DENTE, B. - KRAJMALNIK-BROWN, R. – BRUENING, M. 2018. Diet, physical activity and screen time but not body mass index are associated with the gut microbiome of a diverse cohort of college students living in university housing: a cross-sectional study. *BMC Microbiology*. 2018;18(1). doi:10.1186/s12866-018-1362-x

42. WHO. 2021. World Health Organization Regional Office for Europe [online]. © 2021 [cit. 2021-03-22]. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>
43. XU, K. – CAI, H. – SHEN, Y. et al. 2020. Management of corona virus disease-19 (COVID-19): the Zhejiang experience. *J. Zhejiang Univ. (medical science)*. 2020;49(1):147-157. doi: 10.3785/j.issn.1008-9292.2020.02.02.
44. YU, H. S. – LEE, N. K. – CHOI, A. J. – CHOE, J. S. – BAE, C. H. – PAIK, H. D. 2019. Anti-Inflammatory Potential of Probiotic Strain Weissella cibaria JW15 Isolated from Kimchi through Regulation of NF- κ B and MAPKs Pathways in LPS-Induced RAW 264.7 Cells. *J. Microbiol. Biotechnol.* 2019; 29(7):1022-1032. doi: 10.4014/jmb.1903.03014

Kontaktná adresa

prof. Ing. Marta Habánová, PhD., Ústav výživy a genomiky FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: marta.habanova@uniag.sk

ZMENY VYBRANÝCH JATOČNÝCH PARAMETROV PIŽMOVIEK PO NÚTENOM DOKRME

CHANGES OF SELECTED CARCASS PARAMETERS OF MUSCOVY DUCKS AFTER FORCE FEEDING

Hamadová Marie, Hamada Ladislav, Hrnčár Cyril

Ústav chovu zvierat, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

Summary

The objective of this work was to study the effect of force feeding on some carcass parameters of Muscovy ducks. During the half-intensive fattening period (0-12 weeks), the ducks were reared in pen with outside yard. The inside part was 3 x 4 m in diameter while the outside yard was 3 x 3 m in diameter each. In 12th week of age, Muscovy ducks were divided to two groups - control with continuous half-intensive fattening and experimental with force feeding applied from 12th to 15th weeks of age (21 days) twice a day by using high diet energy (98% yellow corn, 1.5% plant oil, 0.5% sodium chloride). The housing of Muscovy ducks in the control group followed the previous period, Muscovy ducks in the forced feed were housed in individual feeding boxes. Birds were weighed before and after force feeding. After force feeding course was finished all ducks were held 12 hours without feed period to slaughter which was performed to carcass analysed of 5 males and 5 females from both groups. Force feeding caused an increase in carcass traits (live weight, carcass weight, liver weight, abdominal fat weight) in both sexes. Males were better values than females in all previous traits, with the exception of the amount of abdominal fat.

Key words: Muscovy duck, fattening, force feeding, body weight, carcass parameters

ÚVOD

Pri hľadaní nových potravinových výrobkov, ktoré sú zdravé, kvalitné a bezpečné pre konzumáciu, spotrebitelia z mnohých krajín prejavujú záujem o pôvodné plemená vodnej hydiny, vrátane kačíc (Uhlířová et al., 2018).

V porovnaní s kurčatami sú kačice lepšie prispôsobené rôznym podmienkam chovného prostredia, vyžadujú menšiu starostlivosť a sú odolnejšie voči mnohým chorobám. Tieto vlastnosti predurčujú rastúci význam a popularitu chovu kačíc (Adzitey a Adzitey, 2011).

Mäso pôvodných plemien sa často vyznačuje vyššou výživovou hodnotou, vláknitosťou, lepšimi zmyslovými vlastnosťami v porovnaní s komerčnými hybridmi kačíc (Witkiewicz et al., 2004), čo povzbudzuje spotrebiteľov k ich nákupu.

Pekinská kačica sa bežne chová na produkciu mäsa v celosvetovom meradle. Genetické vylepšenia v moderných líniiach pekingskej kačice využívajú prirodzenú schopnosť kačice rýchlo rásť a jej odolnosť voči infekciám. Producenti mäsa sú teda schopní znížiť vstupné náklady a zároveň zlepšiť kvalitu jatočného tela. Na druhej strane, pižmovky (kačice pižmové) sú veľmi populárne vďaka prispôsobivosti k rôznym podmienkam chovu, vyššiemu podielu svaloviny z prsnej a stehennej časti, nižšiemu podielu kože s podkožným a abdominálnym tukom v jatočnom tele, čo lepšie zodpovedá požiadavkám spotrebiteľov na kačice. Ich mäso sa vyznačuje jedinečnou chuťou a nižším energetickým obsahom v porovnaní s pekinskými kačicami (Omojola, 2007; Xu et al., 2011; Wu et al., 2014). Väčšiemu rozšíreniu pižmoviek bráni dlhšie obdobie chovu, vyššie náklady na profylaxiu a výživu, resp. horšia premena krmiva na produkciu mäsa (Rózewicz a Kaszperuk, 2017).

Križením pižmoviek a pekingských kačíc vznikajú mulardy, ktoré sa používajú na produkciu tučnej pečene, ako aj na produkciu mäsa (Baéza et al., 2000; Wawro et al.,

2001; Hrnčár, 2010; Hrnčár a Bujko, 2010; Weis et al., 2017). Ich jatočné telá sa vyznačujú vysokým podielom svaloviny prs a stehien a nízkym podielom podkožného tuku (Fardos et al., 2018).

Cieľom realizovaného experimentu bolo analyzovať zmeny vybraných jatočných parametrov pižmoviek po nútenom dokrme v drobnochovateľských podmienkach.

MATERIÁL A METÓDY

Pižmovky boli v časovom období do 12 týždňov veku umiestnené v drevenom objekte s rozmermi 3x4 m s pasienkom s rozmermi 3x3 m. Ako podstielací materiál slúžila rezaná slama, ktorú sme pravidelne vymieňali. Optimálnu teplotu objektu sme zabezpečili elektrickou kvočkou. V 1. týždni výkrmu bola teplota prostredia na úrovni 32 °C s postupným poklesom teploty o 2 °C každý týždeň. Svetelný režim bol prirodzený s možnosťou prisvecovania. Na kŕmenie pižmoviek v najmladšej vekovej kategórii sme použili malé žľabové kŕmidlá, ktoré sme postupne nahradili tubusovými kŕmidlami. Na napájanie pižmoviek sa najskôr používali klobúkové napájačky, neskôr sme ich nahradili vedrovými napájačkami.

Pri kŕmení pižmoviek sme použili kŕmne zmesi Kachna Mini a Kachna Maxi (Energys®HOBBY, De Heus a.s., Česká republika). Kompletná kŕmna zmes Kachna Mini bola skrmovaná v drvenej forme a je určená pre výkrm kačíc do 2. týždňa veku. Kŕmna zmes Kachna Maxi je určená pre výkrm kačíc vo forme 3,2 mm granúl a je určená pre kŕmenie kačíc do konca výkrmu. Obe použité kŕmne zmesi boli podávané *ad libitum* a hydina mala neobmedzený prístup k dostatočnému množstvu bezchybnej pitnej vody. Od 2. týždňa mali káčatá k dispozícii výbeh s pastvou. Zloženie kompletných kŕmných zmesí použitých v experimente uvádzame v tabuľke 1.

Tab. 1 Zloženie skrmovaných kompletných kŕmných zmesí

Zložka	Merná jednotka	Kachna Mini	Kachna Maxi
hrubý proteín	%	20,00	17,00
hrubé oleje a tuky	%	3,70	3,80
hrubá vláknina	%	2,90	3,80
hrubý popol	%	5,70	5,00
lyzín	%	1,00	0,76
metionín	%	0,44	0,36
vápnik	%	1,00	0,80
fosfor	%	0,53	0,57
sodík	%	0,14	0,15
meď	mg	18,00	18,00
zinok	mg	84,00	84,00
mangán	mg	72,00	72,00
železo	mg	48,00	48,00
selén	mg	0,40	0,40
jód	mg	1,00	1,00
vitamín A	m.j.	12060,00	12000,00
vitamín D ₃	m.j.	3015,00	3000,00
vitamín E	mg	30,00	54,00
6-fytáza	FTU	402,00	500,00

V 12. týždni výkrmu boli pižmovky rozdelené do dvoch skupín – kontrolná skupina pokračovala v klasickom výkrme, v pokusnej skupine sme realizovali nútený dokrm v trvaní 21 dní. Ustajnenie pižmoviek v kontrolnej skupine nadväzovalo na predchádzajúce obdobie, ustajnenie pižmoviek v nútenom dokrme bolo v individuálnych kŕmnych boxoch. Počas núteného dokrmu sme použili vysokoenergetickú zmes vyrobenú z 98 % žltej kukurice, 1,5 % rastlinného oleja a 0,5 % kuchynskej soli (NaCl). Kŕmenie sme uskutočnili 2x denne, v ráňajších a večerných hodinách pomocou kŕmneho lievika. Pitná voda bola k dispozícii *ad libitum*. Po ukončení experimentu boli pižmovky oboch skupín v počte 10 ks (5 káčerov, 5 kačíc) odvážené, zabité a jatočne opracované.

Pri pižmovkách sme zisťovali živú hmotnosť pred zabitím a hmotnosť jatočne opracovaného tela. Zvláštnu pozornosť sme venovali hmotnosti dvoch významných produktov núteného dokrmu – pečeni a abdominálnemu tuku. Z ich hmotností sme vypočítali ich podiel zo živej hmotnosti pred zabitím. Na zisťovanie hmotnosti sme použili elektronickú váhu Sartorius Practum s max. 6000 g s presnosťou na 1 g (Sartorius GmbH, Spolková republika Nemecka).

Vzhľadom k významu tučnej pečene sme vykrmovaným pižmovkám venovali zvýšenú pozornosť, aby nedošlo ku krvným podliatinám. Po porážke a ošklbaní sme jatočné telo ochladili na 2 až 5 °C. Vlastné pitvanie pižmoviek sme realizovali až na druhý deň.

Získané údaje sme podrobili analýze rozptylu pomocou štatistického programu JASP 0.8.6 software (JASP, 2018). Sledované charakteristiky sme vyjadrili priemerom a smerodajnou odchýlkou. Rozdiely medzi priermi sme zisťovali t-testom pre rovnaký počet pozorovaní.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z tabuľky 2 vyplýva, že priemerná hmotnosť káčerov pižmoviek bola v kontrolnej skupine s pokračujúcim polointenzívnym výkrmom na úrovni 5431,18 g. Po nútenom dokrme sa priemerná živá hmotnosť zvýšila až na 6579,69 g, čo predstavuje nárast o 1148,51 g (21,15 %).

V nadväznosti na vyššiu priemernú živú hmotnosť káčerov pižmoviek sa zvýšila aj priemerná hmotnosť jatočne opracovaného tela z 3326,67 g pri polointenzívnom výkrme na 4042,22 g pri nútenom dokrme. V oboch prípadoch bol rozdiel štatisticky vysoko preukazný ($P \leq 0,01$) v prospech pokusnej skupiny pižmoviek s núteným kŕmením.

Ďalším sledovaným produktom v našom experimente bola tučná pečeň, ktorej priemerná hmotnosť pri polointenzívnom výkrme pižmoviek bola 73,72 g, zatiaľ čo po ukončení núteného dokrmu sa priemerná hmotnosť tohto vnútorného orgánu štatisticky veľmi vysoko preukazne ($P \leq 0,001$) zvýšila na 288,86 g. Nárast hmotnosti pečene predstavoval 215,74 g (391,83 %). Pri polointenzívnom výkrme káčerov pižmovky predstavovala hmotnosť pečene 1,36 % zo živej hmotnosti pred zabitím, pri nútenom dokrme sa tento podiel zvýšil na 4,67 %.

Rovnakú tendenciu sme zaznamenali aj pri zmenách abdominálneho tuku – pri káčeroch v polointenzívnom výkrme bola priemerná hmotnosť tohto tuku 92,87 g (1,71 % zo živej hmotnosti). Realizácia núteného dokrmu zvýšila hmotnosť abdominálneho tuku na 205,29 g (3,12 % zo živej hmotnosti). Opäť sme zaznamenali štatisticky vysoko preukazný rozdiel ($P \leq 0,01$) v prospech pokusnej skupiny pižmoviek s núteným dokrmom.

Tab. 2 Vplyv núteného dokrmu na jatočné parametre pižmoviek samčieho pohlavia

Parameter	Kontrola	Pokus	Preukaznosť rozdielov
Živá hmotnosť pred zabitím (g)	5431,18±43,11	6579,69±86,62	**
Hmotnosť jatočne opracovaného tela (g)	3326,67±21,88	4042,22±71,23	**
Pečeň (g)	73,72±1,99	317,26±12,32	***
Pečeň (%)	1,36±0,03	4,67±0,14	***
Abdominálny tuk (g)	92,87±3,11	205,29±10,38	**
Abdominálny tuk (%)	1,71±0,03	3,12±0,09	**

Vysvetlivky: ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$

V porovnaní s káčermi bol efekt núteného dokrmu u kačíc pižmoviek relatívne menej výrazný (tabuľka 3). Priemerná živá hmotnosť kačíc pižmoviek bola v kontrolnej skupine s polointenzívnym výkrmom 5431,18 g. Po nútenom dokrme sa priemerná živá hmotnosť zvýšila štatisticky preukazne ($P \leq 0,01$) na 6579,69 g, čo predstavuje nárast o 1148,51 g (21,15 %). Aj v prípade samčieho pohlavia sa vyššia priemerná živá hmotnosť kačíc premietla do výrazne vyššej priemernej hmotnosti jatočne opracovaného tela (kontrolná skupina 2060,67 g, pokusná skupina 2496,19 g).

Pri pečení sme v polointenzívnom výkrme dosiahli hmotnosť 54,73 g, pri nútenom dokrme kačíc pižmovky sa hmotnosť pečene zvýšila na 112,78 g. Nárast hmotnosti pečene predstavoval 58,05 g (206,07 %) a bol na úrovni štatisticky vysoko preukazného rozdielu ($P \leq 0,01$). Pri polointenzívnom výkrme kačíc pižmovky bola hmotnosť pečene 1,68 % zo živej hmotnosti pred zabitím, pri nútenom dokrme sa tento podiel zvýšil na 2,96 %.

Pri abdominálnom tuku sme u kačíc v polointenzívnom výkrme zaznamenali hmotnosť 63,86 g (1,96 % zo živej hmotnosti). Nútené kŕmenie štatisticky vysoko preukazne ($P \leq 0,01$) zvýšilo hmotnosť abdominálneho tuku na 128,45 g (3,37 % zo živej hmotnosti).

Tab. 3 Vplyv núteného dokrmu na jatočné parametre pižmoviek samčieho pohlavia

Parameter	Kontrola	Pokus	Preukaznosť rozdielov
Živá hmotnosť pred zabitím (g)	3258,21±88,17	3811,56±93,67	**
Hmotnosť jatočne opracovaného tela (g)	2060,67±51,08	2496,19±53,22	**
Pečeň (g)	54,73 ±0,98	112,78 ±1,32	**
Pečeň (%)	1,68±0,04	2,96±0,09	**
Abdominálny tuk (g)	63,86±2,23	128,45±3,98	**
Abdominálny tuk (%)	1,96±0,05	3,37±0,12	**

Vysvetlivky: ** $P \leq 0,01$

Hermier et al. (2003) uvádzajú vplyv výkrmu na štruktúru jatočného tela kačíc. Živá hmotnosť pižmovky sa po dokrme výrazne zvýšila, z pôvodných 4,36 kg vo veku 11,5 týždňa na hmotnosť 6,37 kg po ukončení výkrmu vo veku 15 týždňov, pri pekingskej kačici z 3,23 kg na 4,74 kg. V reakcii na nadmerné kŕmenie u dvoch druhov kačice, pižmovky a kačice obyčajnej sa hmotnosť pečene u oboch druhov výrazne zvýšila. Autori preukázali, že hmotnosť pečene pred nadmerným kŕmením bola 65 g pre pižmovku a 55 g pre kačicu obyčajnú a podiel pečene zo živej hmotnosti bol 1,49 a 1,7 %. Po nútenom dokrme bola hmotnosť pečene 415 g u oboch druhov kačíc s podielom pečene 6,48 % u pižmoviek a 5,57 % u kačice obyčajnej.

Davail et al. (2003) uvádzajú živú hmotnosť po ukončení núteného dokrmu pižmoviek na úrovni 7290 g, mularda 5360 g a pekingskej kačice 4137 g. Na produkciu tučnej pečene sa ako najvhodnejšia javila pižmovka, pri ktorej bola hmotnosť pečene po dokrme 585 g. Abdominálny tuk kačíc núteného dokrmu je dôležitou surovinou pre produkciu kačacej masti a tvorí väčšinou 2,50 až 3,05 % zo živej hmotnosti pred zabitím.

V našom experimente nútený dokrm pižmoviek významne zvýšil hmotnosť jatočne opracovaného tela, pričom rovnaké výsledky zaznamenali aj Larzul et al. (2000), Guemene a Guy (2004), Wawro et al. (2004), El-Gendi a Samak (2005), El-Soukkary et al. (2005), Chartrin et al. (2006a) a Chartrin et al. (2006b).

Zanusso et al. (2003) uviedli, že vo veku 12 týždňov bola priemerná živá hmotnosť pižmovky na úrovni 4500 g. V 14. týždni bola živá hmotnosť kačíc v nútenom dokrme 6 366 g, pri pokračujúcom klasickom výkrme 4606 g.

U husí Farrell (2004) sledoval živú hmotnosť po nútenom dokrme po 9 týždňoch po dobu 23 až 24 dní. Uviedol, že živá hmotnosť bola pred núteným dokrmom u samcov 3763 a u samic 3270 kg. Po nútenom dokrme bola živá hmotnosť samcov 7582 a samic 6760 kg. U mladých husí bola normálna hmotnosť pečene asi 80 až 100 g, zatiaľ čo hmotnosť pečene po štopaní v dĺžke 23 až 24 dní bola 862 g u samcov a 808 g u samic.

Chartrin et al. (2005) zaznamenali pri nútenom dokrme 3 genotypov od 12. týždňa veku zvýšenie živej telesnej hmotnosti o 45 % pri mulardoch, 30 % u pekingskej kačice a 18 % u pižmovky.

Molee et al. (2005) uviedli, že po 12,5 dňoch nadmerného kŕmenia dosiahli mulardy v porovnaní s kontrolnou skupinou bez núteného dokrmu vyššiu živú hmotnosť (6578 g oproti 4290 g). Hmotnosť pečene mulardov samčieho pohlavia takmer 10-krát vyššia a dosiahla približne 8% zo živej hmotnosti v porovnaní s iba 57 g (1% zo živej hmotnosti) v kontrolnej skupine.

Berradi et al. (2004) uviedli, že hmotnosť pečene mulardov sa postupne zvyšovala zo 45 g (1,3 % zo živej hmotnosti) na 555 g (8,8 % zo živej hmotnosti) v 13. dni výkrmu.

Chartrin et al. (2006a) študovali vplyv nadmerného kŕmenia a genotypu na hmotnosť pečene. Zistilo sa, že nadmerné kŕmenie vyvolalo jej zvýšenie 8,1-násobne u mulardov, 6,1-násobne u pižmoviek a 5,7-násobne u kačíc pekingských. Chartrin et al. (2006b) pozorovali, že v porovnaní s kontrolnými kačicami nadmerné kŕmenie vyvolalo významné zvýšenie telesnej hmotnosti (o 30 %), hmotnosti pečene (7-násobné) a abdominálneho tuku (2,2-násobné).

ZÁVER

Na základe dosiahnutých výsledkov experimentu môžeme konštatovať, že nútený dokrm pižmoviek spôsobil zvýšenie živej hmotnosti a hmotnosti jatočne opracovaného tela. Z vnútorností sme svoju pozornosť zamerali na pečeň, pričom sme zaznamenali niekoľkonásobné zvýšenie jej hmotnosti pri skupine s nadmerným kŕmením. Z pohľadu týchto sledovaných parametrov bol výraznejší vplyv núteného dokrmu na samčie pohlavie. Pri množstve abdominálneho tuku sme zaznamenali výraznejší efekt núteného dokrmu pri samičom pohlaví.

LITERATÚRA

1. ADZITEY, F. – ADZITEY, S.P. 2011. Duck production: Has a potential to reduce poverty among rural households in Asian communities – A review. *Journal of World's Poultry Research* 2011; 1: 7-10.

2. BAÉZA, E. – SALICHON, M.R. – MARCHE, G. – WACRENIER, N. – DOMINGUEZ, B. – CULIOLI, J. 2000. Effect of age and sex on the structural, chemical, technological characteristics of mule duck meat. *British Poultry Science* 2000; 41: 300-307. <https://doi.org/10.1080/713654934>
3. BERRADI, H. – GUY, G. – RIDEAN, N. 2004. A glucokinase-like enzyme induced in Mule duck livers by overfeeding. *Poultry Science* 2004; 83: 161-168. DOI: 10.1093/ps/83.2.161
4. DAVAIL, S. – RIDEAU, N. – GUY, G. – ANDER, J.M. – GERMIER, G. – HOOPARIS, R. 2003. Hormonal and metabolic response to overfeeding in three genotypes of ducks. *Comparative Biochemistry & Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 2003; 134: 707-715. DOI: 10.1016/s1095-6433(02)00365-3
5. EL-GENDI, G.M. – SAMAK, H.R. 2005. Effect of sex, feeding system and body weight on some productive and physiological responses in Pekin ducks. *Journal of Agricultural Science, Mansoura University* 2005; 30 (7): 3573-3583.
6. EL-SOUKKARY, F.A.H. – MOHAMED, H.M.A. – DAWOOD, A.A.A. – ABD-EL SAYED S.Y. 2005. Physicochemical, microbiological and lipid characteristics of duck meat. *Minufiya Journal of Agricultural Research* 2005; 30: 527-548.
7. FARDOS, A.M.H. – ROUSHDY, E.M. – ZAGLOOL, A.W. – ALI, M.A. – EL-ARABY, I.E. 2018. Growth performance, carcass traits and economic values of Pekin, Muscovy, and Mulard ducks. *Slovenian Veterinary Research* 2018; 55 (20): 357-365. DOI 10.26873/SVR-663-2018
8. FARRELL, D. 2004. Management, nutrition and products of domestic geese: A review. Proceedings of the 16th Australian Poultry Science Symposium, Sydney, New South Wales, Australia, 9-11 February 2004; 16: 139-145.
9. GUEMENE, D. – GUY, G. 2004. The past, present and future of force feeding and foie gras production. *World's Poultry Science Journal* 2004; 60: 211-222. DOI: <https://doi.org/10.1079/WPS200314>
10. HERMIER, D. – GUY, G. – GUILLAUMIN, S. – DAVAIL, S. – ANDRÉ, J.M. – HOOPARIS, R. 2003. Differential channelling of liver lipids in relation to susceptibility to hepatic steatosis in two species of ducks. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry & Molecular Biology* 2003; 135 (4): 663-675. DOI: 10.1016/s1096-4959(03)00146-5
11. HRNČÁR, C. – BUJKO, J. 2010. Produkcia tučnej pečene vodnej hydiny. *Chovateľ* 2010; 46 (12): 20-21.
12. HRNČÁR, C. 2010. Možnosti využitia úžitkového kríženia kačíc v drobných chovoch. *Chovateľ* 2010; 46 (7-8): 12-13.
13. CHARTRIN, P. – BERNADET, M.D. – GUY, G. – MOUROT, J. – DUCLOS, M.J. – BAEZA, E. 2006b. The effect of genotype and overfeeding on fat level and composition of adipose and muscle tissues in ducks. *Animal Research* 2006b; 55: 231-244. <https://doi.org/10.1051/animres:2006011>
14. CHARTRIN, P. – BERNADET, M.D. – GUY, G. – MOUROT, J. – HOCQUETTE, J.F. – RIDEAU, N. – DUCLOS, M.J. – BAEZA, E. 2006a. Does overfeeding enhance genotype effects on liver ability for lipogenesis and lipid secretion in ducks. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A: Molecular & Integrative Physiology* 2006a; 145: 390-396. DOI: 10.1016/j.cbpa.2006.07.014
15. CHATRIN, P. – SCHIAVONE, A. – BERNADET, M.D. – GUY, G. – MOUROT, J. – DUCLOS, M.J. – BAEZA, E. 2005. Effect of genotype and overfeeding on lipid deposition in myofibres and intramuscular adipocytes of breast and thigh muscles of duck. *Reproduction Nutrition Development* 2005; 45: 87-99. DOI: 10.1051/rnd:2005006
16. JASP 0.8.6 software (2018). Dostupné na <https://jasp-stats.org/>

17. LARZUL, C. – ROUVIER, R. – ROUSSELOT-PAILLEY, D. – GUY, G. 2000. Estimation of genetic parameters for growth, carcass and overfeeding traits in a white geese strain. *Genetics Selection Evolution* 2000; 32 (4): 415-427. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-32-4-415>
18. MOLEE, W. – OUDOT, M.B. – AUVERGNE, A. – BABILE, R. 2005. Changes in lipid composition of hepatocyte plasma membrane induced by overfeeding in duck. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry & Molecular Biology* 2005; 141: 437-444. DOI: 10.1016/j.cbpc.2005.05.007
19. OMOJOLA, A. B. 2007. Carcass and organoleptic characteristics of duck meat as influenced by breed and sex. *International Journal of Poultry Science* 2007, 6(5): 329-334. DOI: 10.3923/ijps.2007.329.334
20. RÓŻEWICZ, M. – KASZPERUK, K. 2017. Characteristic of Muscovy duck (*Cairina moschata*). *Wiadomości Zootechniczne* 2017; 55: 55-66.
21. UHLÍŘOVÁ, L. – TŮMOVÁ, E. – CHODOVÁ, D. – VLČKOVÁ, J. – KETTA, M. – VOLEK, Z. – SKŘIVANOVÁ, V. 2018. The effect of age, genotype and sex on carcass traits, meat quality and sensory attributes of geese. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 2018; 31: 421-428. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0197>
22. WAWRO, K. – BOCHNO, R. – WILKIEWICZ-WAWRO, E. 2001. Slaughter value of crossbred ducks (Muscovy × Pekin) slaughtered at a different age. *Natural Sciences* 2001; 8: 17-25.
23. WAWRO, K. – WILKIEWICZ- WAWRO, E. – KLECZEK, K. K. – BRZOZOWSKI, W. 2004. Slaughter value and meat quality of Muscovy and Pekin ducks and their crossbreds and evaluation of hetrosis effects. *Archives Animal Breeding*. 2004; 47 (3): 287-299. <https://doi.org/10.5194/aab-47-287-2004>
24. WEIS, J. – HRNČÁR, C. – FIK, M. 2017. Analýza faktorov ovplyvňujúcich kvalitu mäsa a tučnej pečene vodnej hydiny. *Kvalita mäsa*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2017, s. 174-178. ISBN 978-80-552-1678-2.
25. WITKIEWICZ, K. – KONTECKA, H. – KSIAŻKIEWICZ, J. – SZWACZKOWSKI, T. – PERZ, W. 2004. Carcass composition and breast microstructure in selected vs non-selected ducks. *Animal Science Papers and Reports* 2004; 22: 65-73.
26. WU, X. – YAN, M.J. – LIAN, S.Y. – LIU, X.T. – LI, A. 2014. GH gene polymorphisms and expression associated with egg laying in Muscovy ducks (*Cairina moschata*). *Hereditas* 2014; 151(1): 14-19. DOI: 10.1111/j.1601-5223.2013.00016.x
27. XU, T.S. – LIU, X.L. – HUANG, W. – HOU, S.S. 2011. Estimates of genetic parameters for body weight and carcass composition in Pekin ducks. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 2011; 10 (1): 23-28. DOI:10.3923/javaa.2011.23.28
28. ZANUSSO, J. – REMIGNON, H. – GUY, G. – MANSEM H. – BABILE, R. 2003. The effect of overfeeding on myofibre characteristics and metabolical traits of the breast muscle in Muscovy ducks (*Carina moschata*). *Reproduction Nutrition Development* 2003; 43: 105-115. DOI: 10.1051/rnd:2003009

Kontaktná adresa

Ing. Marie Hamadová, Ústav chovu zvierat FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,
e-mail: mburgetova@gmail.com

DEGRADÁCIA MÄSA POČAS SKLADOVANIA DEGRADATION OF MEAT DURING STORAGE

Herc Peter¹, Čuboň Juraj¹, Čech Matej¹, Jurčaga Lukáš¹, Slanina Tomáš², Haščík Peter¹

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

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

Summary

Livestock meat is an integral part of rational human nutrition. It contains essential nutrients such as proteins and fatty acids, which help maintain the body's normal physiological functions. The content and composition of fat and protein in animal products affects its physical and sensory properties during processing, storage, maturation and, last but not least, cooking. Meat as an animal product is the main source of saturated fatty acids, the excessive intake of which is highly associated with diseases of modern and fast life, and unsaturated fatty acids, which in turn have a beneficial effect on the body. It is also a source of protein, which consists of essential and non-essential amino acids. The most important features for consumers of animal products are their technological, nutritional and sensory properties. These characteristics depend on various internal (genetics, breed, age, sex, muscle type and chemical composition) and external (feed composition, stress before slaughter, heat treatment, radiation, processing method, method and storage temperature packaging and packaging method) factors, which affect fat oxidation and protein degradation in meat. The breakdown processes of fats and proteins develop during the maturation period. Oxidation of fats and degradation of proteins during the maturation period takes place in the presence of oxygen, light and by enzymes. Unsaturated and saturated fatty acids contained in meat can undergo oxidation during storage and processing. Subsequently, degradative metabolites are formed which are unfavorable for consumer consumption.

Key words: meat, lipids, proteins, degradation, oxidation

ÚVOD

Mäso je vďaka obsahu esenciálnych aminokyselín vynikajúci zdroj bielkovín s vysokou biologickou hodnotou a dobrou stráviteľnosťou. Stráviteľnosť bielkovín mäsa je vďaka svojmu zloženiu aminokyselín vysoká (92 %). Mäso poskytuje všetky potrebné aminokyseliny a je zdrojom vitamínov B-komplexu a minerálov ako zinok, selén, fosfor a železo. Jeho konzumácia je rozhodujúca už v rannom vývoji človeka (Arjona a Mella, 2019).

Mäso dodáva bielkoviny, energiu, vitamíny, minerály a tuky. Pri konzumácii spolu so zeleninou, ovocím a sacharidmi tvoria súčasť vyváženej stravy. Mäso a mäsové výrobky obsahujú často vyšší podiel nasýtených mastných kyselín ako iné potraviny. Rozlišujeme medzi čerstvým a spracovaným mäsom a konzumuje sa v rôznych formách a pochádza z rôznych druhov zvierat (Toldrá, 2017).

Mäso v priemere obsahuje približne 72 % vody, 21 % bielkovín, 5 % tukov a 1 % minerálnych látok (draslík, fosfor, chlorid, horčík, vápnik a železo). Obsah vody v mäse je nepriamoúmerný obsahu tuku. Obsah tuku v jatočne opracovaných telách (JOT) je nižší ako v spracovaných mäsových výrobkoch (Biswas a Mandal, 2020).

Tabuľka 1 Chemické zloženie mäsa rôznych druhov zvierat (Biswas a Mandal, 2020; Herc, 2020¹)

g.100 g⁻¹	Voda	Bielkoviny	Tuk	Minerálne látky
Hovädzie (chudé)	75,0	22,3	1,8	1,2
Hovädzie (JOT)	54,7	16,5	28	0,8
Bravčové (chudé)	75,1	22,8	1,2	1,0
Bravčové (JOT)	41,1	11,2	47,0	0,6
Teľacie (chudé)	76,4	21,3	0,8	1,2
Kuracie	75,0	22,8	0,9	1,2
Baranie(JOT)	72,2	21,6	2,5	2,6
Byvolie (JOT)	76,3	20,4	1,37	0,98
Kráľičie (<i>musculus longissimus dorsi</i>)¹	72,9	24,9	0,8	

Vodu vyskytujúcu sa v mäse delíme na voľnú vodu, ktorá sa môže odstrániť spracovaním alebo úpravou, a vodu viazanú na bielkoviny, ktorú pri bežnom spracovaní nie je možné odstrániť (Toldrá, 2017). Obsah vody v mäse (48 – 70 %) z neho robí potravinu, ktorá je náchylná ku kazeniu (Ahmad et al., 2018).

Tuky sú dôležité látky pre správnu výživu človeka. Okrem toho, že dodávajú energiu biologickým procesom tela, obsahujú aj veľké množstvo látok, ako sú esenciálne mastné kyseliny alebo vitamíny rozpustné v tukoch. Ďalej sú zodpovedné za mnoho požadovaných vlastností mäsa a mäsových výrobkov (Pateiro et al., 2015). Tuky ovplyvňujú chuť a prispievajú k zlepšeniu jemnosti a šťavnatosti mäsa. Preto má obsah a zloženie tuku pre spotrebiteľov zásadný význam, ktorý rozhoduje o kvalite mäsa a jeho nutričných hodnotách (Amaral et al., 2018). Tuk v mäse je nosičom charakteristických senzorických vlastností mäsa. Na obsah tuku vplyvajú faktory ako je genotyp, pohlavie a vek zabitia (Kerry et al., 2002).

Približne 40 % mastných kyselín, ktoré mäso obsahuje je nasýtených (SFA). Ďalších 40 % má pripojenú jednu dvojitú väzbu a nazývajú sa mononenasýtené mastné kyseliny (MUFA). Najmenej, asi 2-25 % sa vyskytujú mastné kyseliny, ktoré majú viac ako jednu dvojitú väzbu a nazývajú sa polynenasýtené mastné kyseliny (PUFA) (Chow, 2007). Obsah cholesterolu v mäse (kostrovej svalovine) je okolo 50-70 mg.100 g⁻¹. Obsah cholesterolu v tukových tkanivách je okolo 115 mg.100 g⁻¹ tkaniva. Cholesterol v mäse sa vyskytuje v dvoch formách a to ako voľný cholesterol a ako ester cholesterolu. Voľný cholesterol je primárne spájaný s bunkovými a subcelulárnymi membránami svalov a intramuskulárnymi adipocytmi. Cholesterol sa nachádza spolu s triacylglycerolmi v tukovom tkanive. Svalové vlákna, ktoré sú bohaté na membrány a chudobné na lipidy, majú okolo 75 % voľného cholesterolu a ďalších 25 % je spojených s triacylglycerolmi. Intramuskulárne adipocyty, ktoré sú bohaté na lipidy, obsahujú 75 % cholesterolu (Cheung a Mehta, 2015).

Mäso je vynikajúcim zdrojom bielkovín a esenciálnych aminokyselín, ktoré prispievajú k ľudským stravovacím potrebám. Mäsové bielkoviny majú vyššiu biologickú hodnotu ako rastlinný proteín, pretože niektoré aminokyseliny sú v rastlinných bielkovinách limitujúce (Kerry et al., 2002). Výživová hodnota mäsa je úzko spojená s obsahom bielkovín, ktoré sú najdôležitejšou zložkou z nutričného hľadiska. Približne 65 % bielkovín pochádza z kostrového svalstva, asi 30 % sú bielkoviny spojivového tkaniva (kolagén, elastín) a zvyšných 5 % tvoria krvné bielkoviny a keratín vo vlasoch a nechtoch. Biologická hodnota živočíšnych

bielkovín je vyššia ako rastlinných bielkovín, pretože zloženie aminokyselín v mäse konzumovaných zvierat je podobné mäsu ľudí (Biswas a Mandal, 2020). Bielkoviny mäsa rozdelujeme myofibrilárne, sarkoplazmatické a stromatické. Myofibrilárne bielkoviny (myozín, aktín, tropomyozín) tvoria 50-60 % z celkového obsahu bielkovín, sú vo vode nerozpustné a hrajú dôležitú úlohu pri kontrakcii svalov (Lacroix a Dang Vu, 2014). Sarkoplazmatické bielkoviny vyskytujúce sa v mäse sú myoalbumín, myogén, globulín a myoglobín. Myoglobín ako farbivo mäsa počas zrenia a spracovania oxiduje na metmyoglobín. Degradácie sarkoplazmatických bielkovín nemá vplyv na štrukturálne zmeny, ale na farbu a straty vody odkvapom (Gallego et al., 2016). Stromatické bielkoviny (spojivové bielkoviny) sú nerozpustné vo vode a soľných roztokoch. Patria sem: kolagén, elastín, retikulín. Tento typ bielkovín radíme medzi neplnohodnotné (Moloney, 2011).

Aminokyseliny sú základnou stavebnou jednotkou bielkovín. Výživová hodnota mäsa sa môže veľmi líšiť v dôsledku prítomnosti alebo neprítomnosti jednotlivých aminokyselín (Ahmad et al., 2018). Požiadavky na bielkoviny vo vyváženej strave sú zamerané na zabezpečenie minimálne pre deväť esenciálnych aminokyselín (EAA) alebo nevyhnutných aminokyselín. Medzi EAA patria histidín, izoleucín, leucín, valín, lyzín, treonín, fenyylalanín, metionín a tryptofán (Górska-Warsewicz et al., 2018).

Postmortálne zmeny mäsa predstavujú súbor biochemických procesov ktoré z tuhého, ťažko stráviteľného mäsa robia produkt s požadovanými senzorickými, technologickými a kulinárskymi vlastnosťami (Habánová, 2016). Vznik kyseliny mliečnej z glykogénu pri anaeróbnej glykolýze má vplyv na súdržnosť mäsa. Takisto sa znižuje pH na hodnotu 5,5-6,0, ktorá inhibuje technologicky nežiaduce mikroorganizmy. Počas zrenia mäsa dochádza k ovplyvneniu technologických vlastností, zmenám chuti, textúry, šťavnatosti a iných senzorických vlastností (Šimek et al., 2002). Kvalita bielkovín a ich denaturácia v svalovine úzko súvisí aj s postmortálnymi zmenami v mäse zvierat, ktoré sú neoddeliteľnou súčasťou výroby kvalitného mäsa (Čuboň a Haščík, 2019).

Zmeny mäsa prebiehajú v nasledujúcich fázach: Pre rigor mortis – menšie straty chladom, menšie straty odkvapom, nižšiu teplotu mrazenia. Rigor mortis – trvá do narušenia (fragmentácie) aktínových a myozínových vlákien. Vlastné zrenie – enzýmy (proteázy) spôsobujú oslabenie štruktúr myofibrilárnych vlákien. Autolýza – molekulárny rozklad bunkových membrán a ich následná degradácia (Čuboň et al., 2020).

Natívne a endogénne enzýmy nachádzajúce sa vo svaloch spôsobujú biochemické reakcie, ktoré nazývame autolýza. K autolýze a ďalším rozkladným procesom sa pripájajú reakcie enzýmov produkovaných kontaminujúcou mikrofórou (Čuboň a Haščík, 2019).

Výsledkom procesu zrenia mäsa post mortem je zmena štrukturálnych, fyzikálno-chemických a senzorických vlastností mäsa. Na kvalitatívne charakteristiky vyzretého mäsa má vplyv množstvo faktorov a podmienok. Zrenie je podstatným krokom k zlepšeniu jemnosti, ktorá je výsledkom proteolýzy a rozpadu myofibrilárnych bielkovín. Peptidy a aminokyseliny môžu slúžiť ako vo vode rozpustné aromatické prekursor pre chuťové vlastnosti mäsa (Biswas a Mandal, 2020).

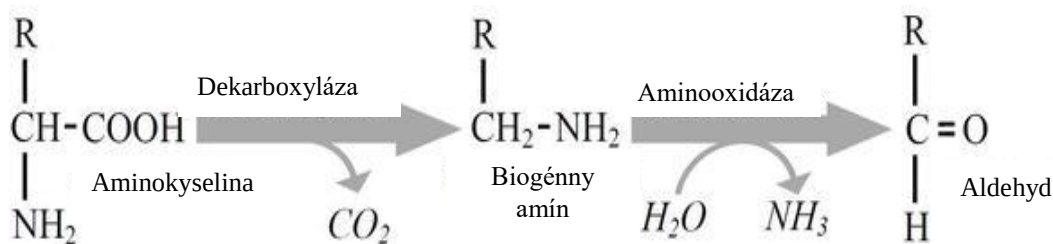
Degradačné procesy počas skladovania

Proteolýza, oxidácia a fosforylácia bielkovín majú významné úlohy počas obdobia zrenia mäsa a prispievajú k variabilite kvality (Carlin, 2018). V záujme zachovania kvality mäsa by mala byť minimalizovaná degradácia proteínov sprostredkovaných proteázami. Okrem bežne používaných spôsobov konzervácie, ako je napríklad mrazenie alebo chladenie, sa môžu použiť prísady, ktoré znižujú aktivitu proteázy. Na získanie prvotriednej kvality mäsa a výrobkov z neho sa môžu použiť potravinové inhibítory proteázy (PI) (Singh a Benjakul, 2018).

Proteázy, ktoré hydrolyzujú peptidové väzby bielkovín, je možné rozdeliť do dvoch podtried podľa miesta štiepenia: endopeptidázy a exopeptidázy (García-Carrenno, 1994). Endopeptidázy štiepia peptidové väzby na vnútorných peptidových väzbách, zatiaľ čo exopeptidázy hydrolyzujú peptidové väzby na amino alebo karboxylových koncoch (Sternlicht a Werb, 2001). Štiepenie peptidových väzieb spôsobuje zmeny v bielkovinách a mení ich konformáciu alebo štruktúru, čo vedie k modifikáciám ich fyzikálno-chemických a funkčných vlastností. Proteázy možno klasifikovať na základe ich podobnosti so známou proteázou, ako sú napríklad trypsinové, chymotrypsínové, chymozínové alebo kathepsínové (García-Carrenno, 1994). Možno ich tiež kategorizovať podľa citlivosti na pH vrátane kyslej, neutrálnej alebo zásaditej proteázy a dokonca podľa ich substrátovej špecificity, odozvy na inhibítory a spôsobu katalýzy (Sriket, 2014).

Aminokyselinové bočné reťazce v myofibrilárnych bielkovinách podliehajú modifikáciám v dôsledku oxidačného stresu, čo vedie k vytvoreniu nových krížových väzieb bielkovina-bielkovina v ich štruktúrach, avšak je tiež zmenená celková úroveň skupín s pevným nábojom pripojených k peptidovým kostrám (Bao a Ertbjerg, 2018).

Mikrobiálnou a enzymatickou dekarboxyláciou aminokyselín v potravinách vznikajú biogénne amíny (BA). Biogénne amíny sú zlúčeniny, ktoré sa bežne vyskytujú v potravinách a nápojoch ako sú mäso, ryby, syry, zelenina, víno. Najčastejšie pozorované BA obsiahnuté v potravinách sú histamín, tyramín, putrescín, kadaverín, β -fenyletylamín, agmatín, tryptamín, serotonin, spermidín a spermín (Doeun et al., 2017). Tvorbu BA ovplyvňujú početné faktory, ktoré možno rozdeliť do troch skupín: suroviny (zloženie, pH, sila iónov), mikroorganizmy (aktivita dekarboxylázy sa pripisuje hlavne baktériám rodu *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Micrococcaceae* a baktériám mliečneho kvasenia) a podmienky spracovania a skladovania (čerstvé, konzervované, fermentované, chladené, upravené atmosféry). Tieto faktory nepôsobia izolovane, ale majú skôr kombinované účinky, ktoré určujú konečnú koncentráciu BA v potravinách. Preto, aby sa zabezpečila kvalita potravín z pohľadu BA, je nevyhnutné používať vhodné suroviny na obmedzenie prítomnosti BA v konečnom produkte, a tým na zabezpečenie lepšej kvality (Ruiz-Capillas a Herrero, 2019).



Obr. 1 Princíp dekarboxylácie aminokyselín (Charalampos, 2019)

Celkový prchavý zásaditý dusík (TVB-N), dôležitý index predstavujúci obsah amoniaku, trimetylamínu a dimetylamínu v meraných vzorkách, sa vo veľkej miere používa pri určovaní kvality mäsa a mäsových výrobkov. Analýza TVB-N má všeobecne určité nevýhody, ako napríklad komplexné ošetrovanie vzoriek, časovú náročnosť, nízku opakovateľnosť a znečistenie životného prostredia (Tang a Yu, 2020). Celkový (TVB-N) v mäse je kľúčovým faktorom pri meraní kvality mäsa a takisto jeho čerstvosti počas skladovania (Lee et al., 2018). TVB-N v mäse obsahuje amoniak, trimetylamín a dimetylamín. Počas kazení sa môže TVB-N kombinovať s rozkladnými organickými kyselinami, za vzniku soli základného dusíka (+ $\text{NH}_4 \cdot \text{R}-$), ktorý môže zvýšiť obsah TVB-N v mäse (Li et al., 2019).

Tuky sú citlivé na oxidáciu, ktorá je hlavnou nemikrobiálnou príčinou zhoršenia kvality živočíšnych produktov. Proces degradácie ovplyvňuje skladovanie, spracovanie, manipulácia

a preprava, preto by sa malo pri týchto úkonoch dbať na kontrolu ideálnych podmienok (Dominguez et al., 2019). Oxidačné reakcie nielen znižujú výživovú hodnotu mäsa v dôsledku straty nevyhnutných látok, mastných kyselín a vitamínov. Ďalej sem patria zmeny farby, textúry a vzhľadu, vône a chute, ktoré ovplyvňujú senzorické vnímanie spotrebiteľa (Purinos et al., 2011). Oxidácia je vyvolaná prítomnosťou kyslíka, svetla a enzýmov (lipoxigenáza). Pri skladovaní a spracovaní mäsa je oxidácia vyvolaná nesprávnou teplotou, prítomnosťou svetla, prítomnosťou ťažkých kovov a takisto prítomnosťou technologicky nežiaducich mikroorganizmov, ktoré produkujú enzýmy. Podľa pôvodcu oxidácie ju rozdeľujeme na autooxidáciu a fotooxidáciu (Shahidi a Zhong, 2010).

Hlavnými faktormi, ktoré ovplyvňujú oxidáciu lipidov v mäse, sú obsah tuku a zloženie mastných kyselín, pretože mastné kyseliny sú substrátom oxidačných procesov. V mäse sú lipidy usporiadané do triacylglycerolov a fosfolipidov s nízkym podielom iných typov lipidov, ako sú napríklad voľné mastné kyseliny, cholesterol alebo vitamíny. Množstvo intramuskulárneho tuku priamo koreluje s obsahom triacylglycerolov, pretože to sú rezervné lipidy ($\approx 95\%$ mäsových lipidov) (Pereira a Abreu, 2018), zatiaľ čo obsah fosfolipidov predstavuje asi $500 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ mäsa a je konštantný, pretože sa nachádzajú v membránach a ich počet sa nemení. Obe frakcie tuku mäsa majú podiel na jeho degradácii (Christie, 1981). Fosfolipidy a ich zloženie mastných kyselín môžu byť zodpovedné za tvorbu až 90% malondialdehydu pri skladovaní (Dominguez et al., 2019). Zloženie mastných kyselín je rozhodujúci faktor pri tvorbe malondialdehydu a je dôležitejšie ako celkový obsah tuku (Min et al., 2008). V chudom mäse (s veľmi nízkym obsahom intramuskulárneho tuku) je obsiahnuté vysoké percento fosfolipidov a je veľmi citlivé na oxidáciu (Cheng, 2016).

Vytvorené produkty oxidáciou môžeme deliť na primárne a sekundárne, ktoré sú ďalej ukazovateľmi oxidácie. Primárne produkty oxidácie sú napríklad hydroperoxidy a konjugované diény (Niki et al., 2005). Reakciou sekundárnych produktov oxidácie s inými látkami obsiahnutými v mäse je podporená ďalšia oxidácia. Reakcie aminokyselín s reaktívnymi bočnými reťazcami má za následok tvorbu karbonylových zlúčenín (Baron, 2014). Široká škála sekundárnych produktov zahŕňa zlúčeniny ako malondialdehyd (MDA), propanal a hexanal, ktoré spôsobujú žltnutie mäsa, pričom koncentráciu malondialdehydu môžeme pokladať za ukazovateľ jeho čerstvosti (Ross a Smith, 2006). MDA je trojuhlíkatá zlúčenina, ktorá vzniká po štiepení peroxidovaných PUFA, je jedným z hlavných produktov peroxidácie lipidov. V dôsledku toho dochádza v oxidácii lipidov k podstatnému množstvu aldehydov (Pereira a Abreu, 2018). Najbežnejší oxidačný ukazovateľ a najviac zastúpený aldehyd, produkt sekundárnej oxidácie lipidov, je malondialdehyd. Konečné produkty (MDA, 4-hydroxynonenal) oxidácie sú menej toxické ako primárne produkty (hydroperoxidy). Schopnosť MDA meniť rôzne biologické makromolekuly môže prispievať k jeho toxicite a jeho mutagénnym a karcinogénnym vlastnostiam (Reitznerová et al., 2017).

ZÁVER

Prínos poznatkov a zhrnutie informácií ohľadom podmienok tvorby degradačných metabolitov zrenia živočíšnych produktov by bol prospešný pre verejné orgány kvoli obmedzeniu doby skladovateľnosti. Mali by byť stanovené hraničné hodnoty MDA a TVB-N a BA v mäse počas skladovania, ktoré by mohli byť podnetom pre predaj a distribúciu v lepších podmienkach a takisto by sa mohla zlepšiť kvalita predaja a znížilo by sa zdravotné riziko pre spotrebiteľov.

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. AHMAD, R.S. - IMRAN, A. - HUSSAIN, M.B. 2018. Nutritional Composition of Meat. *Meat Science and Nutrition*. London: IntechOpen, pp. 1386. ISBN 978-1-83881-633-9.
2. AMARAL, A.B. – SILVA, M.V. – LANNES, S.C.S. 2018. Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors – a review. *Food Science and Technology* [online], vol 38, no. 1, pp. 1-15. ISSN 1678-457X Dostupné na: <http://dx.doi.org/10.1590/fst.32518>
3. ARJONA, L.P.V. – MELLA, M.R., 2019. Pumpkin Waste as Livestock Feed: Impact on Nutrition and Animal Health and on Quality of Meat, Milk, and Egg. *International journal of tryptophan research* [online], vol 11, ISSN 2076-2615. Dostupné na: <https://doi.org/10.1177/1178646918776658>
4. BAO, Y. – ERTBJERG, P. 2018. Effects of protein oxidation on the texture and water-holding og meat: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online], vol 59, no. 22, pp. 3564-3578. ISSN 1226-7708. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1498444>
5. BARON, C.P. 2014. Protein oxidation in aquatic foods. In *Antioxidants and Functional Components in Aquatic Foods* [online], pp. 23–42. ISBN: 9781118855102. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/9781118855102>
6. BISWAS, A.K. – MANDAL, P.K. 2020. Meat Quality Analysis Advanced Evaluation Methods, Techniques, and Technologies. India: Academic Press. 458. ISBN 978-0-12-819233-7. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/C2018-0-01364-X>
7. CARLIN, K. 2018. Postmortem muscle protein degradation and meat quality. In *Journal of Animal Science* [online], vol 93, no. 3, pp. 272 [cit. 2020-10-07]. ISSN 1525-3163. Dostupné na: <https://doi.org/10.1093/jas/sky404.596>
8. ČUBOŇ, J. - HAŠČÍK, P. - HLEBA, L. – HOLLÝ, R. – JURENKOVÁ, M. - HLEBOVÁ, M. 2020. Mäsová úžitkovosť a kvalita mäsa vybraných druhov hrabavej hydiny. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre: Vydavateľstvo SPU v Nitre. pp. 133. ISBN 978-80-552-2206-6
9. ČUBOŇ, J. – HAŠČÍK, P. 2019. Hodnotenie surovín a potravín živočíšneho pôvodu. Nitra, SPU, 2007, 196 s.. ISBN 978-80-552-2091-8.
10. DOEUN, D – DAVAATSEREN, M. – CHUNG, M.S. 2017. Biogenic amines in foods. *Food Science and Biotechnology* [online], vol 26, pp. 1463-1474. ISSN 1549-7852. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0239-3>
11. DOMÍNGUEZ, R. – PATEIRO, M. – GAGAOUA, M. – BARBA, F.J. - ZHANG, W. – LORENZO, J.M. 2019. A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *antioxidants* [online], vol 8, no. 10, pp. 429. ISSN 2076-3921. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>
12. GALLEGO, M. 2016. The use of label-free mass spectrometry for relative quantification of sarcoplasmic proteins during the processing of dry-cured ham. *Food chemistry* [online], vol. 196: pp.437-444. ISSN 0308-8146. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.062>
13. GARCIA – CARRENO, F.L. – HERNANDEZ – CORTES, P.M. – HAARD, F.N. 1994. Enzymes with Peptidase and Proteinase Activity from the Digestive Systems of a Freshwater and a Marine Decapod. *Journal of Agricultural and Food Science* [online], vol 42, no. 7, pp. 1456–1461. ISSN 1520-5118. Dostupné na: <https://doi.org/10.1021/jf00043a013>

14. GÓRSKA-WARSEWICZ, H. - LASKOWSKI, W. - KULYKOVETS, O. - KUDLIŃSKA-CHYLAK, A. - CZECZOTKO, M. - REJMAN, K. 2018. Food Products as Sources of Protein and Amino Acids—The Case of Poland. *Nutrients* [online], vol 10, no. 12, pp. 1977. ISSN 2072-6643. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/nu10121977>
15. HABÁNOVÁ, M. 2016. *Úprava potravín a stravovanie*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 222 s. ISBN 9788055215853
16. HERC, P. 2020. Vplyv žeruchy peruánskej na vybrané chemické a technologické parametre mäsa králikov: diplomová práca. Nitra: Slovenská Poľnohospodárska Univerzita v Nitre. 63 p.
17. CHENG, J. 2016. Lipid Oxidation in Meat. *Journal of Nutrition and Food science* [online], vol 6, no. 3, pp. 3. ISSN 2155-9600. Dostupné na: <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000494>
18. CHEUNG, C.K. – MEHTA, B. M. 2015. Handbook of Food Chemistry [online]. Berlin, Heidelberg: Springer. 1175. ISBN 978-3-642-36605-5. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41609-5>
19. CHOW, CH.K. 2007. Fatty Acids in Foods and their Health Implications. USA: CRC, pp. 1296. ISBN 9780849372612
20. CHRISTIE, W.W. 1981. The composition, structure and function of lipids in the tissues of ruminant animals. *Lipid Metabolism in Ruminant Animals*. Pergamon, pp. 95-191, ISBN 978-0-08-023789-3. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/C2013-0-03126-X>
21. KERRY, J. – KERRY, J. – LEDWARD, D. 2002. Meat processing: Improving quality. Abington : Woodhead Publishing Limited, pp. 435. ISBN 1- 85573-666-7.
22. LACROIX, M. - DANG VU. - HAN, J. J 2014 K. Edible coating and film materials: Proteins. *Inovations in food packing* [online], Second edition. Elsevier: Academic press.] pp. 277-294. ISBN 978-0-12-394835-9.
23. LEE, H. – KIM, M.S. – LEE, W.H. – CHO, B.K. 2018. Determination of the total volatile basic nitrogen (TVB-N) content in pork meat using hyperspectral fluorescence imaging. *Sensors and Actuators B: Chemical* [online], vol 259, pp. 532-539. ISSN 0925-4005. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.12.102>
24. LI, Y. – TANG, X. – SHEN, Z. – DONG, J. 2019. Prediction of total volatile basic nitrogen (TVB-N) content of chilled beef for freshness evaluation by using viscoelasticity based on airflow and laser technique. *Food Chemistry* [online], vol 287, pp. 126-132. ISSN 0308-8146. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.213>
25. MIN, B. – NAM, K.C. – CORDRAY, J. – AHN, D.U. 2008. Endogenous Factors Affecting Oxidative Stability of Beef Loin, Pork Loin, and Chicken Breast and Thigh Meats. . *Journal of Food science* [online], vol 73, no. 6, pp. 439-446. ISSN 1750-3841. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00805.x>
26. MOLONEY, A. P. 2011 Altering animal diet to reduce saturated fat in meat and milk. *Reducing saturated fats in foods* [online], pp. 234-265. ISBN 978-1-84569-740-2. Dostupné na: <https://doi.org/10.1533/9780857092472.2.234>
27. NIKI, E. - YOSHIDA, Y. - SAITO, Y. - NOGUCHI, N. 2005. Lipid peroxidation: Mechanisms, inhibition, and biological effects. *Biochemical and Biophysical Research Communications* [online], vol 338, no. 1, pp. 668-676. ISSN 0006-291X. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2005.08.072>
28. PATEIRO, M. - FRANCO, D. - CARRIL, J. A. - LORENZO, J. M. 2015. Changes on physico-chemical properties, lipid oxidation and volatile compounds during the manufacture of celta dry-cured loin. *Journal of Food Science and Technology* [online], vol 52, no. 8, pp. 4808–4818. ISSN 0975-8402. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1561-x>

29. PEREIRA, F.A.L. – ABREU, G.K.V. 2018. Lipid Peroxidation in Meat and Meat Products. IntechOpen, Dostupné na: <https://doi.org/10.5772/intechopen.81533>
30. PURINOS, L. – BERMUDEZ, R. – FRANCO, D. – CARBALLO, J. 2011 Development of Volatile Compounds during the Manufacture of Dry-Cured “Lacón,” a Spanish Traditional Meat Product. *Journal of Food science* [online], vol 76, no. 1, pp. 89-97. ISSN 1750-3841. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01955.x>
31. REITZNEROVÁ, A. – ŠULEKOVÁ, M. – NAGY, J. – MARCINCAK, S. 2017. Lipid Peroxidation Process in Meat and Meat Products: A Comparison Study of Malondialdehyde Determination between Modified 2-Thiobarbituric Acid Spectrophotometric Method and Reverse-Phase High-Performance Liquid Chromatography. *Molecules* [online], vol 22, no 11, pp. 1988. ISSN 1420-3049. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/molecules22111988>
32. ROSS, C.F. – SMITH, D.M. 2006. Use of volatiles as indicators of lipid oxidation in muscle foods. *Comprehensive Reviews in Food Science Food Safety* [online], vol 5, no 1, pp. 18–25. ISSN 1541-4337. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2006.tb00077.x>
33. RUIZ-CAPILLAS, C. – HERRERO, A.M. 2019. Impact i Biogenic Amines on Food Quality and Safety. In *Foods* [online], vol 8, no. 2, pp. 62 [cit. 2020-11-15]. ISSN 2304-8158. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/foods8020062>
34. SHAHIDI, F. – ZHONG, Y. 2010. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews* [online], vol 39, no.11, pp. 4067–4079. ISSN 1460-4744. Dostupné na: <https://doi.org/10.1039/b922183m>
35. SINGH, A. – BENJAKUL, S. 2018. Proteolysis and Its Control Using Protease Inhibitors in Fish and Fish Products: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [online], vol 17, no. 2, pp. 496-509. ISSN 1541-4337. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.1233>
36. SRIKET, C. 2014. Proteases in fish and shellfish: Role on muscle softening and prevention. *International Food Research Journal* [online], vol 21, no. 1, pp. 433-445. ISSN 2231-7546. Dostupné na: [http://ifrrj.upm.edu.my/21%20\(02\)%202014/2%20IFRJ%2021%20\(02\)%202014%20Sriket%20014.pdf](http://ifrrj.upm.edu.my/21%20(02)%202014/2%20IFRJ%2021%20(02)%202014%20Sriket%20014.pdf)
37. STERNLICHT, M.D. – WERB, Z. 2001. How Matrix Metalloproteinases Regulate Cell Behavior. *Annual Review of Cell and Developmental Biology* [online], vol 17, pp. 463-516. ISSN 1081-0706. Dostupné na: <https://doi.org/10.1146/annurev.cellbio.17.1.463>
38. ŠIMEK, J., VORLOVÁ, L., STEINHAUSER, L., 2002. Jakostní odchýlky masa a jejich identifikace. *Maso* (8) 2002. s. 24-27.
39. TANG, X. – YU, T. 2020. Rapid evaluation of chicken meat freshness using gas sensor array and signal analysis considering total volatile basic nitrogen. *International Journal of Food Properties* [online], vol 23, no. 1, pp. 297-305. ISSN 1532-2386. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1716797>
40. TOLDRÁ, F. 2017. *Lawrie's Meat Science* [online]. United Kingdom: Elsevier. 1175, ISBN 978-0-08-100697-9. Dostupné na: https://ubblab.weebly.com/uploads/4/7/4/6/47469791/lawries_meat_science.pdf

Kontaktná adresa:

Ing. Peter Herc, Ústav potravinárstva FBP SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: xhercp@uniag.sk

VÝSKYT VYBRANÝCH FAKTOROV ŽIVOTNÉHO ŠTÝLU V SLEDOVANEJ POPULÁCII

OCCURRENCE OF SELECTED LIFESTYLE FACTORS IN THE MONITORED POPULATION

Holovičová Mária¹, Habánová Marta², Lorková Marta¹, Súľovcová Veronika²

¹Výskumné centrum AgroBioTech, SPU v Nitre

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

Summary

The aim of the research was to evaluate the selected lifestyle factors in the monitored population of respondents aged 40-50 years. In the research were included 263 individuals, of which 147 were women and 116 were men. In the monitored population, we had four groups – women with normal weight $n = 18$ (12.24%), women with overweight and obesity $n = 129$ (87.76%), men with normal weight 40 men (34.48%) and men with overweight/obesity $n = 76$ (65.52%). Hypercholesterolemia was the most common in the group of obese men, type 2 *diabetes mellitus* in the group of obese women. The frequency of physical activity was low in groups with obese/overweight men and women. Until 92.11% men with obesity or overweight and 66.60% women with obesity or overweight does not perform any physical activity. Men most often sleep 8-9 hours, women less - most often 4-5 hours most smokers were in men with obesity and overweight up to 77.63%. The highest alcohol consumption was in men with normal weight up to 90%. Overall, we assess that the incidence of lifestyle risk factors was higher in the overweight and obesity groups.

Key words: overweight/obesity, normal weight, lifestyle, risk factor

ÚVOD

Fajčenie, fyzická nečinnosť a obezita sú modifikovateľnými rizikovými faktormi chorobnosti a úmrtnosti (Stenholm et al., 2016). Niektoré klinické prejavy obezity zahŕňajú nealkoholické stukovatenie pečene, *diabetes mellitus* typu 2 a kardiovaskulárne ochorenia. Obmedzenie kalórií môže v krátkodobom horizonte pomôcť pri chudnutí. Cvičenie a fyzická aktivita sú ďalšími prostriedkami na chudnutie (Kim et al., 2017).

Fajčenie a obezita sú hlavnými výzvami verejného zdravia a ich prevalencia sa celosvetovo zvyšuje. Fajčenie zvyšuje riziko rakoviny, respiračných a kardiovaskulárnych chorôb a je v rozvinutých krajinách hlavnou smrteľnou príčinou (Doll et al., 2004). Obezita je celosvetovo piatou najčastejšou príčinou úmrtí a predstavuje 44 % prípadov cukrovky a 23 % ischemickej choroby srdca (Kelly et al., 2008). Framinghamská štúdia ukázala, že dĺžka života obéznych fajčiarov je o 13 rokov kratšia ako u neobéznych, nikdy nefajčiarov (Dare et al., 2015).

Epidémia obezity je v modernej spoločnosti paralelná s trendom skráteného trvania spánku. Častou komplikáciou sa stáva aj slabá kvalita spánku, ktorá je často spojená s celkovou stratou spánku (Morselli, et al., 2010). Rastúce dôkazy z laboratórnych aj epidemiologických štúdií poukazujú na krátke trvanie spánku ako nový rizikový faktor pre rozvoj obezity a jej komplikácií. Spánok je dôležitým modulátorom neuroendokrinnnej funkcie a metabolizmu glukózy a ukázalo sa, že strata spánku vedie k metabolickým a endokrinným zmenám, vrátane zníženej tolerancie glukózy a zmeny hormónu regulujúceho chuť do jedla (Knutson, 2010; Beccuti a Pannain, 2011).

Mnohé chronické ochorenia majú spoločné rizikové faktory, ako je fajčenie, nezdravá strava, nedostatok fyzickej aktivity a požívanie alkoholu. Odhaduje sa, že až 80 % srdcových

chorôb, mŕtvice, *diabetes mellitus* typu 2 a viac ako tretina prípadov rakoviny možno znížiť elimináciou týchto spoločných rizikových faktorov (Scarborough et al., 2011).

Na posúdenie primeranej hmotnosti tela sa v súčasnosti používa hmotnostný telový index – BMI index (body mass index) $BMI = \text{hmotnosť} / \text{výška}^2$ (Nutall, 2015).

MATERIÁL A METÓDY

U náhodne vybraných 263 respondentov vo veku 40-50 rokov sme sledovali životný štýl. Vo výskume bolo zapojených 116 mužov s priemerným vekom 45,48 rokov a 147 žien s priemerným vekom 44 rokov z okresu Nitra a Banská Štiavnica. Na zistenie údajov sme zostavili anonymný dotazník zložený z 29 otázok. Otázky boli položené formou uzatvorených možností odpovedí, kde mal respondent na otázku možnosť výberu odpovede a otvorených odpovedí, do ktorých respondent správnu odpoveď vpísal. Otázky sa dajú rozčleniť do viacerých sfér, medzi ktoré patria osobné údaje o jedincovi: pohlavie, vek, hmotnosť, výška, zdravotný stav; životný štýl: fajčenie, alkohol, pitný režim, stravovanie, spánok, pohybová aktivita. Návratnosť dotazníka bola 100 %.

V našom výskume sme vyhodnotili otázky týkajúce sa chorôb respondentov, pohybovej aktivity, fajčenia, spánku a príjmu alkoholu. Vzhľadom na vysoké percento ľudí s nadhmotnosťou a obezitou sme výsledky porovnávali v rámci štyroch skupín, podľa pohlavia a hmotnostnej kategórie podľa BMI – muži s normálnou hmotnosťou ($n = 40$), muži s nadhmotnosťou a obezitou ($n = 76$), ženy s normálnou hmotnosťou ($n = 18$) a ženy s nadhmotnosťou a obezitou ($n = 129$). Všetky výsledky sme spracovali pomocou Microsoft Office Excelu v tabuľkovej alebo grafickej podobe. Výsledky sú udávané v absolútnych číslach a v percentách.

Tab. 1 uvádza klasifikáciu podľa BMI, na základe ktorej sme rozdelili i našich respondentov.

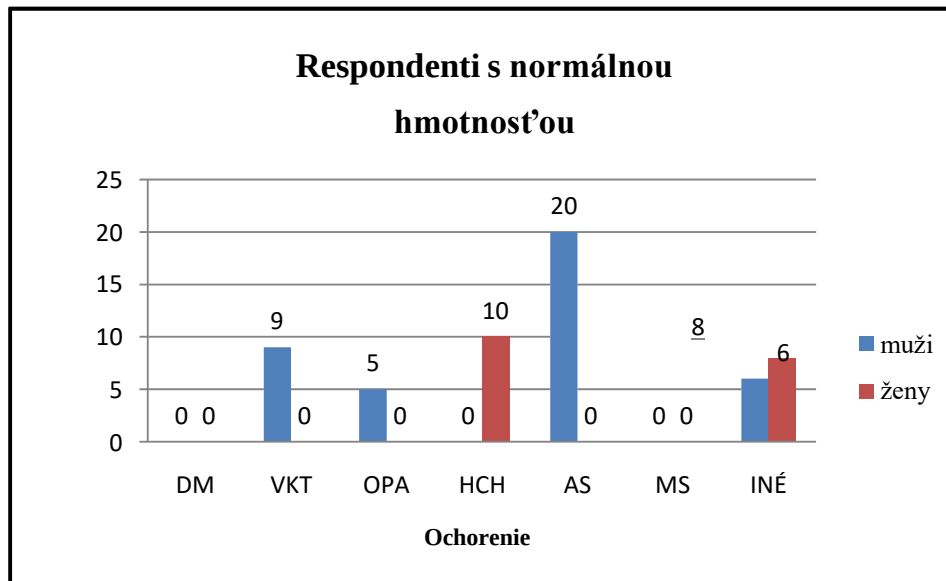
Tab. 1 Klasifikácia podľa BMI (Weir a Jan, 2021)

Hmotnostná kategória	BMI kg.m^{-2}
Ťažká podhmotnosť	menej ako 16,5
Podhmotnosť	pod 18,5
Normálna hmotnosť	18,5 – 24,9
Nadhmotnosť	25 – 29,9
Obezita 1. stupňa	30 – 34,9
Obezita 2. stupňa	35 – 39,9
Obezita 3. stupňa – extrémna obezita	viac ako 40

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Ochorenia respondentov

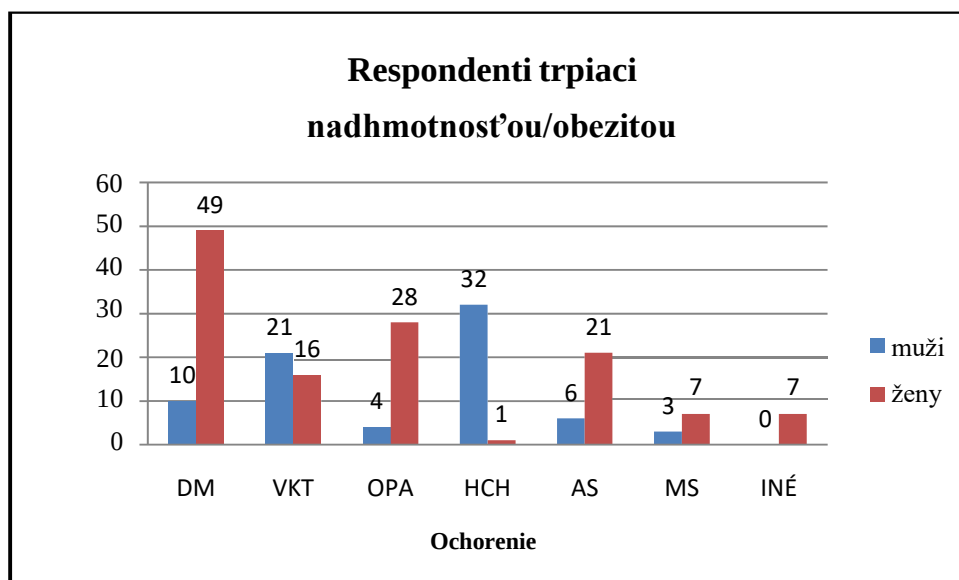
U respondentov sme sledovali výskyt ochorení. Obr. 1 a obr. 2 znázorňujú zastúpenie jednotlivých ochorení a to *diabetes mellitus* (DM), vysoký krvný tlak (VKT), ochorenie pohybového aparátu (OPA), hypercholesterolémia (HCH), ateroskleróza (AS), metabolický syndróm (MS), a iné. Najviac zastúpené ochorenie u mužov s normálnou hmotnosťou bola ateroskleróza, ktorá sa vyskytovala až u 50 % mužov s normálnou hmotnosťou. U žien s normálnou hmotnosťou sa vyskytovala najviac hypercholesterolémia, ktorá sa vyskytla u 55,55 % žien s normálnou hmotnosťou.



Obr. 1 Výskyt ochorení u respondentov s normálnou hmotnosťou

U obéznych jedincov bol výskyt ochorení častejší. U 39,47 % obéznych mužov sa vyskytovala hypercholesterolémia a u 37,98 % obéznych žien *diabetes mellitus*. Dlhodobé epidemiologické štúdie ukázali, že obezita je silne spojená so zvýšeným rizikom úmrtnosti na všetky príčiny, vrátane kardiovaskulárnych a rakovinových ochorení (Calle, et al. 1999).

V štúdií so 16 000 účastníkmi bola obezita spojená so zvýšenou prevalenciou *diabetu* 2. typu, ochorením žľazy, koronárnou chorobou srdca, hypertenziou, osteoartritídou a vysokou hladinou cholesterolu v krvi (Must et al., 1999).



Obr. 2 výskyt ochorení u respondentov s nadhmotnosťou a obezitou

Pohybová aktivita, spánok a fajčenie

Zistili sme, že zo 76 obéznych mužov, ktorí sa zapojili do výskumu, sa pohybovej aktivite nevenuje vôbec 92,1 %, v skupine mužov s normálnou hmotnosťou sa nevenuje vôbec pohybovej aktivite 60 % mužov. V jednotlivých skupinách žien sme zaznamenali

výrazné rozdiely. Až 66,66 % žien s nadhmotnosťou alebo obezitou sa nevenuje pohybovej aktivite vôbec, u žien s normálnou hmotnosťou je to len 5,55 %. Podľa Marka (2013) Postupne sa zvyšujúca fyzická záťaž prehĺbuje negatívnu energetickú bilanciu. Fyzická aktivita sa vykonáva 4 – 5-krát týždenne po dobu 30 – 40 minút s intenzitou 70 % maximálnej pulzovej frekvencie. Mierne intenzívne cvičenie vytrvalostného charakteru (posilňovanie váhou vlastného tela alebo s minimálnou záťažou) priaznivo ovplyvňuje metabolickú kondíciu organizmu. Praktické je vedenie záznamníka o pohybovej aktivite, ktorý umožní bilancovať energetický výdaj cvičením.

Spánok je dôležitým modulátorom neuroendokrinných funkcií, ukázalo sa, že metabolizmus glukózy a strata spánku má za následok metabolické a endokrinné zmeny, vrátane zníženej tolerancie glukózy, zníženej citlivosti na inzulín, zvýšených večerných koncentrácií kortizolu, zvýšených hladín ghrelinu, znížených hladín leptínu, a zvýšený hlad a chuť do jedla. Nedávne epidemiologické a laboratórne dôkazy potvrdzujú predchádzajúce zistenia o súvislosti medzi stratou spánku a zvýšeným rizikom obezity (Beccuti a Pannain, 2011). Medzi skupinami mužov neboli veľmi výrazné rozdiely, najviac v časovom intervale spánku 8-9 hodín spánku uviedlo 67,5 % mužov s normálnou hmotnosťou a 48,68 % mužov s nadhmotnosťou a obezitou. V skupine žien sú najvýznamnejšie rozdiely v rovnakom časovom intervale, 44,44 % žien s normálnou hmotnosťou spí 8-9 hodín denne, z obéznych žien je to len 20,16 % žien.

U respondentov sme zisťovali v jednotlivých skupinách či fajčia. Až 77,63 % obéznych mužov pravidelne fajčí, u žien nie sú rozdiely veľké 33,33 % žien fajčí s normálnou hmotnosťou 39,53 % s nadhmotnosťou a obezitou. Mnoho štúdií sleduje vplyv fajčenia na zdravie človeka. V týchto štúdiách sa dokázalo, že schopnosť vazodilatácie artérií sú vplyvom fajčenia u fajčiarov poškodené (Ikonomidis, 2005). Fajčenie tiež negatívne ovplyvňuje hypertenziu, aterosklerózu a negatívne vplýva na hladiny cholesterolu v krvi (Kujaník, Sninčák, 2008). Zanechanie fajčenia zlepši hladiny LDL- cholesterolu v krvi, taktiež riziko vaskulárnej trombózy (Kujaník, Sninčák, 2008). Ott et al. (2004) uvádza, že fajčenie má vplyv aj na rozumové schopnosti, starí ľudia, ktorí fajčia majú zvýšené riziko vzniku demencie.

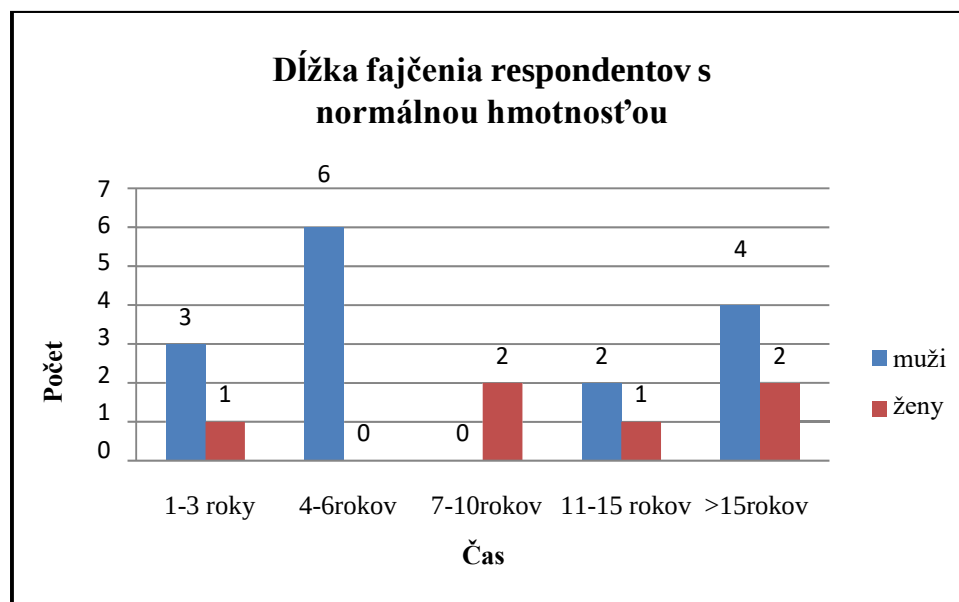
Konzumácia alkoholu u respondentov bola vysoká. Až 90 % mužov s normálnou hmotnosťou a 82,89 % mužov s nadhmotnosťou a obezitou konzumuje pravidelne alkohol. U žien je medzi skupinami značný rozdiel až 88,89 % žien s normálnou hmotnosťou konzumuje pravidelne alkohol, len 31,78 % žien nadhmotnosťou a obezitou. Mierny až stredný príjem alkoholu nie je takým rizikovým faktorom obezity ako nadmerné pitie. Nadmerné pitie alkoholu je spojené s adipozitou. Existuje niekoľko dôkazov naznačujúcich potenciál alkoholu podporovať priberanie na hmotnosti a protichodné výsledky, ktoré sa často vyskytujú v literatúre, viedli k vývoju alternatívnych hypotéz týkajúcich sa vplyvu alkoholu na telesnú hmotnosť (Traversy a Chaput, 2015).

Tab. 2 frekvencia pohybovej aktivity, dĺžka spánku a dĺžka fajčenia

Frekvencia pohybovej aktivity	Muži norm. hm. (%)	Muži nadhm./obezita (%)	Ženy normál. hm. (%)	Ženy nadhm./obezita (%)
2-3-krát týždenne	25,00	7,89	38,88	11,63
5-krát týždenne	15,00	0,00	22,22	8,53
každý deň	0,00	0,00	33,33	13,18
vôbec	60,00	92,11	5,55	66,66
Dĺžka spánku				
menej ako 4 h	2,50	2,63	16,66	10,08
4-5 h	7,50	18,42	38,88	23,26
6-7 h	15,00	30,26	0,00	31,78
8-9 h	67,50	48,68	44,44	14,73
viac ako 9 h	7,50	1,32	0,00	20,16
Fajčenie				
áno	47,50	77,63	33,33	39,53
nie	52,50	22,37	66,67	60,47
Alkohol				
áno	90,00	82,89	88,89	31,78
nie	10,00	17,11	11,11	68,21

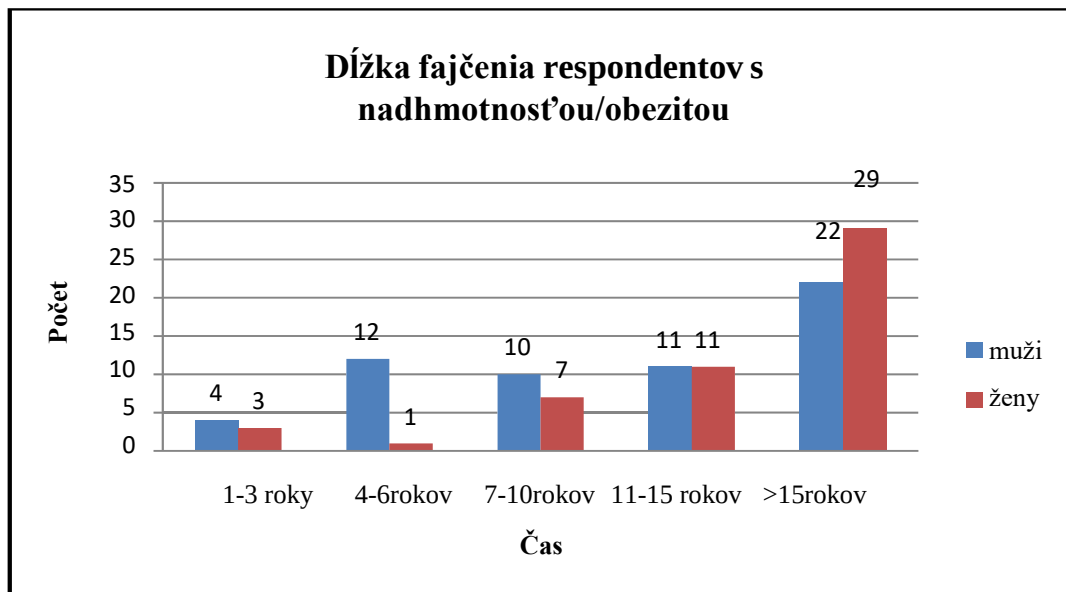
Respondentov sme sa pýtali na dĺžku fajčenia, ktorú v jednotlivých skupinách mužov a žien znázorňuje obr. 3 a obr. 4.

Najviac mužov s normálnou hmotnosťou fajčí 4-6 rokov, u žien s normálnou hmotnosťou nie sú výrazné rozdiely vzhľadom k tomu, že fajčiarky s normálnou hmotnosťou tvoria minimálne množstvo.



Obr. 3 Dĺžka fajčenia u respondentov s normálnou hmotnosťou

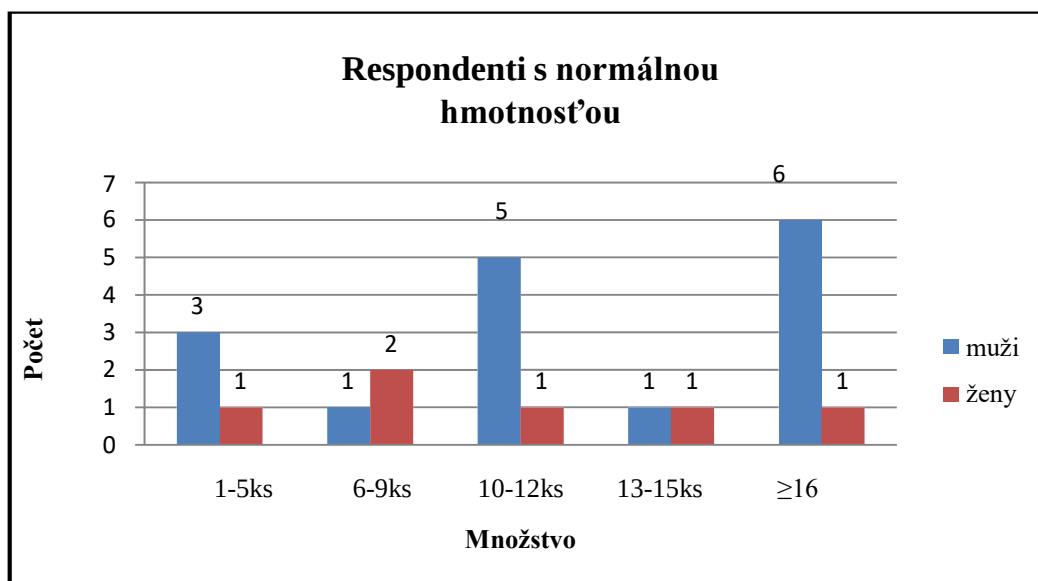
Obr. 4 znázorňuje dĺžku fajčenia u obéznych respondentov alebo u respondentov s nadhmotnosťou. Najviac mužov aj žien z tejto kategórie fajčí viac ako 15 rokov.



Obr. 4 Dĺžka fajčenia v rokoch u respondentov s nadhmotnosťou a obezitou

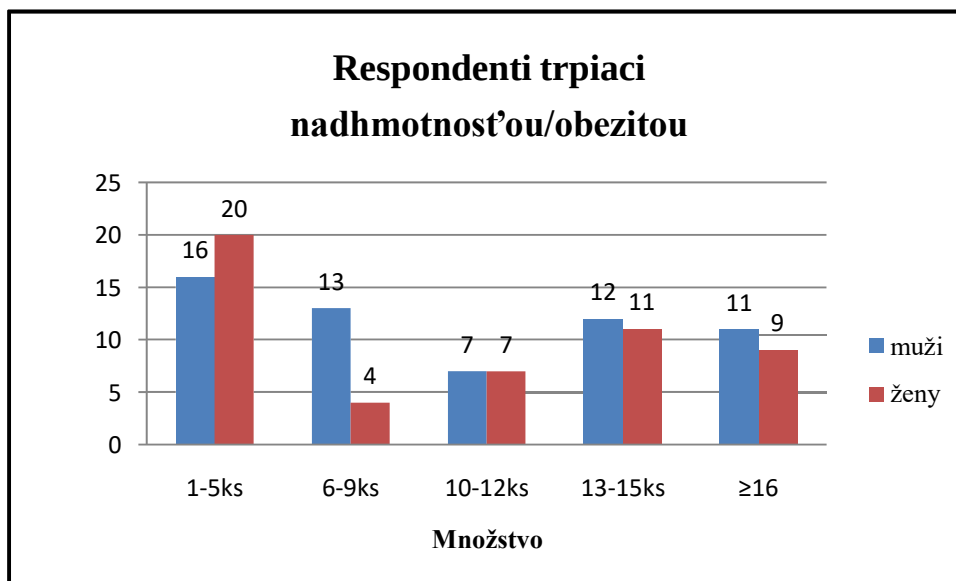
U respondentov sme tiež zisťovali množstvo vyfajčených cigariet, ktoré uvádzajú obr. 5 a obr. 6.

Najviac mužov $n = 6$ s normálnou hmotnosťou vyfajčí denne viac ako 16 cigariet. U žien opäť nie sú zaznamenané výrazné rozdiely, vzhľadom k tomu, že z tejto skupiny žien fajčí menší počet žien.



Obr. 5 Množstvo vyfajčených cigariet u respondentov s normálnou hmotnosťou

V skupinách s respondentmi s obezitou a nadhmotnosťou najviac vyfajčí denne 1-5 cigariet mužov (n = 16) aj žien (n = 20). Viac ako 16 cigariet denne vyfajčí 11 mužov a 9 žien.



Obr. 6 Množstvo vyfajčených cigariet u respondentov s nadhmotnosťou a obezitou

ZÁVER

V sledovanej populácii sme sledovali výskyt vybraných faktorov životného štýlu ako frekvenciu konzumácie alkoholu, pohybovú aktivitu, fajčenie, dĺžku spánku. Vzhľadom na vyšší výskyt ľudí s nadhmotnosťou a obezitou sme sledovaný súbor rozdelili do štyroch skupín a porovnávali odpovede respondentov v rámci skupín.

Vo všeobecnosti môžeme konštatovať, že vo väčšine ukazovateľov bol výskyt rizikových faktorov životného štýlu vyšší v skupine obéznych respondentov a respondentov s nadhmotnosťou.

Vzhľadom k tomu, že uvedené rizikové faktory zaraďujeme medzi ovplyvniteľné rizikové faktory je vhodné už od detstva propagovať zdravý životný štýl s dostatočným množstvom spánku a pohybovej aktivity.

Podakovanie: 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. BECCUTI, G. - PANNAIN, S. 2011. Sleep and obesity. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2011;14(4):402-412. doi: 10.1097/MCO.0b013e3283479109
2. CALLE, E.E. - THUN, M.J. - PETRELLI, J.M. - RODRIGUEZ, C. 1999. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *Engl J Med.* 1999; 341(15):1097-105. doi: 10.1056/NEJM199910073411501.
3. DARE, S. - MACKAY, D.F. - PELL, J.P. 2015. Relationship between Smoking and Obesity: A Cross-Sectional Study of 499,504 Middle-Aged Adults in the UK General Population. *PLoS One* 2015; 10(4):e0123579. doi: 10.1371/journal.pone.0123579

4. DOLL, R. - PETO, R. – BOREHAM, J. – SUTHERLAND, I. 2004. Mortality in relation to smoking: 50 years' observations on male British doctors. *BMJ* 2004; 328(7455):1519. <https://doi.org/10.1136/bmj.38142.554479>
5. IKONOMIDIS, I. – LEKAKIS, J. – VAMVAKOU, G. – ANDREOTTI, F. - NIHOYANNOPOULOS. 2005. Cigarette smoking is associated with increased circulating proinflammatory and procoagulant markers in patients with chronic coronary artery disease. *Heart* 2005;149(5):832- 839. doi: 10.1016/j.ahj.2004.08.030
6. KELLY, T. – YANG, W. - CHEN, CS. - REYNOLDS, K. - HE, J. 2008. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *Int J Obes (Lond)* 2008;32(9):1431-7. doi: 10.1038/ijo.2008.102
7. KIM, B.Y. – CHOI, D.H. – JUNG, CH.H. – KANG, S.K. – MOK, J.O. – KIM, CH.Y. 2017. Obesity and Physical Activity. *J Obes Metab Syndr.* 2017;26(1):15–22. doi: 10.7570/jomes.2017.26.1.15
8. KNUTSON, KL. 2010. Sleep duration and cardiometabolic risk: a review of the epidemiologic evidence. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2010;24:731–743. doi: 10.1016/j.beem.2010.07.001.
9. KUJANÍK, Š.- SNINČÁK, M. 2008. *Životospráva a kardiovaskulárne ochorenia*. Košice: Aprilla s.r.o., 140 s. ISBN 978-80-89346-11-0.
10. MARKO, P. 2013. Terapia obezity v praxi všeobecného lekára pre dospelých. *Via pract.* 2013;10(2):69-74.
11. MORSELLI, L. - LEPROULT, R. - BALBO, M. - SPIEGEL, K. 2010. Role of sleep duration in the regulation of glucose metabolism and appetite. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2010;24:687–702. doi: 10.1016/j.beem.2010.07.005
12. MUST, A. – SPADANO, J. – COAKLEY, E.H. - FIELD, A.E. - COLDITZ, G. - DIETZ, W.H. 1999. The disease burden associated with overweight and obesity. *JAMA* 1999; 282(16):1523-9. doi: 10.1001/jama.282.16.1523.
13. NUTALL, F.Q. 2015. Body Mass Index. *Nutr. Today* 2015;50(3):117-128. doi:10.1097/NT.0000000000000092.
14. OTT, A. – ANDERSEN, K. – DEWEY, M.E. – LETTENEUR, L. – BRAYNE, C. – COPELAND, J.R.M. – DARTIGUES, J. F. – GRAGH-SORENSEN, P. – LOBO, A. – MARTINEZ-LAGE, J.M. – STIJNEN, T. – HOFMAN, A. – LAUNER, - L.J. 2004. Effect of smoking on global cognitive function in nondemented elderly. *Neurology* 2004; 62(6):920-924 doi: 10.1212/01.wnl.0000115110.35610.80
15. SCARBOROUGH, P. – BHATNAGAR, P. – WICKRAMASINGHE, K.K. – ALLENDER, S. – FOSTER, CH. – RAYNER, M. 2011. The economic burden of ill health due to diet, physical inactivity, smoking, alcohol and obesity in the UK: an update to 2006–07 NHS costs. *Journal of Public Health* 2011; 33(4):527–535. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdr033>
16. STENHOLM, S. – PULAKKA, A. – KAWACHI, I. – OKSANEN, T. – HALONEN, J.I. – AALTO, V. – KIVIMÄKI, M. – VAHTERA, J. 2016. Changes in physical activity during transition to retirement: a cohort study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2016;13:51. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0375-9>
17. TRAVERSY, G. – CHAPUT, J.P. 2015. Alcohol Consumption and Obesity: An Update. *Curr Obes Rep.* 2015; 4(1):122–130. doi: 10.1007/s13679-014-0129-4
18. WEIR, C.B. – JAN, A. 2021. BMI Classification Percentile And Cut Off Points. *StatPearls*; 2021. Dostupné na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541070/>

Kontaktná adresa

Ing. Mária Holovičová, PhD., Výskumné centrum AgroBioTech SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: maria.holovicova@uniag.sk

VÝSKYT VYBRANÝCH RIZIKOVÝCH FAKTOROV OBEZITY V SLEDOVANEJ POPULÁCI

OCCURRENCE OF SELECTED RISK FACTORS OF OBESITY IN THE MONITORED POPULATION

Holovičová Mária¹, Habánová Marta², Lorková Marta¹, Súľovcová Veronika²

¹Výskumné centrum AgroBioTech, SPU v Nitre

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

Summary

The aim of the research was to evaluate the risk factors for the development of overweight/obesity in the population of respondents aged 40-50 years. In the research were included 263 individuals, of which 147 were women and 116 were men. In the monitored population, 129 women - 87.75%, 76 men - 65.51% had overweight/obesity. We consider risk factors to be the main cause of the onset and development of overweight/obesity, namely the frequency of food intake, frequency of intake selected food, drinking regim, alcohol intake and others. According to our findings, the most respondents eat more than 5 times a day. Alcohol intake was confirmed by 99 men and 57 women. Fruit and vegetable consumption was low among respondents, only 57 men and 28 women intake more than 5 portions during day. The occurrence of risk factors that play a significant role in the development of overweight and obesity was more common in the population with higher BMI. Given that obesity is a significant risk factor for a number of other diseases, its primary prevention is very important, focusing on a proper diet with a balanced energy balance and sufficient physical activity.

Key words: overweight/obesity, risk factor, diet, lifestyle

ÚVOD

Obezita je chronické progresívne ochorenie, pre ktoré je charakteristická akumulácia tuku s mnohopočetnými špecifickými patologickými následkami v orgánoch. Na svete je najčastejším a najrozšírenejším chronickým metabolickým ochorením, postihuje všetky vekové kategórie vrátane detí, bez rozdielu pohlavia. Obezita sa zaraďuje medzi chronické ochorenia, ktoré vzniklo vplyvom multifaktorového pôsobenia. Jej výskyt je v hrozivom a stále väčšom rozsahu. Stala sa celosvetovou pandémiou, v súčasnosti je považovaná za najvýznamnejšiu hrozbu zdravotného stavu celej populácie (Krahulec, 2005; Mikeš, 2005). S obezitou sa spája rad pridružených ochorení a to: kardiovaskulárne ochorenia, diabetes melitus typu 2, hypertenzia, niektoré druhy rakoviny, poruchy spánku a poruchy dýchania, astmy, ochorenie žlčníka, osteoartritída a chronické bolesti chrbta. V skutočnosti je obezita nezávislým rizikovým faktorom pre KVO, ktorý sa vyskytuje nielen u dospelých ale aj u detí (Poirier et al., 2006). Obezitou sa zhoršuje kvalita života, významne sa zvyšuje chorobnosť a úmrtnosť. Skracuje očakávanú dĺžku života, hlavne ak sa vyskytuje v mladom veku (Fontaine et al., 2003). Prevalencia obezity a nadhmotnosti neustále stúpa a posledné štúdie dokazujú, že obezita nadobudla rozmery epidémie. V Spojených štátoch Amerických je až jedna tretina dospelaj populácie obézna (Lavie et al., 2016). Nadhmotnosť a obezita majú mnoho nežiaducich účinkov. Vplyvom obezity sa nadmerne ukladá tukové tkanivo v srdci a tým dochádza k zmene v srdcovej štruktúre. Obezitou sa zvyšuje objem krvi, tepový objem a srdcový výdaj, čo vedie k zvýšenému srdcovému výkonu. Dôsledkom obezity je tiež dilatácia a hypertrofia ľavej srdcovej komory (Alpert et al., 2014; Alpert et al., 2016). Na posúdenie primeranej hmotnosti tela sa v súčasnosti používa hmotnostný telový index – BMI index

(body mass index) BMI = hmotnosť/výška². U dospelého človeka sa normálne hodnoty BMI pohybujú v rozpätí 20-25, nadhmotnosť v rozpätí 25,1-29,9, obezitu znamenajú hodnoty nad 30 (Nuttall, 2015). Osoby u ktorých je BMI v rozmedzí 18,5- 24,9 môžeme považovať za „zdravé“, u osôb s BMI je „zvýšené riziko“ výskytu ochorení, hodnoty BMI nad 30 a viac poukazujú na „stredná až vysoké“ riziko ochorení. Viaceré klinické a epidemiologické štúdie dokazujú úzky vzťah abdominálnej obezity k rozvoju kardiometabolických rizikových faktorov (Bonora, 2006). Pre abdominálnu (centrálnu) obezitu je typické hromadenie viscerálneho tuku, ktorý hrá dôležitú úlohu pri vzniku kardiovaskulárnych a metabolických ochorení (Marko, 2013).

Na zvyšovanie osvedčenia o obezite sa vynakladajú finančné prostriedky, organizujú sa programy pre zdravie (rozhýb svoje srdce a iné). Obezita postihuje 10 – 25 % mužov a 10 – 30 % žien v Európe. Obezita spoločne s nadhmotnosťou postihuje približne 50 % Európanov, vo väčšom množstve mužov. Tento trend je dôsledok zmien v socio - kultúrnych sférach (Svačina, 2013).

MATERIÁL A METÓDY

U 263 respondentov vo veku 40-50 rokov sme sledovali životný štýl, z toho 116 mužov s priemerným vekom 45,48 rokov a 147 žien s priemerným vekom 44 rokov z okresu Nitra a Banská Štiavnica. Hmotnosť respondentov bola od 50 kg do 100 kg a viac ako 100 kg.

Na zistenie údajov sme zostavili dotazník, ktorý bol zložený z 29 otázok. Dotazník bol anonymný. Otázky boli položené formou uzatvorených možností odpovedí, kde mal respondent na otázku možnosť výberu odpovede a otvorených odpovedí, do ktorých respondent správnu odpoveď vpísal. Otázky sa dajú rozčleniť do viacerých sfér, medzi ktoré patria osobné údaje o jedincovi: pohlavie, vek, hmotnosť, výška, zdravotný stav; životný štýl: fajčenie, alkohol, pitný režim, stravovanie, spánok, šport. Návrh dotazníka bola 100 %. V našom výskume sme vyhodnotili otázky týkajúce sa chorôb respondentov, stravovania a pitného režimu. Všetky výsledky sme spracovali pomocou Microsoft Office Excelu v tabuľkovej alebo grafickej podobe. Výsledky sú udávané v absolútnych číslach a v percentách.

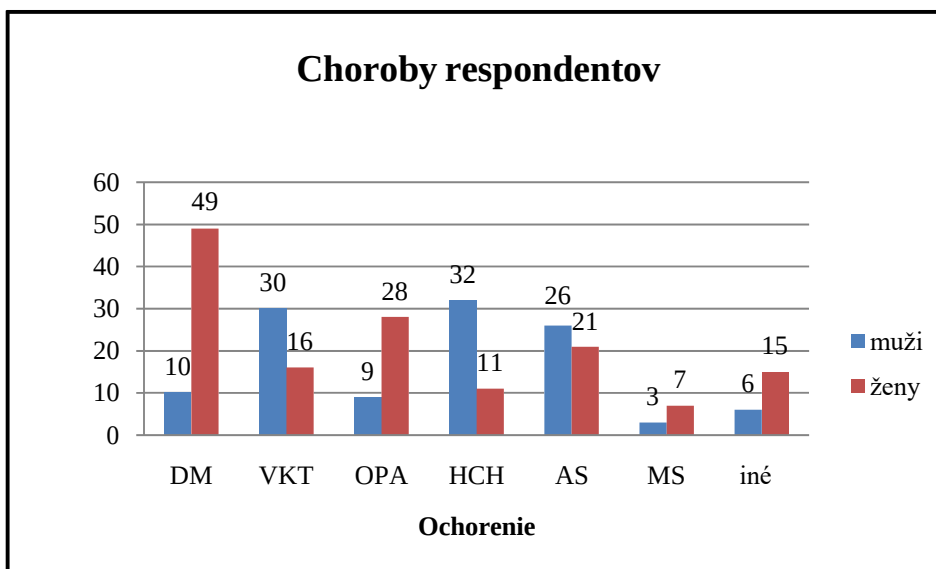
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Zo 116 sledovaných mužov trpelo 76 mužov (65,52 %) nadhmotnosťou/obezitou a 40 (34,48 %) mužov malo normálnu hmotnosť. Zo 147 sledovaných žien bolo 129 (87,75 %) trpiacich nadhmotnosťou/obezitou a 18 (12,25 %) žien bolo s normálnou hmotnosťou. Podľa Barnetta (2017) takmer tretina populácie žijúcej na svete, trpí obezitou. Súčasne zistil, že ani jedna krajina v roku 2016 nezaznamenala významný pokles obezity, každému je jasné aká vážna situácia nastala. Podľa Žitňanovej (2009) majú ženy väčšiu perspektívu, že budú priberať, hlavne v období klimakteria (medzi 45 – 55 vekom). Dôvodom je chýbajúci estrogén v tele ženy, ktorý sa postupne menej a menej tvorí v gonádach a ovplyvňuje rad metabolických dejov v tele.

V sledovanej populácii sme zistili, že zo 116 mužov má iba 19 mužov základné vzdelanie, 70 mužov má ukončené stredné vzdelanie, a 27 mužov má ukončené vysokoškolské vzdelanie. Zo 147 zapojených žien má iba 11 žien základné ukončené vzdelanie, 97 žien má stredoškolské ukončené vzdelanie a 39 žien má vysokoškolské vzdelanie.

Choroby respondentov

Najviac žien trpelo na ochorenie *diabetes mellitus* (DM) (49), pričom všetky ženy mali nadhmotnosť/obezitu a z mužov bolo 10 s ochorením *diabetes mellitus*, ktorí trpeli nadhmotnosťou/obezitou. Hypertenziou (VKT) boli ohrození najmä muži v počte až 30 zo všetkých respondentov z toho 21 mužov trpelo nadhmotnosťou/obezitou a žien bolo 16 s hypertenziou a taktiež trpeli nadhmotnosťou/obezitou. Tretie ochorenie bolo ochorenie pohybového aparátu (OPA) a tu bolo zastúpenie žien vyššie, a síce až 28 žien trpí na toto ochorenie a má nadhmotnosť/obezitu a 9 mužov z toho 4 muži trpeli nadhmotnosťou/obezitou. Hypercholesterolémia (HCH) bola zastúpená najmä u mužov, 32 respondentov, ktorí trpeli nadhmotnosťou/obezitou a žien bolo 11 z toho len 1 žena trpela nadhmotnosťou/obezitou. Na aterosklerózu (AS) trpelo 26 mužov z toho 6 muži trpeli nadhmotnosťou/obezitou a 21 žien, ktoré trpeli nadhmotnosťou/obezitou. Metabolický syndróm (MS) mali diagnostikovaní 3 muži s nadhmotnosťou/obezitou a 7 žien s nadhmotnosťou/obezitou. Ďalšími ochoreniami (uvedenými ako iné) trpelo 6 zúčastnených mužov a 15 žien z toho 7 malo nadhmotnosť/obezitu. Presné zastúpenie jednotlivých ochorení vyjadruje obrázok 1.



Obr. 1 Choroby respondentov

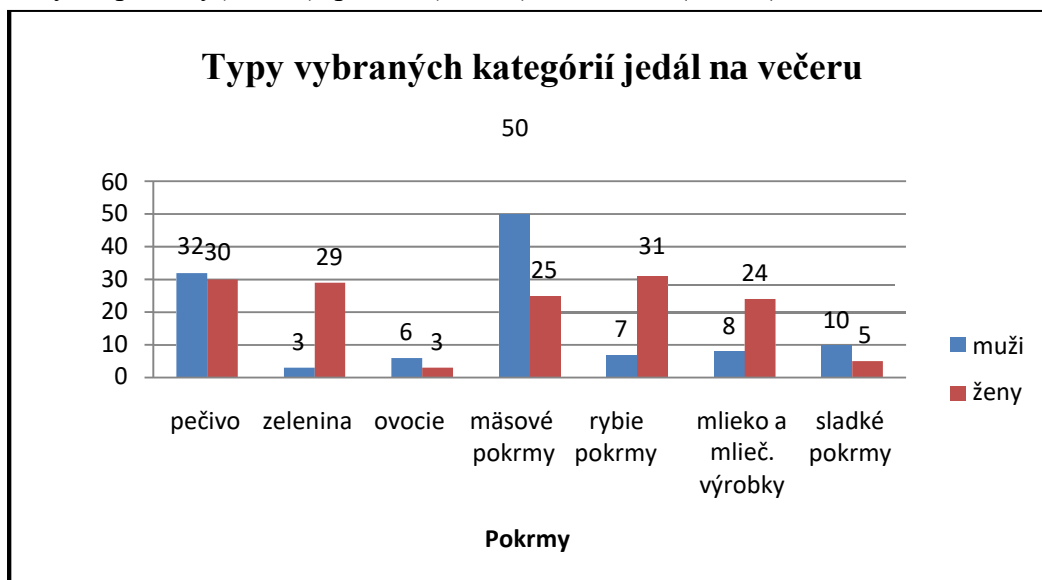
Životný štýl a stravovacie zvyklosti respondentov

Respondentom boli položené otázky ohľadom životného štýlu a stravovacích zvyklostí. Tab. 1 znázorňuje výsledky ohľadom frekvencie príjmu jedla a času posledného pokrmu. Odporúčaný príjem stravy je päť až šesťkrát denne (Kopčeková et al., 2015). Distribúcia celodenného príjmu energie do najmenej piatich jedál je vhodným opatrením na prevenciu porúch metabolizmu lipidov a obezity, pretože sa zistilo, že ľudia s nízkym množstvom dávok potravy denne mali zvýšenú koncentráciu celkového cholesterolu v krvi, vyššiu prevalenciu obezity a KVO (Jurkovičová, 2005). V našom súbore frekvenciu 5-krát a viac uviedlo 60 mužov a 89 žien, čo je predstavuje najviac prijímaných dávok jedla počas dňa. Načasovanie jedla môže byť rozhodujúce pri akumulácii a mobilizácii tukov a môže ovplyvniť účinnosť opatrení na chudnutie. Neskoré jedenie hlavného jedla (po 15:00) predpovedá ťažkosti s chudnutím. Okrem toho môže byť dôležitým faktorom rozloženie príjmu energie medzi jedlami (Lopes-Mingues et al., 2019). V sledovanom súbore konzumujú jedlá po 17tej hodine všetci respondenti.

Tab. 1 Frekvencia príjmu jedla, čas posledného príjmu pokrmu, príjem raňajok

Frekvencia príjmu jedla	Muži (n)	Ženy (n)
2-3 denne	19	35
4-5 denne	37	23
5 a viac	60	89
Čas posledného príjmu pokrmu		
17 hod	16	21
18 hod	23	22
19 hod	19	28
19 hod a viac	58	76
Príjem raňajok		
Áno	75	96
nie	41	51

Obrázok 2 znázorňuje príjem vybraných kategórií jedál na večeru. U mužov sa najviac konzumujú mäsové výrobky (n = 50), v skupine žien patrí medzi najčastejšiu konzumáciu na večeru rybie pokrmy (n = 31), pečivo (n = 30) a zelenina (n = 29).



Obr. 2 Príjem jednotlivých kategórií jedál na večeru

Ovocie a zelenina môžu hrať dôležitú úlohu pri diétnych stratégiách pre riadenie hmotnosti a prevencie obezity (Tohill et al., 2004). Pérez (2002) sledoval súvislosť medzi frekvenciou konzumácie ovocia a zeleniny a BMI, pričom zistil, že muži s normálnou hmotnosťou konzumovali ovocie a zeleninu častejšie ako obézni muži. Naopak ženy, ktoré mali nadhmotnosť alebo boli obézne konzumovali ovocie a zeleninu častejšie. Viaceré štúdie (Serdula et al., 1996, Bazzano, 2006) uvádzajú častejšiu frekvenciu konzumácie ovocia a zeleniny u ľudí s normálnou hmotnosťou v porovnaní s obéznymi. V našom súbore je konzumácia ovocia a zeleniny nízka – viac ako 5 porcií denne konzumuje len 57 mužov a 28 žien.

Kopčeková a Šramková (2005) zisťovali frekvenciu konzumácie rýb u obyvateľov Slovenskej republiky z piatich krajov. Konzumácia rýb je na Slovensku nízka, veľa osôb konzumuje ryby iba príležitostne prípadne 2-krát mesačne. Zistili preukazné rozdiely v počte osôb, ktoré konzumujú ryby 1-krát týždenne a viac a ostatnými, ktorí konzumujú ryby s nižšou frekvenciou. Okrem podpory celkového zdravého životného štýlu, výživové

odporúčania uvádzajú konzumovať ryby aspoň dvakrát týždenne, pretože sa ukázalo, že ide o inverznú asociáciu s rizikom rozvoja KVO, ktorá je podporovaná niekoľkými metaanalýzami (Bonaccio et al., 2017). Konzumácia rýb je spojená s nižším rizikom vzniku kardiovaskulárnych chorôb, najmä koronárnej srdcovej choroby, infarktu myokardu a nižším rizikom rozvoja KVO u bežnej populácie (Innes a Calder, 2020). Konzumácia 250 mg denne kyseliny eikosapentaénovej a dokosaheptaénovej z rýb je spojená s 36 % nižšou úmrtnosťou na KVO (Mozaffarian, 2008).

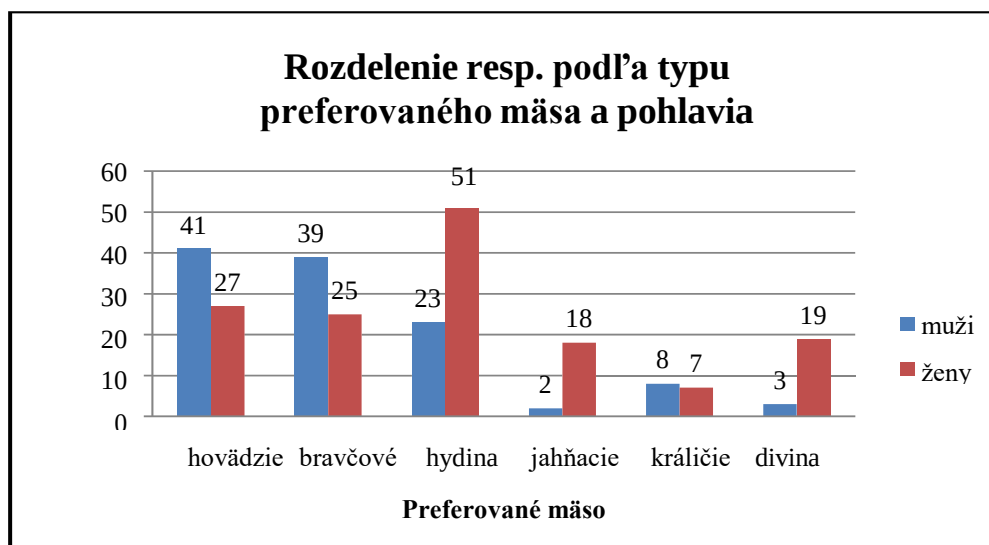
V našom sledovanom súbore je konzumácia rýb pomerne dostatočná, aspoň jedenkrát týždenne konzumuje ryby 69 mužov a 83 žien. Viac ako 3 porcie týždenne rýb konzumuje 13 mužov a 12 žien.

U respondentov sme tiež zisťovali frekvenciu príjmu mäsa, až 73 mužov a 49 žien konzumuje viac ako 5-krát týždenne mäso. Mäso má vysoký obsah energie a tuku, a preto môže byť spojené s vyšším rizikom obezity. Zistené sú tiež pozitívne asociácie medzi konzumáciou mäsa a BMI, obvodom pásu, obezitou a centrálnou obezitou (Wang et al., 2009).

Tab. 2 Frekvencia konzumácie ovocia a zeleniny, príjem rýb, frekvencia príjmu mäsa

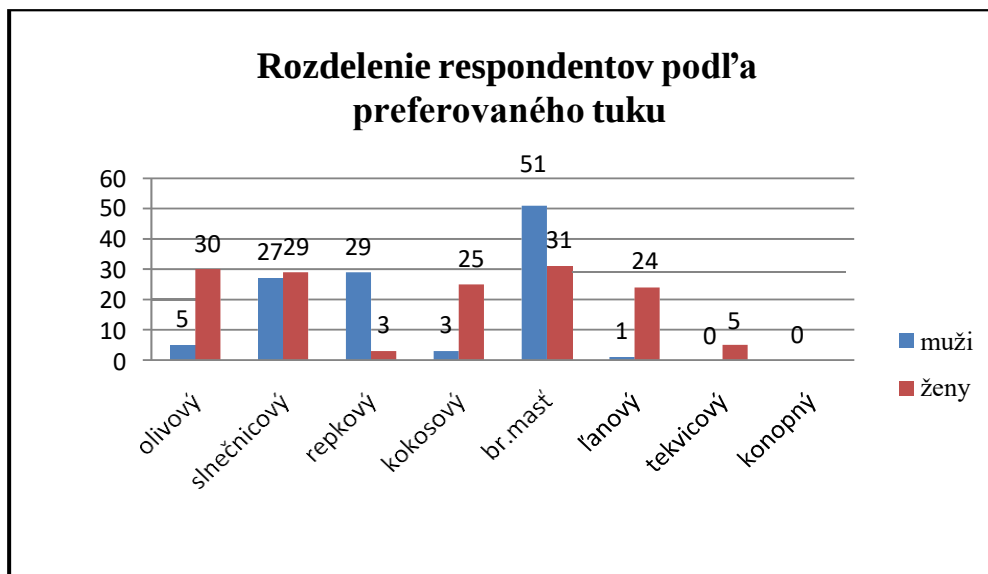
Príjem ovocia a zeleniny	Muži (n)	Ženy (n)
1-2 porcie	53	41
3-4 porcie	56	78
Viac ako 5 porcií	57	28
Frekvencia príjmu rýb		
1-krát týždenne	69	83
2-3-krát týždenne	34	52
Viac ako 3-krát týždenne	13	12
Frekvencia príjmu mäsa		
1-2-krát týždenne	18	29
3-4-krát týždenne	25	69
5 a viackrát týždenne	73	49

Obrázok 3 znázorňuje preferovaný typ mäsa, u žien je to jednoznačne hydinové mäso, u mužov hovädzie mäso.



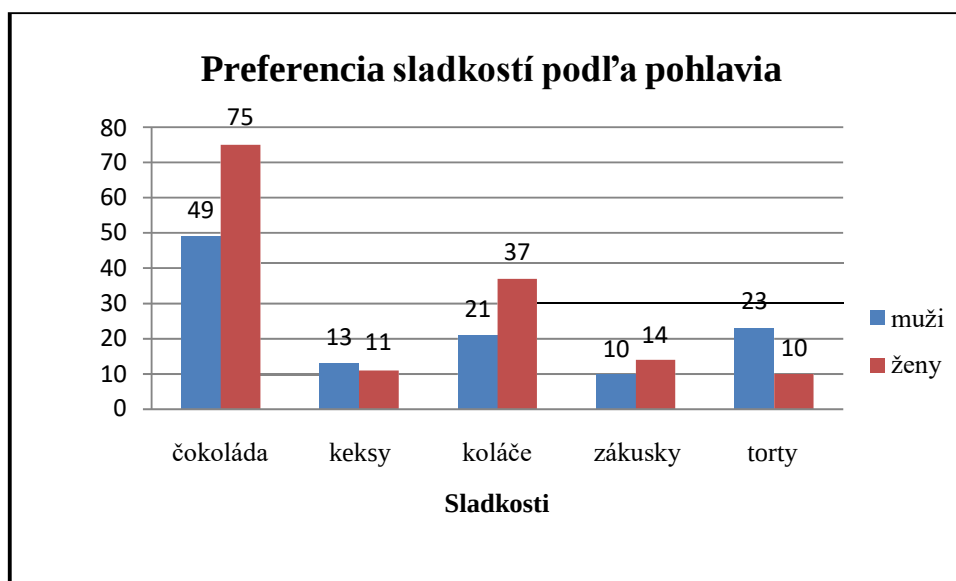
Obr. 3 Preferovaný typ mäsa

U respondentov sme tiež zisťovali preferenciu najčastejšie používaného tuku. Najpoužívanším tukom u mužov (n = 51) aj žien je bravčová masť (n = 31).



Obr. 4 Preferovaný typ tuku

Vo vybranej skupine sme tiež zisťovali preferenciu sladkostí. Najviac preferovanou sladkosťou je čokoláda.



Obr. 5 Preferovaný typ sladkostí

Pitný režim

Tab. 3 znázorňuje množstvo prijatých tekutín u respondentov. Až 87 mužov a 64 žien prijíma len 1-1,5 l tekutín denne.

Voda je pre život nevyhnutná. Bez vody môžu ľudia prežiť iba niekoľko dní. Ľudské telo obsahuje od 75% telesnej hmotnosti u dojčiat po 55% u starších ľudí, voda je nevyhnutná pre bunkovú homeostázu a život (Nicolaidis, 1998). Až 87 mužov prijíma len 1-1,5l tekutín

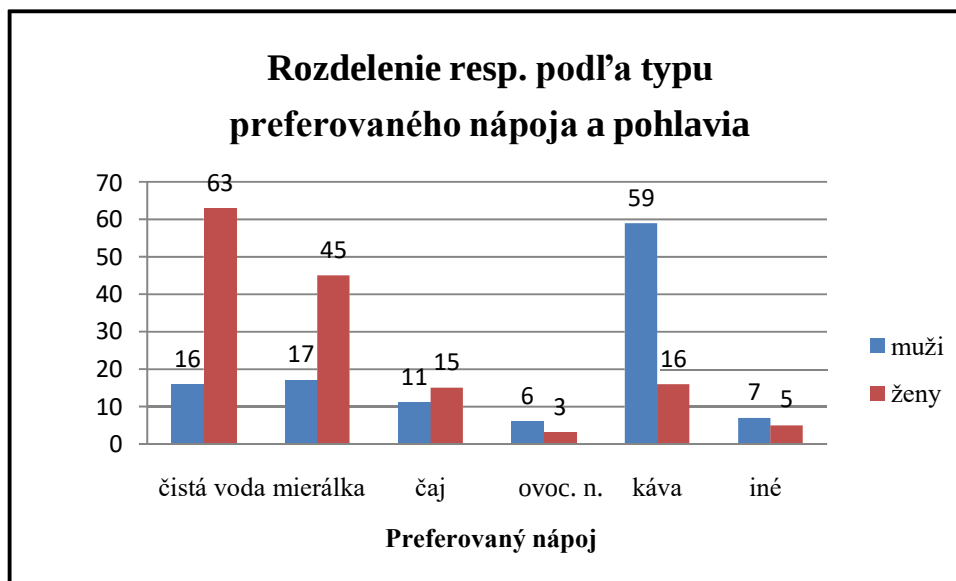
Podľa Sadílkovej (2015) za nadváhou/obezitou stojí vo veľkej miere požívanie alkoholu. Vysvetľuje, že je rozdiel medzi pitím vína a tvrdého alkoholu. Sacharidy obsiahnuté v alkohole sú označované ako prázdna energia, vďaka ktorej jedinec priberá na hmotnosti.

Zistili sme, že naši respondenti (vo väčšom zastúpení muži) prijímajú alkohol aj napriek zdravotným komplikáciám a nemienia sa ho vzdať, hoci by to mohlo prispieť k zlepšeniu ich zdravotného stavu.

Tab. 3 Množstvo prijatých tekutín, príjem alkoholu u respondentov

Množstvo prijatých tekutín	Muži (n)	Ženy (n)
1-1,5 l denne	87	64
1,6-2 l denne	13	69
Viac ako 2,1 l denne	16	14
Príjem alkoholu počas týždňa		
1-2-krát týždenne	33	35
3-4-krát týždenne	57	19
5 a viackrát týždenne	9	3

Obr. 6 znázorňuje preferenciu prijatých nápojov. U žien je to čistá voda (n = 63), u mužov je to káva (n = 59).



Obr. 6 Preferované nápoje

ZÁVER

Vo vybranej populácii sme sledovali výskyt vybraných rizikových faktorov obezity. Výskyt obezity je celosvetovo veľmi vysoký, podobne v našej sledovanej populácii, kde malo nadhmotnosť/obezitu 65,25 % mužov a až 75,85 % žien. Z odpovedí našich respondentov sme zistili vysoký výskyt vybraných rizikových faktorov obezity ako sú napríklad ochorenia, frekvencia príjmu potravy, konzumácia mäsa, sladkostí, či konzumácia alkoholu.

Vzhľadom na vysoký výskyt nadhmotnosti a obezity v populácii je potrebné už od útleho detstva preferovať zdravý životný štýl, čím sa aspoň čiastočne dokáže predchádzať vzniku nadhmotnosti a obezity a s nimi spojenými ochoreniami, či zdravotnými komplikáciami.

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. ALPERT, M. – OMRAM, J. – MEHRA, A. – ARDHANARI, S. 2014. Impact of obesity and weight loss on cardiac performance and morphology in adults. *Cardiol* 2014;56: 391-400. doi: 10.1016/j.pcad.2013.09.003
2. ALPERT, M. A. – LAVIE, C.J. – AGRAWAL, L. – KUMAR, A. – KUMAR, S.A. 2016. Cardiac Effects of Obesity: Pathophysiologic, Clinical, And Prognostic Consequences-A Review. *Cardiol* 2016;36:1-11. Doi: 10.1097/HCR.0000000000000147
3. BARNETT, Richard. 2017. Obesity. *The Lancet* 2017;389(10069):591.
4. BAZZANO, L. 2006. The High Cost of Not Consuming Fruits and Vegetables. *A. Diet. Assoc.* 1996;106(9):1364-1368.
5. BONACCIO, M. – RUGGIERO, E. – DI CASTELNUOVO, A. – COSTANZO, S. – PERSICILLO, M. – CURTIS, A. – CERLETTI, C. – DONATI, B. – GAETANO, G. – LACOVIELLO, L. 2017. Fish intake is associated with lower cardiovascular risk in a Mediterranean population: Prospective results from the Moli-sani study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2017 Oct;27(10):865-873. doi: 10.1016/j.numecd.2017.08.004
6. BONORA, E. 2006. The metabolic syndrome and cardiovascular disease. *Medline* 2006; 38(1):64-80. doi: 10.1080/07853890500401234
7. FONTAINE, K.R. – REDDEN, D.T. – WANG, CH. – WESTFALL, A.O. – ALLISON, D.B. 2003. Years of life lost due to obesity. *JAMA* 2003;289(2):187–193. doi: 10.1001/jama.289.2.187
8. INNES, J.C. – CALDER, P.C. 2020. Marine Omega-3 (N-3) Fatty Acids for Cardiovascular Health: An Update for 2020. *Int J Mol Sci.* 2020;21(4):1362 doi: 10.3390/ijms21041362
9. JURKOVIČOVÁ, J. 2005. *Vieme zdravo žiť?*. Bratislava: Linwe, s.r.o., 165s. ISBN978-80-8097-020-8
10. KOPČEKOVÁ, J. – LORKOVÁ, M. – HABÁNOVÁ, M. – CHLEBO, P. – FERENČÍKOVÁ, Z. – CHLEBOVÁ, Z. 2015. The occurrence of risk factors of cardiovascular diseases and the effect of selected dietary habits on the lipid profile and body mass index. *Potravinárstvo* 2015;9(1):330-336. doi: <https://doi.org/10.5219/491>
11. KOPČEKOVÁ, J. – ŠRAMKOVÁ, K. 2005. Stravovacie zvyklosti osôb vyššieho veku na Slovensku. *Výživa a zdraví* 2005. Ústí nad Labem: Krajská hygienická stanice Ústeckého kraje se sídlem v Ústí nad Labem, s. 77-85.
12. KRAHULEC, B. 2005. Obezita a niektoré faktory prostrediapodporujúce vznik metabolického syndromu. *Cardiol* 2005;14(4):161-165. http://www.cardiology.sk/casopis/405/pdf/04_rev_art.pdf.
13. LAVIE, C. – MCAULEY, P.A. – CHURCH, T.S. – MILANI, R.V. – BLAIR, S.N. 2016. Obesity and cardiovascular diseases: implications regarding fitness, fatness, and severity in the obesity paradox. *Cardiol* 2016;15(63):1345-1354. doi: 10.1016/j.jacc.2014.01.022
14. LOPES-MINGUES, J. – GÓMEZ-ABELLÁN, GARAULET, M. 2019. Timing of Breakfast, Lunch, and Dinner. Effects on Obesity and Metabolic Risk. *Nutrients* 2019;11(11):2624. doi: 10.3390/nu11112624.
15. MIKEŠ, Z. 2005. Metabolický syndróm X a ischemická choroba srdca. *Cardiol* 2005;14(4):231-235.

16. MOZAFFARIAN, D. 2008. Fish, mercury, selenium and cardiovascular risk: current evidence and unanswered questions. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2008;6:1894-1916.
17. NICOLAIDIS S. 1998. Physiology of thirst. *Hydration Throughout Life*. Montrouge: John Libbey Eurotext 1998;247.
18. NIHOYANNOPOULOS. 2005. Cigarette smoking is associated with increased circulating proinflammatory and procoagulant markers in patients with chronic coronary artery disease. *Heart* 2005;149(5):832- 839. doi: 10.1016/j.ahj.2004.08.030
19. NUTTALL, F.Q. 2015. Body Mass Index. *Nutr. Today* 2015;50(3):117-128. doi: 10.1097/NT.0000000000000092.
20. PERÉZ, C. 2002. Fruit and vegetable consumption. *Health reports* 2002;13(3):23-31.
21. POIRIER, P. 2006. Obesity and Cardiovascular Disease: Pathophysiology, Evaluation, and Effect of Weight Loss. *Circulation* 2006;113(113):898-918.
22. SADÍLKOVÁ, A. 2015. Alkohol a obezita. *Obesity NEWS*. [online] Dostupné na: <http://www.obesity-news.cz/?pg=clanek&id=759>.
23. SERDULA, M.K. – BYERS, T. – MOKDAD, A.H. 1996. The association between fruit and vegetable intake and chronic disease risk factors. *Epidemiology* 1996;7(2):161-165.
24. SVAČINA, Š. 2013. *Obezitologie a teorie metabolického syndromu*. Triton. 290 s. ISBN: 978-80-7387-678-4
25. TOHILL, B.C. – SEYMOUR, J. – SERDULA, M. – KETTLE-KHAN, L. – ROLLS, B.J. 2004. What epidemiologic studies tell us about the relationship between fruit and vegetable consumption and body weight. *Nutr. Rev.* 2004;62:365-374.
26. WANG, Y. – BEYDOUN, M.A. 2009. Meat consumption is associated with obesity and central obesity among US adults. *International Journal of Obesity* 2009;33:621-628. doi: doi.org/10.1038/ijo.2009.45
27. ŽITŇANOVÁ, I. 2009. Alternatívna liečba príznakov klimaktéria. *Lek Obz* 2009;7-8. Dostupné na: <https://www.lekarsky.herba.sk/index.php/archiv/lekarsky-obzor-2009/50-lekarsky-obzor-7-8-2009/66-alternativna-liecba-priznakov-klimakteria>

Kontaktná adresa

Ing. Mária Holovičová, PhD., Výskumné centrum AgroBioTech SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: maria.holovicova@uniag.sk

HODNOTENIE OBSAHU CELKOVÉHO GLUKÁNU VO VYBRANÝCH VZORKÁCH HLIVY USTRICOVITEJ (*Pleurotus ostreatus*) THE EVALUATION OF TOTAL GLUCAN CONTENT IN SELECTED SAMPLES OF DIFFERENT STRAINS OF OYSTER MUSHROOM (*Pleurotus ostreatus*)

Chlebová Zuzana¹, Golian Marcel², Chlebo Peter³, Štefániková Jana¹, Hovaňáková Lucia^{4,5}, Valková Veronika¹, Tirpáková Mária¹, Fialková Veronika¹, Ďúranová Hana¹, Adamec Samuel¹

¹Výskumné centrum AgroBioTech, SPU v Nitre

²Ústav záhradníctva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, SPU v Nitre

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

⁴DIMENZIA spol. s r.o., Štúrova 33, 060 01 Kežmarok, Slovenská republika

⁵Ústav rastlinných a environmentálnych vied, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

Summary

The main aim of our study was to determine the content of total glucans in the samples of various strains of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) based on the analyzes and at the same time to determine the content of total glucan in individual parts of the fungus. A total of 10 samples (n = 10) were analyzed in the study. The samples used in the analyzes were different strains of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). To the evaluation of the total glucans was used enzymatic analytical kit. Based on the measured data, it was found that the average value of total glucans in the samples of oyster mushroom stalks was $51.46 \pm 3.36\%$ (min = 46.91%, max = 56.32%). The average value of total glucans in oyster mushroom caps samples was $33.09 \pm 6.56\%$ (min = 24.34%, max = 45.92%). By comparing the measured results, it was determined statistically significant difference ($p < 0.05$) between the distribution of total glucan content of the selected strains of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). The results of the analyzes provide important data on the content of total glucan in selected strains of oyster mushroom and the differences between individual strains of oyster mushroom.

Key words: oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, total glucan

ÚVOD

Už v dávnej minulosti mali jedlé huby významné použitie, najmä v Ázii, v liečebných terapiách (McCleary a Draga, 2016). Okrem toho, že huby sú vyhľadávanou pochutinou v gastronómii, v posledných rokoch sa stali huby stredobodom medzinárodného lekárskeho výskumu, a to najmä na základe ich jedinečných senzorických vlastností, nutričných hodnôt a zdraviu prospešných vlastností (Sari et al., 2017). V rámci produkcie jedlých húb sú najviac pestované huby rodu *Agaricus*, *Lentinula* a *Pleurotus* (Cardoso et al., 2013). Medzi najčastejšie pestované a potravinársky najviac využívané huby rodu *Pleurotus* patrí hľiva ustricovitá (*Pleurotus ostreatus*).

Z hľadiska výživovej hodnoty a biologicky aktívnych látok obsahujú jedlé huby zdraviu prospešné zlúčeniny, ako sú polysacharidy, polysacharopeptidy a komplexy polysacharid-proteín (Bulam et al., 2018). Súčasťou polysacharidov, ktoré sa vyskytujú v hubách, sú aj glukány. Glukány sú definované ako polysacharidy, ktoré sú tvorené z glukózových monosacharidov spojených α -, β - alebo zmiešanými α - β glykozidovými väzbami (Avni et al., 2017). Medzi glukány sa okrem iných substancií zaraďujú aj α -glukán a β -glukán. Mallard et

al. (2019) uvádzajú, že približne 80 % bunkovej steny húb tvoria polysacharidy, z čoho asi polovicu tvoria β -glukány. Najmä β -glukán je charakteristický tým, že pozitívne vplyva na zdravie konzumenta.

Vo významnej miere je β -glukán zastúpený aj v hlive ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*). Hliva ustricovitá (*Pleurotus ostreatus*) má využitie nielen ako samotná potravina alebo súčasť potravín, ale aj ako súčasť výživových doplnkov alebo liekov, a to v dôsledku pozitívneho zdravotného vplyvu na organizmus jedinca, pretože tieto huby majú aj dokázané imunomodulačné, protinádorové, antiradikálové a protizápalové účinky (Antontceva et al., 2019). Taktiež boli preukázané účinky znižujúce cholesterol, upravujúce glykémiu a ďalšie priaznivé medicínske účinky (Antontceva et al., 2019).

Na základe vyššie uvedených skutočností je možné predpokladať, že glukány sú významnou substanciou a vo výžive ľudí môžu zohrávať dôležitú úlohu.

Hlavným cieľom našej štúdie bolo stanoviť na základe analýz obsah celkových glukánov vo vzorkách rôznych kmeňov hlivy ustricovitej.

MATERIÁL A METÓDY

Príprava substrátu a pestovanie hlivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*)

V rámci našej štúdie bolo použitých 10 vzoriek ($n = 10$) hlivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*). Boli analyzované vzorky rôznych kmeňov *Pleurotus ostreatus*. V tabuľke 1 je uvedený prehľad kmeňov hlivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*), ktoré boli analyzované v rámci našej štúdie.

Tab. 1 Analyzované kmene hlivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*)

Kmeň hlivy ustricovitej	Číslo zbierkovej položky
<i>Pleurotus ostreatus</i> HK35	
<i>Pleurotus ostreatus</i> Kryos B	
<i>Pleurotus ostreatus</i> P-80	
<i>Pleurotus ostreatus</i> CHINA BLACK	
<i>Pleurotus ostreatus</i> K12	
<i>Pleurotus ostreatus</i>	
<i>Pleurotus ostreatus</i>	CPPF-5001
<i>Pleurotus ostreatus</i> P-84	CPPF-5019
<i>Pleurotus ostreatus</i>	CPPF-5022
<i>Pleurotus ostreatus</i>	CPPF-5075

Pri pestovaní vybraných kmeňov hlivy ustricovitej boli ako substrát použité slamené pelety (pšeničná slama) značky Granofyt (Granofyt s.r.o., Česká republika). Následne bola slama zmáčaná v pomere 1 diel slamy ku 2,6 dielu vody. Pripravený substrát bol 48 hodín inkubovaný pri teplote 25 °C a následne prebehla inkubácia pri 60 °C po dobu 24 hodín. Po schladení bol pripravený substrát inokulovaný vybranými kmeňmi hlivy ustricovitej a inkubovaný pri 25 °C až do kompletného zbelenia povrchu vedierok. Jednotlivé kmene hlivy ustricovitej boli pestované jednotlivo v transparentných potravinárskych obaloch – plastových vedierkach s objemom 3,8 l v špeciálne prispôbenom skleníku s kontrolovanými podmienkami okolitého prostredia s približnou teplotou 16 °C. Po dozretí boli jednotlivé plodnice hlivy ustricovitej zberané a následne spracované.

Sušenie vzoriek hľivy ustricovitej a príprava vzoriek

Pri všetkých vzorkách boli osobitne oddelené hlúbiky a klobúky. Oddelené hlúbiky a klobúky jednotlivých vzoriek hľivy ustricovitej boli usušené v teplovzdušnej laboratórnej sušičke pri stálnej teplote 45 °C až do úplného odparenia vody z plodníc vzoriek hľív. Po usušení sa vzorky rôznych kmeňov hľivy ustricovitej pomleli na laboratórnom strižnom mlyne Retsch SM 100 (Retsch, Nemecko) na prášok. Pri každej vzorke hľivy ustricovitej boli osobitne pomleté hlúbiky a klobúky.

Stanovenie obsahu celkového glukánu vo vzorkách hľivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*)

Na stanovenie obsahu celkového glukánu vo vzorkách hľivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*) bol využitý analytický enzymatický kit určený na stanovenie obsahu β -glukánu vo vzorkách húb a kvasniiek (Megazyme, Írsko). Analytický postup bol vykonaný podľa metodických inštrukcií uvedených v Mushroom and Yeast Beta-glucan Assay Procedure K-YBGL 11/19 (Megazyme, Írsko) s vybranými optimalizáciami pracovného postupu. Na stanovenie obsahu celkového glukánu boli použité vzorky hľivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*), ktoré boli vopred usušené a pomleté. Z vopred pripravených vzoriek bolo na analytických laboratórnych váhach KERN ABT 220-5DM (KERN, Nemecko) navážených približne 90 mg do laboratórnych skúmaviek. Do laboratórnych skúmaviek so vzorkami hľív sme napipetovali 2 ml 18 M zachladenej kyseliny sírovej (koncentrácia 96 %) a celá zmes sa 10 sekúnd premiešala na vortex mixéri. Skúmavky so vzorkami a kyselinou sírovou sme následne umiestnili na 2 hodiny do ľadového vodného kúpeľa. Počas tejto doby sa obsah v skúmavkách priebežne premiešaval na vortex mixéri. Po 2 hodinách sme skúmavky vybrali z ľadového vodného kúpeľa a do každej skúmavky sme pridali 5 ml destilovanej vody a obsah sme premiešali na vortex mixéri. Následne sme opäť do skúmaviek pridali destilovanú vodu v množstve 5 ml a obsah v skúmavkách sme premiešali na vortex mixéri. Skúmavky sme mierne uzavreli gumovými zátkami a vložili do vodného kúpeľa Memmert U 1.28 (Memmert, Nemecko) s teplotou vody približne 100 °C. Po 5 minútach sme zátky na skúmavkách úplne dotlačili a pokračovalo sa v inkubácii skúmaviek po dobu 2 hodín. Po 2 hodinách sme skúmavky vybrali z vodného kúpeľa a nechali schladieť na izbovú teplotu. Kvantitatívne sme preniesli obsah každej skúmavky do vopred označených 100 ml odmerných baniek a skúmavky sme prepláchli minimálnym množstvom 200 mM octanového tlmivého roztoku (pH 4,5). Následne sme do každej odmernej banky napipetovali 6 ml 8,0 M hydroxidu sodného (NaOH), do objemu 100 ml sme do odmerných baniek po rysku doplnili potrebné množstvo 200 mM octanového tlmivého roztoku (pH 4,5) a obsah sme poriadne premiešali. Z odmerných baniek sme odobrali alikvótnu časť vzorky do centrifugačných mikroskúmaviek, ktoré sme následne centrifugovali v centrifúge Hettich Micro 185 (Hettich, Nemecko) pri 13 000 otáčkach po dobu 5 minút (Megazyme, Írsko).

Z centrifugovaných vzoriek sme následne napipetovali 0,1 ml supernatantu do vopred označených laboratórnych skúmaviek. Do skúmaviek sme k extraktom pridali 0,1 ml zmesi exo-1,3- β -glukanázy (20 U.ml⁻¹) plus β -glukozidázy (4 U.ml⁻¹) v 200 mM octanového tlmivého roztoku (pH 4,5). Obsah skúmaviek sme premiešali na vortex mixéri a inkubovali vo vodnom kúpeli s teplotou vody 40 °C po dobu 60 minút. Počas inkubácie skúmaviek sme pripravili roztok štandardu glukózy a blank. Roztok štandardu glukózy bol pripravený tak, že do skúmavky sme napipetovali 0,1 ml D-glukózového štandardného roztoku a 0,1 ml 200 mM octanového tlmivého roztoku (pH 4,5). Blank bol pripravený nasledovne: do laboratórnej skúmavky sme napipetovali 0,2 ml 200 mM octanového tlmivého roztoku (pH 4,5) (Megazyme, Írsko).

Po 60 minútach inkubácie vo vodnom kúpeli sme do skúmaviek pridali 3 ml glukózaoxidáza-peroxidáza (GOPOD) roztoku, obsah skúmaviek sme opäť premiešali na vortex mixéri a následne inkubovali vo vodnom kúpeli 20 minút pri teplote 40 °C. Roztok

GOPOD sme pridali aj do roztokov štandardu glukózy a blanku, ktoré sme tiež inkubovali vo vodnom kúpeli 20 minút pri teplote 40 °C. Po 20 minútach sme skúmavky so vzorkami, štandardný roztok glukózy a blank vybrali z vodného kúpeľa a zmerali sme absorbanciu roztokov vzoriek pri 510 nm oproti blanku. Na meranie absorbancie vzoriek bol použitý spektrofotometer UV/Vis Cary 60 (Agilent, USA) (Megazyme, Írsko).

Zmerané hodnoty absorbancie jednotlivých vzoriek boli vyhodnotené pomocou špeciálne upraveného súboru *Mega-Cal*TM (Megazyme, Írsko) pripraveného výrobcom analytického enzymatického kitu, kde boli prepočítané výsledky dát a stanovené výsledné hodnoty percenta obsahu celkového glukánu v suchej hmote (SH) v analyzovaných vzorkách.

Štatistické vyhodnotenie nameraných dát

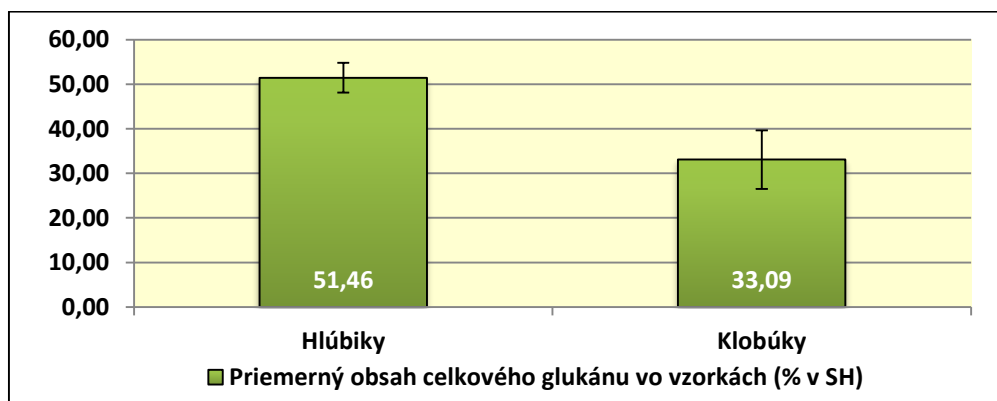
Údaje získané z meraní sme následne vyhodnotili a spracovali v príslušnom štatistickom programe Statgraphics Centurion 2017. Grafické spracovanie údajov bolo realizované pomocou MS Office Excel 2010. Textové spracovanie štúdie bolo realizované pomocou MS Office Word 2010.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V rámci rodu *Pleurotus* je viacero druhov húb, ktoré sú významné najmä z hľadiska ich farmakologických vlastností. Medzi tieto druhy patria napr. *Pleurotus florida*, *Pleurotus tuber-regium*, *Pleurotus pulmonarius*, *Pleurotus ostreatus* a *Pleurotus eryngii* (Ragunathan et al., 1996). Biologicky aktívne glukány alebo ich komplexy s proteínmi, ako aj ďalšie polysacharidy izolované z plodníc uvedených druhov rodu *Pleurotus* sú zaujímavé najmä pri príprave nových potravinových a výživových doplnkov (Synytsya et al., 2009). Synytsya et al. (2009) tiež uvádzajú, že kultivované hľivy ustricovité (rod *Pleurotus*) sú zaujímavé ako zdroj biologicky aktívnych glukánov.

V rámci analýz vzoriek rôznych kmeňov húb sme stanovovali obsah celkového glukánu. Priemerný obsah celkového glukánu vo vzorkách hlúbikov hľivy ustricovitej bol $51,46 \pm 3,36$ %, kde najnižšia zaznamenaná hodnota obsahu celkového glukánu vo vzorkách hlúbikov bola 46,91 % a najvyššia zaznamenaná hodnota bola 56,32 %. Vo vzorkách klobúkov rôznych kmeňov hľivy ustricovitej bola stanovená priemerná hodnota celkového glukánu na $33,09 \pm 6,56$ %, pričom minimálna stanovená hodnota bola 24,34 % a maximálna zaznamenaná hodnota bola 45,92 %.

Na obrázku 1 sú graficky znázornené priemerné hodnoty obsahu celkového glukánu vzoriek hlúbikov a klobúkov rôznych kmeňov hľivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*).



Obr. 1 Priemerné hodnoty obsahu celkového glukánu vzoriek hlúbikov a klobúkov rôznych kmeňov hľivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*)

Vysvetlivky: % v SH – percento v suchej hmote

V štúdií od Bekiarisa et al. (2020) bolo zistené, že obsah celkového glukánu vo vzorkách hľivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*) pestovanej v substráte pšeničnej slamy bol v rozmedzí od 38,84 % až do 58,90 % v sušine. Analýzou nameraných dát obsahu celkového glukánu vo vzorkách hľivy sme zistili, že nami namerané výsledky boli porovnateľné s dosiahnutými výsledkami zo štúdie od Bekiarisa et al. (2020). Je však dôležité uviesť, že obsah celkového glukánu v plodniciach hľivy ustricovitej môže do určitej miery závisieť od druhu substrátu použitého pri pestovaní hľivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*), nakoľko huby vo všeobecnosti reagujú s extrémnou citlivosťou na akékoľvek zmeny podmienok svojho prostredia (Avni et al., 2017). Pokrhel et al. (2013) uvádzajú, že huby rodu *Pleurotus*, kde sa zaraďuje aj hľiva ustricovitá (*Pleurotus ostreatus*), sú schopné kolonizovať a degradovať širokú škálu substrátov obsahujúcich celulózu, hemicelulózu a lignín a využívať ich pri svojom vlastnom raste a vývoji.

Výsledné hodnoty celkového glukánu v jednotlivých kmeňoch hľivy ustricovitej sú uvedené v tabuľke 2.

Tab. 2 Hodnoty celkového glukánu v skúmaných kmeňoch hľivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*)

Kmeň hľivy ustricovitej (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	Celkový glukán (% v SH)	
	Hlúbik	Klobúk
<i>Pleurotus ostreatus</i> HK35	56,32	27,19
<i>Pleurotus ostreatus</i> Kryos B	46,91	24,34
<i>Pleurotus ostreatus</i> P-80	50,85	30,47
<i>Pleurotus ostreatus</i> CHINA BLACK	51,72	29,70
<i>Pleurotus ostreatus</i> K12	55,26	42,38
<i>Pleurotus ostreatus</i>	49,98	31,17
<i>Pleurotus ostreatus</i>	50,16	45,92
<i>Pleurotus ostreatus</i> P-84	47,08	32,78
<i>Pleurotus ostreatus</i>	50,54	32,42
<i>Pleurotus ostreatus</i>	55,80	34,49

Vysvetlivky: % v SH – percento v suchej hmote

Štatistickou analýzou nameraných dát bol preukázaný štatisticky významný rozdiel ($p < 0,05$) medzi výslednými hodnotami obsahu celkového glukánu vo vzorkách hlúbikov medzi jednotlivými kmeňmi hľivy ustricovitej, a to na úrovni spoľahlivosti 95,0 %. Štatisticky významný rozdiel medzi výslednými hodnotami obsahu celkového glukánu ($p < 0,05$) na úrovni spoľahlivosti 95,0 % bol zaznamenaný aj vo vzorkách klobúkov medzi jednotlivými kmeňmi hľivy ustricovitej.

V štúdií od Synytsya et al. (2008), ktorá bola zameraná na stanovenie množstva rozpustnej a neropustnej vlákniny a obsahu α -glukánu a β -glukánu vo vybraných vzorkách rôznych kmeňov húb *Pleurotus ostreatus* a *Pleurotus eryngii* bolo evidentné, že obsah glukánov sa významne líšil medzi druhmi *Pleurotus*, ako aj medzi jednotlivými kmeňmi *P. ostreatus*. Podobný fenomén bol zaznamenaný aj v našej štúdií, kde obsah celkového glukánu sa líšil v rámci analyzovaných vybraných kmeňov hľivy ustricovitej.

Z uvedených analýz vyplýva tiež zistenie, že vo vzorkách hlúbikov bol zaznamenaný vyšší obsah celkových glukánov ako vo vzorkách klobúkov hľivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*).

Rozdiely medzi jednotlivými skúmanými kultivarmi bol zaznamenaný nielen u hľivy ustricovitej, ale aj napr. pri hube húževnatec lesklý (*Lentinula edodes*), známej tiež pod

názvom „shiitake“. V štúdiu od Baka et al. (2014), kde bol v rámci štúdie primárne hodnotený obsah β -glukánu v hlúbikoch, klobúkoch a mycéliu v rôznych kmeňoch/kultivaroch huby *Lentinula edodes*, bolo možné na základe uvedených výsledkov štúdie konštatovať, že rozdiely v obsahu nielen β -glukánu, ale aj celkového glukánu v hube *Lentinula edodes* bol preukázaný medzi jednotlivými kultivarmi skúmanej huby.

ZÁVER

V našej štúdiu sme sa zamerali na hodnotenie obsahu celkového glukánu vo vzorkách rôznych kmeňov hľivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*), pričom hodnotenie obsahu celkového glukánu bolo vykonané osobitne v hlúbikoch a klobúkoch skúmaných vzoriek. Vzájomným porovnaním nameraných výsledkov a štatistickým vyhodnotením týchto údajov bolo stanovené, že obsah celkového glukánu v jednotlivých kmeňoch hľivy ustricovitej sa navzájom líšil.

Výsledky vykonaných analýz poskytujú dôležité údaje o obsahu celkového glukánu vo vybraných kmeňoch hľivy ustricovitej, rozdiely medzi jednotlivými kmeňmi hľivy ustricovitej a distribúciu celkového glukánu v jednotlivých častiach huby. Do budúcnosti je možné ďalšími výskumnými aktivitami priamo nadviazať na vykonané laboratórne analýzy a okrem obsahu celkových glukánov v skúmaných vzorkách zhodnotiť aj obsah α -glukánu a β -glukánu.

PodĎakovanie: Táto publikácia vznikla s podporou vedecko-výskumného projektu APVV-19-0598 „Protektívny účinok extraktu hľivy ustricovej (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.) pri chronických neprenosných ochoreniach.“

LITERATÚRA

1. ANTONTCEVA, E. – BELYAKOVA, T. – ZABODALOVA, L. – SHAMTSYAN, M. 2019. Fortification of Yoghurt with β -glucans from Oyster Mushroom. 13th Baltic Conference on Food Science and Technology “FOOD. NUTRITION. WELL-BEING”. Foodbalt 2019; 50-54. doi. 10.22616/FoodBalt.2019.038
2. AVNI, S. – EZOVE, N. – HANANI, H. – YADID, I. – KARPOVSKY, M. – HAYBY, H. – GOVER, O. – HADAR, Y. – SCHWARTZ, B. – DANAY, O. 2017. Olive Mill Waste Enhances α -Glucan Content in Edible Mushroom *Pleurotus eryngii*. International Journal of Molecular Sciences 2017;18(7):1564. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms18071564>
3. BAK, W.C. – PARK, J.H. – PARK, Y.A. – KA, K.H. 2014. Determination of Glucan Contents in the Fruiting Bodies and Mycelia of *Lentinula edodes* Cultivars. Mycobiology 2014;42(3):301-304. doi: 10.5941/MYCO.2014.42.3.301
4. BEKIARIS, G. – TAGKOULI, D. – KOUTROTSIOS, G. – KALOGEROPOULOS, N. – ZERVAKIS, G. 2020. *Pleurotus* Mushrooms Content in Glucans and Ergosterol Assessed by ATR-FTIR Spectroscopy and Multivariate Analysis. Foods 2020;9(4):535. doi: <https://doi.org/10.3390/foods9040535>
5. BULAM, S. – ÜSTÜN, N.Ş. – PEKŞEN, A. 2018. β -glucans: An important bioactive molecule of edible and medicinal mushrooms. 1 International technological science and design symposium 27- 29 June 2018 – Giresun/Turkey:1242-1258. ISBN 978-975-2481-10-7. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/328939461_b-Glucans_An_Important_Bioactive_Molecule_of_Edible_and_Medicinal_Mushrooms

6. CARDOSO, J.C.P. – DEMENJOUR, P.L.M.M. – PAZ, M.F. 2013. Cultivo do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus* em bagaço de bacia e de cana-de-açúcar pela técnica jun-ca. Evidência 2013; 13(1)-31-40.
7. MALLARD, B. – LEACH, D.N. – WOHLMUTH, H. – TIRALONGO, J. 2019. Synergistic immuno-modulatory activity in human macrophages of a medicinal mushroom formulation consisting of Reishi, Shiitake and Maitake. PLoS ONE 2019;14(11):1-14. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224740>
8. McCLEARY, B.V. – DRAGA, A. 2016. Measurement of β -glucan in mushrooms and mycelial products. J AOAC Int 2016;99(2):364-373. doi: 10.5740/jaoacint.15-0289
9. MUSHROOM AND YEAST BETA-GLUCAN ASSAY PROCEDURE (K-YBGL) 11/19. (2019) Megazyme International, Ireland.
10. POKRHEL, C.P. – KALYAN, N. – BUDATHOKI, U. – YADAV, R.K.P. 2013. Cultivation *Pleurotus sajor-caju* using different agricultural residues. International Journal of Agricultural Policy and Research 2013;1(2):019-023.
11. RAGUNATHAN R. – GURUSAMY, R. – PALANISWAMY, M. – SWAMINATHAN, K. 1996. Cultivation of *Pleurotus* spp. on various agro-residues. Food Chemistry 1996;55(2):139-144. doi: [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(95\)00079-8](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)00079-8)
12. SARI, M. – PRANGE, A. – LELLEY, J.I. – HAMBITZER, R. 2017. Screening of beta-glucan contents in commercially cultivated and wild growing mushrooms. Food Chemistry 2017;216:45-51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.010>
13. SYNITSYA, A. – MÍČKOVÁ, K. – JABLONSKÝ, I. – SLUKOVÁ, M. – ČOPÍKOVÁ, J. 2008. Mushrooms of Genus *Pleurotus* as a Source of Dietary Fibres and Glucans for Food Supplements. Czech J. Food Sci 2008;26(6):441-446. doi: <https://doi.org/10.17221/1361-CJFS>
14. SYNITSYA, A. – MÍČKOVÁ, K. – SYNITSYA, A. – JABLONSKÝ, I. – SPĚVÁČEK, J. – ERBAN, V. – KOVÁŘÍKOVÁ, E. – ČOPÍKOVÁ, J. 2009. Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and potential prebiotic activity. Carbohydrate Polymers 2009;76(4):548-556. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.11.021>

Kontaktná adresa

Ing. Zuzana Chlebová, PhD., Výskumné centrum AgroBioTech SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: zuzana.chlebova@uniag.sk

VPLYV PRÍDAVKU GRANÁTOVÉHO JABLKA NA ANTIOXIDAČNÚ STABILITU MÄSOVÝCH VÝROBKOV – REVIEW EFFECT OF POMEGRANATE ADDITION ON ANTIOXIDATION STABILITY OF MEAT PRODUCTS – A REVIEW

**Jurčaga Lukáš, Bobko Marek, Haščík Peter, Bobková Alica, Demianová Alžbeta,
Kročko Miroslav, Belej Ľubomír, Čech Matej**

Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

Summary

Meat products are part of the human diet as a rich source of protein. However, they also contain a relatively high fat content, which is prone to oxidative changes. At present, synthetic antioxidants in particular are used to suppress those oxidative changes. However, for various reasons, the demand for their replacement by natural alternatives is increasing. Pomegranate fruits are a rich source of antioxidants and are also known for their anti-inflammatory effects. Pomegranate rind extract has been tested by several authors for the usage in the manufacture of meat products. In several types of meat (poultry, pork, beef, and goat) the authors confirmed beneficial effect of the extract addition on oxidative stability. This effect was comparable to the commonly used butylated hydroxytoluene (BHT). At the same time, rind extract did not negatively affect the sensory properties of the products. Thus, pomegranate rind extract seems to be a suitable alternative to synthetic antioxidants in meat industry.

Key words: pomegranate extract, meat product, lipid oxidation, oxidation stability

ÚVOD

Oxidácia lipidov

Rastúce povedomie spotrebiteľov o prírodných a zdravých mäsových a hydinových výrobkoch viedlo k preskúvaniu alternatív k syntetickým antioxidantom, ako sú: butylovaný hydroxyanizol (BHA), butylovaný hydroxytoluén (BHT) alebo propylgalát (PG), ktoré sú spájané so zdravotnými problémami (Estévez a Luna, 2017; Echegaray et al., 2018).

V dôsledku toho, sa výskumníci ako aj mäsový priemysel čoraz viac zameriavajú svoju pozornosť na fenolové zlúčeniny prítomné v rastlinných extraktoch, bylinách a olejoch. Zaujímavý je ich potenciál zabrániť zhoršeniu vlastností mäsových výrobkov počas spracovania a skladovania a predĺžiť ich trvanlivosť (Galanakis, 2018; Mtibaa et al., 2019).

Mäso a mäsové výrobky sú zložené systémy s bohatým výživovým zložením, vďaka čomu sú veľmi citlivé na chemické a bakteriálne znehodnotenie. Oxidácia lipidov je hlavnou príčinou chemického znehodnotenia mäsa a výrobkov z neho. Začína vo svaloch živého zvieratá a po zabíí sa zintenzívňuje v dôsledku zmien prostredia a straty vlastnej antioxidačnej kapacity. Rýchlosť oxidácie lipidov v mäse určenom na konzumáciu závisí od viacerých faktorov, od prostredia, v ktorom bolo zviera chované, až po podmienky skladovania spracovaného mäsa (Shah et al., 2014).

Oxidácia lipidov ovplyvňuje farbu, textúru, výživovú hodnotu, chuť a arómu. Nastáva tuchnutie lipidov, čo je zodpovedné za neprijemnú arómu a neprijateľnú chuť, čo sú dôležité dôvody odmietnutia spotrebiteľom (Lima et al., 2013). Z mnohých prieskumov vieme, že „kvalita“ a „zdravie“ sú dôležité faktory, ktoré ovplyvňujú výber potravín, a že vzhľad, farba, textúra, chuť a aróma sú kľúčovými atribútmi kvality, ktoré ovplyvňujú prijatie mäsa zákazníkmi. Kontrola alebo prinajmenšom minimalizácia procesu oxidácie lipidov je pre potravinársky priemysel teda veľmi dôležitá výzva (Brøndum et al., 2000).

Prírodné zložky nachádzajúce sa vo svalovom tkanive, ako je železo, myoglobín, peroxid vodíka (H_2O_2) a kyselina askorbová, môžu spôsobiť oxidáciu lipidov, pôsobiť ako katalyzátory alebo podporovať tvorbu reaktívnych foriem kyslíka. Oxidačné reakcie môžu byť tiež iniciované fyzikálnymi faktormi, ako je žiarenie a svetlo. Preto v biologických systémoch lipidy prechádzajú oxidáciou tromi hlavnými reakciami: fotooxidáciou, enzymatickou oxidáciou a autooxidáciou (Wójciak a Dolatowski, 2012).

Autoxidácia je hlavný proces, pri ktorom interagujú nenasýtené mastné kyseliny a kyslík, a spôsobujú oxidačné poškodenie mäsa a mäsových výrobkov. Za normálnych okolností je proces autoxidácie obvykle predstavovaný ako kombinácia troch odlišných fáz: Iniciácia, v ktorej sa vyskytujú voľné radikály, propagácia, v ktorom sa znásobuje počet reaktívnych zlúčenín, a nakoniec terminácia, počas ktorej reaktívne zlúčeniny degradujú alebo reagujú navzájom za vzniku nereaktívnych zlúčenín (Domíniguez et al., 2019).

Mäso a mäsové výrobky sú zvyčajne v predajni priamo vystavené svetlu. Táto skutočnosť podporuje fotooxidačný proces, ktorý je oveľa rýchlejší ako autoxidácia. Fotooxidácia je ďalším mechanizmom iniciácie oxidácie lipidov. Počas tohto procesu sa hydroperoxidy tvoria v prítomnosti senzibilizátorov (ako myoglobín alebo hemoglobín) a svetla (Wasowicz et al., 2004).

Okrem neenzymatických mechanizmov existuje aj enzýmom sprostredkovaný mechanizmus, ktorý iniciuje oxidáciu lipidov. Hlavným rozdielom medzi oxidáciou lipidov katalyzovanou enzýmami a iniciáciou voľných radikálov je tvorba hydroperoxidov. Hlavným enzýmom podieľajúcim sa na enzymatickej oxidácii je lipoxygenáza. Je potrebné poznamenať, že množstvo lipoxygenázy hrá dôležitú úlohu pri vývoji oxidácie v produkte (Domíniguez et al., 2019).

S cieľom ponúknuť výrobky s požadovanými vlastnosťami a stabilitou boli vyvinuté niektoré technológie, ktoré sa snažia znížiť oxidáciu lipidov a zvýšiť trvanlivosť týchto výrobkov, napríklad vákuové balenie, upravená atmosféra a použitie antioxidantov. Prírodným produktom rastlinného pôvodu sa v súčasnosti venuje väčšia pozornosť, pretože prísada látok, ako je butylovaný hydroxytoluén (BHT), butylovaný hydroxyanizol (BHA) a terc-butyhydrochinón (TBHQ) do potravín, je prísne obmedzená. Antioxidanty sa môžu pridávať priamo do produktu alebo sa môžu pridávať do krmiva pre zvieratá (Amaral et al., 2018).

Granátové jablko

Granátové jablko (*Punica granatum L.*), pôvodom z Himalájí, je dnes pestovaný ovocný strom v širokom spektre subtropických a tropických geografických polôh rozšírených po celom svete. Považuje sa za liečivú rastlinu a jeho ovocie je celosvetovo obľúbené a uznávané pre príjemnú chuť a priaznivé zdravotné účinky (Bar-Ya'Akov et al., 2019). Záujem o toto ovocie ako o výživový alebo liečivý produkt a jeho terapeutické využitie sa v posledných rokoch významne zvýšil kvôli jeho potenciálnym priaznivým účinkom na zdravie založeným na prítomnosti antioxidantov, ktoré môžu chrániť ľudské telo pred voľnými radikálmi, oxidačnými procesmi a mnohými z chronických chorôb (Sun et al., 2016).

Šupka z granátového jablka, predstavuje asi 40 – 50 % z celkovej hmotnosti ovocia a zvyčajne sa považuje za odpad. Podľa nových zistení sa ale stáva jedným z najcennejších vedľajších produktov potravinárskeho priemyslu (Ali et al., 2019). Šupka sa považuje za nový zdroj bioaktívnych zlúčenín v ovocinárskom priemysle, ktoré sú vďaka svojim značným ekonomickým výhodám čoraz atraktívnejšie. Je známe, že šupka je bohatý zdroj mnohých fenolických zlúčenín a obsahuje mimoriadne fytochemikálie, ktoré majú liečivý a výživový význam. Tieto zlúčeniny možno ďalej rozdeliť do rôznych podskupín, ako sú fenolové kyseliny, flavonoidy a triesloviny, na základe štruktúrnych prvkov, ktoré spájajú benzénové kruhy a počet pripojených hydroxylových skupín (Singh et al., 2018; Andrade et al., 2019).

Šupka granátového jablka sa vyznačuje prítomnosťou vysokomolekulárnych fenolov, ellagitanínov, proantokyanidínov, komplexných polysacharidov, flavonoidov a značného množstva mikroelementov, ktoré celkovo vykazujú silné antimutagénne, antioxidačné a antimikrobiálne účinky a apoptotické vlastnosti (Dikmen et al., 2011). Ovocie obsahuje bohatú škálu flavonoidov, ktoré tvoria takmer 0.2 – 1.0 % hmotnosti ovocia. Približne 30% všetkých ovocných antokyanidínov je koncentrovaných v šupke. Vzájomná koncentrácia týchto zlúčenín závisí od typu kultivaru a od rôznych vývojových fáz plodov a je zodpovedná za zmeny farby šupky granátového jablka (Zhao et al., 2013).

Údaje z literatúry naznačujú, že v plodoch granátového jablka sa nachádza až 124 rôznych fytochemikálií. Z týchto fytochemikálií pravdepodobne polyfenoly s vysokou molekulovou hmotnosťou (napr. ellagitaníny a špecifický punicalagin granátového jablka) sprostredkujú ochranné účinky proti širokému spektru oxidačných a zápalových porúch, vrátane rakoviny (Heber, 2011). V šupke a ďalších anatomických častiach ovocia bolo identifikovaných takmer 48 fenolických zlúčenín (antokyány, gallotaníny, kyselina hydroxyškoricová, kyselina hydroxybenzoová a hydrolyzovateľné taníny, t. j. ellagitaníny a gallagylestery). Celé ovocie je bohaté na zložité polyfenolické zlúčeniny, ako sú izoméry punicalaginu, deriváty kyseliny ellagovej a antokyány (delfinidín, kyanidín a pelargonidín, 3-glukozidy a 3,5-diglukozidy). Zaujímavé je, že šupka ovocia obsahuje skupinu fenolických zlúčenín (predovšetkým tých, z hydrolyzovateľných tanínov) v najvyššej koncentrácii v porovnaní v akejkoľvek inej anatomickej časti ovocia (Akhtar et al., 2015). Zhromaždené dôkazy naznačujú, že hydrolyzovateľné polyfenoly v šupke granátového jablka, konkrétne ellagitaníny, sú najaktívnejšími antioxidantmi spomedzi tanínov v nich obsiahnutých. Ukázalo sa, že tieto zlúčeniny (kyselina ellagová, punicalagin, punicalín a kyselina gallagová) majú zvýšené antioxidačné a pleiotropné biologické aktivity a predovšetkým pôsobia spolu synergicky (Johanningsmeier a Harris, 2010).

Použitie v mäsových výrobkoch

Autori Devatkal et al. (2010) skúmali prídavok extraktu získaného zo šupky ako aj semien granátového jablka. Výrobok zvolený pre tento pokus boli karbonátky z mletého kozieho mäsa. Tie boli tepelne ošetrované varením a skladované v aeróbnych podmienkach po dobu 12 dní pri teplote 4 ± 1 °C. Pokusné skupiny obsahovali prídavok 10 ml extraktov, kontrolná skupina bola pripravená bez prídavku akéhokoľvek antioxidantu.

V tejto štúdií autori potvrdili priaznivý vplyv na oxidačnú stabilitu. Počas celej doby skladovania autori pozorovali štatisticky signifikantný rozdiel ($\alpha = 0,05$) v množstve meraného malóndialdehydu v kilograme výrobku. Pri porovnaní extraktov dospeli v výsledku, že extrakt získaný zo šupky granátového jablka bol účinnejší a počas doby skladovania dosahoval lepšie výsledky. Percentuálne zvýšenie TBARS bolo najvyššie v kontrole (200 %), nasledované skupinou s prídavkom extraktu zo semien (125 %), a najmenej v skupine extraktom zo šupiek (iba 2 %).

Rovnako v štúdií Devatkal et al. (2014) autori sledovali zmeny mletého kozieho mäsa s prídavkom extraktu z granátového jablka a vákuového balenia. Opäť potvrdili, že prídavok má priaznivý vplyv na oxidačnú stabilitu výrobku. Kombinovanie extraktu a vákuového balenia preukazne znížilo koncentráciu tvoreného MDA vo výrobkoch oproti skupine s aeróbnym balením.

Autori Qin et al. (2013) sledovali rovnaké zmeny oxidácie lipidov v bravčovom mletom mäse, ktoré nebolo tepelne ošetrované a skladované pri teplote 4 ± 1 °C po dobu 12 dní. Ako prídavok bol použitý extrakt zo šupiek, extrakt zo semien a šťava ($20 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$). Rovnako kontrolná skupina bez prídavku antioxidantu a s prídavkom syntetického antioxidantu BHT ($20 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$).

Autori rovnako potvrdili priaznivý efekt prídavku extraktov granátového jablka ako aj šťavy samotnej. Najväčší nárast koncentrácie malóndialdehydu bol zaznamenaný v kontrolnej skupine bez prídavku antioxidantu. Všetky experimentálne skupiny aj skupina s prídavkom syntetického BHT dosiahli lepšie výsledky so štatistickou preukaznosťou ($\alpha = 0,05$). Pri porovnaní jednotlivých skupín autori uvádzajú, že použitie extraktu zo šupiek granátového jablka je porovnateľné s použitím syntetického BHT. Po 12 dňoch skupina s extraktom dosiahla koncentráciu MDA $1,07 \pm 0,03 \text{ mg. kg}^{-1}$ a v skupine s použitým BHT $0,94 \pm 0,05 \text{ mg. kg}^{-1}$. Štatisticky horšie sa ukazujú skupiny s použitím extraktu zo semien a priamo šťavy ($1,43 \pm 0,10$ a $1,49 \pm 0,06 \text{ mg. kg}^{-1}$).

Použitie extraktu nie je limitované len ako prídavok do mäsových výrobkov. Autori Shan et al. (2009) skúmali oxidačnú stabilitu bravčového mäsa ktorého povrch bol ošetrový extraktom granátového jablka. Počas chladiarenského skladovania sa potvrdila nižšia tvorba malóndialdehydu v takto ošetrenej skupine oproti skupine bez použitia antioxidantu.

Hydinové mäso je najkonzumovanejším mäsom celosvetovo. Napriek jeho nízkemu obsahu tuku aj ono podlieha degradácií lipidov. Autori Naveena et al. (2008) skúmali prídavok šťavy získanej z granátového jablka a extraktu zo šupiek ako aj prídavok syntetického antioxidantu BHT do produktov práve z hydínového mäsa. Z kuracieho mäsa (prsna aj stehenná svalovina) boli pripravené karbonátky a rozdelené do štyroch skupín. Kontrolná skupina bez antioxidantu, s prídavkom šťavy ($10 \text{ mg. } 100\text{g}^{-1}$), prídavkom extraktu zo šupiek ($10 \text{ mg. } 100\text{g}^{-1}$) a s prídavkom BHT ($100 \text{ mg. } 100\text{g}^{-1}$). Všetky skupiny boli tepelne opracované a skladované 15 dní pri teplote $4 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Rovnako ako pri iných druhom mäsa aj pri hydínovom sa potvrdil priaznivý efekt prídavku granátového jablka na jeho oxidačnú stabilitu. Počas doby skladovania najvyšší nárast koncentrácie MDA bol zaznamenaný v kontrolnej skupine bez antioxidantu ($1,272 \pm 0,13 \text{ mg. kg}^{-1}$ po 15. dni). Ostatné skupiny dosiahli signifikantne nižšie koncentrácie. Najlepšie výsledky dosiahla skupina s prídavkom extraktu zo šupiek ($0,203 \pm 0,04 \text{ mg. kg}^{-1}$ po 15. dni). Na konci skladovania však autori nepozorovali štatisticky významný rozdiel medzi skupinami s použitím šťavy a syntetického BHT, ktoré po pätnástich dňoch skladovania dosiahli $0,763 \pm 0,16$ a $0,896 \pm 0,12 \text{ mg. kg}^{-1}$.

Tieto výsledky podporuje aj ďalšia štúdia autorov Chandralekha et al. (2012). Tí pozorovali zlepšenie oxidačnej stability hydínových výrobkov pri prídavku extraktu až do 5 %.

Autori Turgut et al. (2016; 2017) pracovali s prídavkom extraktu získaného zo šupky granátového jablka do mletého hovädzieho mäsa. V oboch prípadoch pracovali s prídavkom 0,5 a 1 % prídavku extraktu v porovnaní s negatívnou kontrolou a so skupinou s prídavkom 0,01 % BHT. Pozorovali zmeny pri chladiarenskom skladovaní po dobu 8 dní a mraziarenskom skladovaní až 6 mesiacov.

Pri mraziarenskom skladovaní hovädzieho mäsa bola miera zvýšenia koncentrácie MDA v nasledujúcom poradí: 1,0 % extrakt (89 %) < BHT (100 %) < 0,5 extrakt (117 %) < negatívna kontrola (318 %). Autori dokázali štatisticky preukazný rozdiel skupín oproti kontrolnej skupine, avšak nie rozdiel medzi skupinami s použitím antioxidantov. Čo sa týka chladiarenského skladovania, percentuálny nárast bol nasledujúci: negatívna kontrola (105 %), 0,5 % extraktu (58 %), 1 % extraktu (40 %) a BHT (20 %). Aj keď najnižšia hodnota TBARS bola zistená vo vzorkách obsahujúcich 1% extraktu granátového jablka po 8 dňoch skladovania, najmenší nárast bol pozorovaný vo vzorkách s pridaným BHT.

Rovnako, autori Morsy et al. (2018) pozorovali pozitívny efekt pri použití 1 a 1,5 % prídavku extraktu do karbonátok z hovädzieho mäsa počas 15 dní skladovania pri $4 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Z pohľadu použitia akéhokoľvek prídavku do výrobku je dôležitá prijateľnosť tejto zmeny konečným spotrebiteľom. Pre získanie spätnej väzby a posúdenie prípadných zmien sa využíva senzorická analýza nového výrobku. Pri použití extraktov v prvých štádiách skladovania autori nepozorovali signifikantný rozdiel medzi kontrolnými a experimentálnymi

skupinami. V neskorších fázach sa začali prejavovať oxidačné zmeny lipidov aj na senzorickej kvalite výrobkov a hodnotitelia preferovali experimentálne skupiny alebo skupiny s použitým syntetickým BHT (Naveena et al., 2008; Shan et al. 2009; Devatkal et al., 2010; Qin et al., 2013; Turgut et al., 2016).

ZÁVER

Na základe zistení viacerých autorov vidíme, že extrakt zo šupiek granátového jablka má preukázane pozitívny efekt na oxidačnú stabilitu mäsových výrobkov. Pri experimentoch sa tento efekt preukázal v hydínovom, bravčovom, hovädzom aj kozom mäse. Ochranný účinok extraktu voči oxidácii lipidov bol porovnateľný s bežne používaným syntetickým butylhydroxytoluén (BHT). Rovnako, pri senzorickej posúdení výrobkov nebol pozorovaný negatívny vplyv na chuť ani celkovú prijateľnosť výrobkov. Šupky plodov granátového jablka, ktoré sú bežne považované za odpad, sa teda môžu stať zdrojom veľmi cenného extraktu. Ten ukazuje veľký potenciál pre použitie v mäsiarstve a byť alternatívou syntetickým antioxidantom.

PodĎakovanie: Táto publikácia bola podporená Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky v rámci projektu KEGA 025SPU-4/2019 a 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. AKHTAR, S. – ISMAIL, T. – FRATERNALE, D. – SESTILI, P. 2015. Pomegranate peel and peel extracts: Chemistry and food features. *Food Chemistry* 2015;174:417-425. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.11.035
2. ALI, A. – CHEN, Y. – LIU, H. – YU, L. – BALOCH, Z. – KHALID, S. – ZHU, J. – CHEN, L. 2019. Starch-based antimicrobial films functionalized by pomegranate peel. *International Journal of Biological Macromolecules* 2019;129:1120-1126. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.09.068
3. AMARAL, A.B. – da SILVA M.V. – LANNES, S.C. da S. 2018. Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors – a review. *Food Science and Technology* 2018;38(1):1-15. doi: 10.1590/fst.32518
4. ANDRADE, M.A. – LIMA, V. – SANCHES SILVA, A. – VILARINHO, F. – CASTILHO, M.C. – KHWALDIA, K. – RAMOS, F. 2019. Pomegranate and grape by-products and their active compounds: Are they a valuable source for food applications? *Trends in Food Science & Technology* 2019;86:68-84. doi: 10.1016/j.tifs.2019.02.010
5. BAR-YA'AKOV, I. – TIAN, L. – AMIR, R. – HOLLAND, D. 2019. Primary Metabolites, Anthocyanins, and Hydrolyzable Tannins in the Pomegranate Fruit. *Frontiers in Plant Science* 2019;10. doi: 10.3389/fpls.2019.00620
6. BRØNDUM, J. – BYRNE, D.V. – BAK, L.S. – BERTELSEN, G. – ENGELSEN, S.B. 2000. Warmed-over flavour in porcine meat — a combined spectroscopic, sensory and chemometric study. *Meat Science* 2000;54(1):83-95. doi: 10.1016/S0309-1740(99)00085-6
7. DEVATKAL, S.K. – NARSAIAH, K. – BORAH, A. 2010. Anti-oxidant effect of extracts of kinnow rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties. *Meat Science* 2010;85(1):155-159. doi:10.1016/j.meatsci.2009.12.019

8. DEVATKAL, S.K. – THORAT, P. – MANJUNATHA, M. 2014. Effect of vacuum packaging and pomegranate peel extract on quality aspects of ground goat meat and nuggets. *Journal of Food Science and Technology* 2014;51(10):2685-2691. doi: 10.1007/s13197-012-0753-5
9. DIKMEN, M. – OZTURK, N. – OZTURK, Y. 2011. The Antioxidant Potency of Punica granatum L. Fruit Peel Reduces Cell Proliferation and Induces Apoptosis on Breast Cancer. *Journal of Medicinal Food* 2011;14(12):1638-1646. doi: 10.1089/jmf.2011.0062
10. DOMÍNGUEZ, R. – PATEIRO, M. – GAGAOUA, M. – BARBA, F.J. – ZHANG, W. – LORENZO, J.M. 2019. A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *Antioxidants* 2019;8(10). doi: 10.3390/antiox8100429
11. ECHEGARAY, N. – GÓMEZ, B. – BARBA, F.J. – FRANCO, D. – ESTÉVEZ, M. – CARBALLO, J. – MARSZALEK, K. – LORENZO, J.M. 2018. Chestnuts and by-products as source of natural antioxidants in meat and meat products: A review. *Trends in Food Science & Technology* 2018;82:110-121. doi: 10.1016/j.tifs.2018.10.005
12. ESTÉVEZ, M. – LUNA, C. 2017. Dietary protein oxidation: A silent threat to human health? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2017;57(17):3781-3793. doi: 10.1080/10408398.2016.1165182
13. GALANAKIS, Ch.M. 2018. Phenols recovered from olive mill wastewater as additives in meat products. *Trends in Food Science & Technology* 2018;79:98-105. doi: 10.1016/j.tifs.2018.07.010
14. HEBER, D. 2011. Pomegranate ellagitannins. BENZIE, I.F.F. – WACHTEL-GALOR, S. (Eds.). *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical aspects* (2nd ed.) CRC Press ISBN-13: 978-1-4398-0713-2
15. CHANDRALEKHA, S. – BABU, A. J. – MOORTHY, P. S. – KARTHIKEYAN, B. 2012. Studies on the effect of pomegranate rind powder extract as natural antioxidant in chicken meat balls during refrigerated storage. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 2(2), 107-112.
16. JOHANNINGSMEIER, S.D. – HARRIS, G.K. 2011. Pomegranate as a Functional Food and Nutraceutical Source. *Annual Review of Food Science and Technology* 2011;2(1):181-201. doi: 10.1146/annurev-food-030810-153709
17. LIMA, D.M. – RANGEL, A. – URBANO, S. – MITZI, G. – MORENO, G.M. 2013. Oxidação lipídica da carne ovina. *Acta Veterinaria Brasilica* 2013;7(1):14-28.
18. MIN, B. – AHN, U. 2005. Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products - a review. *Food Science and Biotechnology* 2005;14(1):152-163.
19. MORSY, M.K. – ENAS, M. – RASHA, E. 2018. Impact of pomegranate peel nanoparticles on quality attributes of meatballs during refrigerated storage. *LWT* 2018;89:489-495. doi: 10.1016/j.lwt.2017.11.022
20. MTIBAA, A.C. – SMAOUI, S. – BEN HLIMA, H. – SELLEM, I. – ENNOURI, K. – MELLOULI, F. 2019. Enterocin BacFL31 from a Safety Enterococcus faecium FL31: Natural Preservative Agent Used Alone and in Combination with Aqueous Peel Onion (Allium cepa) Extract in Ground Beef Meat Storage. *BioMed Research International* 2019:1-13. doi: 10.1155/2019/4094890
21. NAVEENA, B.M. – SEN, A.R. – VAITHIYANATHAN, S. – BABJI, Y. – KONDAIAH, N. 2008. Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties. *Meat Science* 2008;80(4):1304-1308. doi: 10.1016/j.meatsci.2008.06.005
22. QIN, Y-Y. – ZHANG, Z-H. – LI, L. – XIONG, W. – SHI, J-Y. – ZHAO, T-R. – FAN, J. 2013. Antioxidant effect of pomegranate rind powder extract, pomegranate juice, and pomegranate seed powder extract as antioxidants in raw ground pork meat. *Food Science and Biotechnology* 2013;22(4):1063-1069. doi: 10.1007/s10068-013-0184-8

23. SHAH, M.A. – BOSCO S.J.D. – MIR, S.A. 2104. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Science* 2014;98(1):21-33. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.03.020
24. SHAN, B. – YI-ZHONG, C. – JOHN, D.B. – HAROLD, C. 2009. Antibacterial and antioxidant effects of five spice and herb extracts as natural preservatives of raw pork. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2009;89(11):1879-1885. doi: 10.1002/jsfa.3667
25. SINGH, B. – SINGH, J.P. – KAUR, A. – SINGH, N. 2018. Phenolic compounds as beneficial phytochemicals in pomegranate (*Punica granatum* L.) peel: A review. *Food Chemistry* 2018;261:75-86. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.04.039
26. SUN, W. – YAN, CH. – FROST, B. – WANG, X. – HOU, CH. – ZENG, M. – GAO, H. – KANG, Y. – LIU, J. 2016. Pomegranate extract decreases oxidative stress and alleviates mitochondrial impairment by activating AMPK-Nrf2 in hypothalamic paraventricular nucleus of spontaneously hypertensive rats. *Scientific Reports* 2016;6(1). doi: 10.1038/srep34246
27. TURGUT, S. S. – SOYER, A. – İŞIKÇI, F. 2016. Effect of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during refrigerated storage. *Meat Science*, 116, 126–132. doi:10.1016/j.meatsci.2016.02.011
28. TURGUT, S.S. – İŞIKÇI, F. – SOYER, A. 2017. Antioxidant activity of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage. *Meat Science* 2017;129:111-119. doi: 10.1016/j.meatsci.2017.02.019
29. WĄSOWICZ, E. – GRAMZA, A. – HEŚ, M. – JELEŃ, H. H. – KORCZAK, J. – MAŁECKA, M. – MILDNER-SZKUDLARZ, S. – RUDZIŃSKA, M. – SAMOTYJA, U. – ZAWIRSKA-WOJTASIAK, R. 2004. Oxidation of Lipid Foods. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 2004;54(1):87-100.
30. WÓJCIAK, K. M. – DOLATOWSKI, Z. J. 2012. Oxidative stability of fermented meat products. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria* 2012;11(2):99-109.
31. ZHAO, X. – YUAN, Z. – FANG, Y. – YIN, Y. – FENG, L. 2013. Characterization and evaluation of major anthocyanins in pomegranate (*Punica granatum* L.) peel of different cultivars and their development phases. *European Food Research and Technology* 2013;236(1):109-117. doi: 10.1007/s00217-012-1869-6

Kontaktná adresa:

Ing. Lukáš Jurčaga, Ústav potravinárstva FBP SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: xjurcaga@uniag.sk

TRENDY V GASTRONÓMII – ZÁŽITKOVÁ GASTRONÓMIA TRENDS IN GASTRONOMY – EXPERIENTIAL GASTRONOMY

Kolesárová Anna, Zeleňáková Lucia, Mendelová Andrea, Solgajová Miriam

Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

Summary

In this work, we focused on the current trend in gastronomy, specifically experiential gastronomy. We analyzed the data obtained from survey, which aim was to determine people's awareness of experiential gastronomy. This included if they ever experienced this type of gastronomy in Slovakia or abroad, what form was this gastronomy represented by and how do they choose the restaurants they visit. Less than half of our respondents in Slovak restaurants encountered various concepts of experiential gastronomy, although most respondents are familiar with experiential gastronomy and people are very interested in it.

Key words: trends in gastronomy, experiential gastronomy, fine dining

ÚVOD

Gastronómiu možno definovať ako súbor poznatkov a činností, ktoré sa týkajú zložiek potravín, receptov a kulinárskych techník, ako aj ich historického použitia (Roselló-Soto et al., 2019). Gastronómia a poskytovanie stravovacích služieb je jedným z najrýchlejšie sa meniacich sektorov, pretože majitelia reštaurácií, manažéri a šéfkuchári sa musia prispôbovať požiadavkám zákazníkov a trhu. Ľudia sa do väčšej miery zaujímajú o seba, o svoje zdravie, prostredie, v ktorom žijú, o jedlo, ktoré konzumujú. Podnikatelia v pohostinstve, ktorí chcú uspieť v silnej konkurencii, sú nútení sledovať tieto zmeny a prispôbiť sa im (Šenková a Vaniček, 2017).

Prezentácia alebo konzumácia jedla nie sú iba fyziologické potreby, ale aj psychologické potreby spojené s chuťou a potešením. Zvýraznené estetické záujmy a kreatívne štýly pri podávaní jedál v posledných rokoch vzrástli a tento stúpajúci trend naznačuje, že gastronómia má blízky vzťah k umeniu. Súčasný svet gastronómie ponúka mnoho druhov zážitku v rámci podávania pokrmov a je len na samotnej reštaurácii či šéfkuchárovi, akým spôsobom sa rozhodne povýšiť jedlo na niečo viac (Şipahi a Ylmaz, 2017).

V oblasti zážitkovej gastronómie sa za jej prvé formy považuje fine dining alebo reštaurácie, ktoré poskytujú servis na vyššej úrovni ako bežné reštaurácie. Základom fine diningu je používanie regionálnych a sezónnych surovín, a takisto je to originalita, kreativita a tvorivosť šéfkuchára. Sú to reštaurácie s najvyššou cenou, ktoré sa dajú prevádzkovať. Reštaurácia typu fine dining sa zameriava na tri hlavné oblasti: menu, služby a atmosféru. Zákazníci by mali mať v konečnom dôsledku pocit, že peniaze, ktoré minuli v takejto reštaurácii, za to skutočne stoja (Mealey, 2020). Medzi najlepšie hodnotené reštaurácie na Slovensku v roku 2020 patria práve reštaurácie, ktoré sa radia medzi fine dining (Horváthová, 2020). Medzi koncepty, ktoré môžeme zaradiť do zážitkovej gastronómie patrí napr. Molecular gastronomy (molekulárna gastronómia). Je to vedný odbor zaoberajúci sa fyzikálnymi a chemickými transformáciami, ktoré sa vyskytujú počas varenia (Myhrvold a This, 2018). Šéfkuchári experimentovaním s prvkami a zariadeniami predtým používaných iba v laboratóriách alebo pri komerčnej výrobe potravín, vyvinuli nové textúry, formy a jedlá, ktoré nebolo možné vytvoriť pomocou klasických kulinárskych postupov a nástrojov. Spočiatku odmietaný modernistický postup si za posledné dve desaťročia získal veľa kuchárov a rozsiahly ohlas u kritikov za ich prácu a množstvo vyvinutých a zdokonalených techník modernej kuchyne (Borkenhagen, 2017).

Ďalší z trendov je Multisensory dining, ktorý označuje multisenzorické reštaurácie, v ktorých okrem podávania jedla využívajú aj zrak, zvuk a vôňu na vytvorenie špecifickej atmosféry, ktorá zvyšuje zážitok z podávania jedla a jeho samotnej konzumácie (URL 1). Kuchári sa zameriavajú na všetky prvky jedla, od chuti cez zvuk až po vizuálnu stránku, dokonca aj hmatový tvar pohárov alebo príborov. V súčasnosti v tejto oblasti prebieha pomerne veľa výskumov, ktoré určujú, ako naše ďalšie zmysly ovplyvňujú spôsob, akým vnímame jedlo, ktoré jeme (Oliver, 2020).

Dinner in the sky, v preklade Večera vo výškach, sa zrodil v máji 2006. Počas tejto večere sú zákazníci usadení v postroji na sedačke a spolu so stolom visia na žeriave. Zväčša sa podáva niekoľkokochodová večera vo výške 50 metrov nad zemou. Projekt bol úspešný, usporiadalo sa viac ako 5 000 podujatí v mestách po celom svete (URL 1). Taktiež boli predstavené nové kreatívne koncepty, ako napríklad Beach Bar in the Sky (Plážový bar na oblohe), Opera in the Sky (Opera na oblohe) s Lesley Garrettom spievajúcim v londýnskom Toweri, Internetová kaviareň na oblohe pre Nokiu v Las Vegas či Poker na oblohe v Španielsku (URL 2).

Existuje všeobecné vnímanie súvislosti medzi pôžitkom z jedla a vína. Enogastronómia v sebe zahŕňa kulinárske prvky (pokrm, jedlo a spôsoby ich prípravy), ako aj všetko, čo súvisí s enológiou, teda vedou o víne a jeho výrobe. Víno vo všetkých svojich verziách (biele, červené, ružové, fortifikované, neskorý zber, šumivé) je prirodzenou možnosťou párovania s jedlom, a zdôrazňuje tak organoleptické vlastnosti väčšiny regionálnych kuchýň. Kombinácia vína a jedla môže vytvoriť úplne nový a výnimočný gastronomický efekt (Madeira, 2019).

Gastro-turizmus, alebo tiež často nazývaný ako kulinársky turizmus, patrí k relatívne novým pojmom a objavil sa až s nástupom 21. storočia (Goeldner a Brent-Ritchie, 2014). Zahŕňa zámerné hľadanie autentických a nezabudnuteľných kulinárskych zážitkov pri cestovaní na medzinárodnej, regionálnej alebo miestnej úrovni. Pre gastro-turistov je jedlo motiváciou pre cestovanie; tieto miesta fungujú ako nosiče gastronomických zážitkov a sú to aktivity spojené s jedlom, ktoré zahŕňajú pozorovania zo zákulisia, kultúrne či regionálne činnosti a často praktickou účasťou na jedle alebo pití (Williams et al., 2013).

V poslednej dobe je rýchlo sa šíriacim trendom v reštauráciách tzv. Open kitchen dining alebo otvorená kuchyňa, v ktorom ide o vycibrenú úroveň výkonu a vynikajúcu kuchyňu. Po celom svete šéfkuchári v reštauráciách pripravujú celý pokrm, alebo časť jeho prípravy priamo pred očami hostí, ktorí často sedia pri pultoch a sledujú ho. Varenie sa stalo reality šou a k zážitku v reštaurácii sa pridal aj iný aspekt, a to zvýšený záujem o čerstvé suroviny a lokálne potraviny, ktorý zahŕňa nové trendy v organickom, bezlepkovom, bezlaktózovom, vegánskom a vegetariánskom stravovaní (Hudson, 2017). Japonské reštaurácie, v ktorých varia pred zákazníkmi, sa často nazývajú reštaurácie hibachi a technika sa nazýva „Teppanyaki“, čiže grilovanie na rovnom povrchu. Divadelný štýl je súčasťou toho, čo robí z hibachi taký atraktívny. Varenie hibachi sa začalo na malých mobilných griloch, ale v priebehu rokov sa z neho vyvinul komplikovanejší a zaujímavejší typ varenia (Nusselder, 2020).

Fusion cuisine (fúzna kuchyňa) spája kulinárske tradície dvoch alebo viacerých národov a vytvára inovatívne a zaujímavé jedlá. Medzi bežné príklady patrí tichomorská kuchyňa a jedlá Tex-Mex (Texas-Mexiko, je to americká regionálna kuchyňa, ktorú priniesli obyvatelia Texasu mexického pôvodu). Niekoľko francúzskych kuchárov začalo ponúkať jedlá, ktoré kombinovali tradičné francúzske jedlo s ázijskou kuchyňou, najmä jedlá z Vietnamu a Číny. Tento koncept sa rýchlo rozšíril do ďalších veľkých európskych miest spolu s americkým pobrežím (URL 3). S vývojom fúznej kuchyne sa kombinuje oveľa viac etnických a regionálnych kuchýň, aby sa vytvorili nové hybridy (URL 4).

Za posledné desaťročie sa rozšírilo mnoho reštaurácií typu dark dining (tmavé reštaurácie), ktoré poskytujú svojej klientele ojedinelý gastronomický zážitok – jedlo a pitie v

úplnej tme. Vďaka dočasne „vyraďenému“ zraku zákazníci môžu oveľa prenikavejšie vnímať napríklad chute a vône na tanieri (URL 5). Jedným z kľúčových faktorov rastu počtu reštaurácií v tme môže byť vplyvná myšlienka „zážitkovej ekonomiky“: Silná predstava, ktorá spočíva v tom, že spotrebitelia čoraz viac platia za skúsenosti, nielen za výrobky a služby (Spence a Piqueras-Fiszman, 2012). Na Slovensku vznikol podobný koncept s názvom Tmavá degustácia. Ide o netradičnú ochutnávku vína v tme. Hlavnou myšlienkou je venovať sa zmyslom, umeniu chápať vôňam a arómam, osvojiť si techniku ovoniavania, ochutnávania, posudzovania vína, zdravotného stavu vína ale aj kombinovanie s jedlom (URL 6).

Cieľom našej práce bolo zistiť povedomie ľudí o zážitkovej gastronómii, či respondenti poznajú pojem zážitková gastronómia a ak áno, kde a za akých okolností sa s ňou stretli, s ktorými jej formami a tiež podľa čoho si zákazníci vyberajú reštaurácie, ktoré navštevujú. Zaujímali nás aj vzťah medzi jednotlivými odpoveďami na otázky a vekom, resp. pohlavím respondentov.

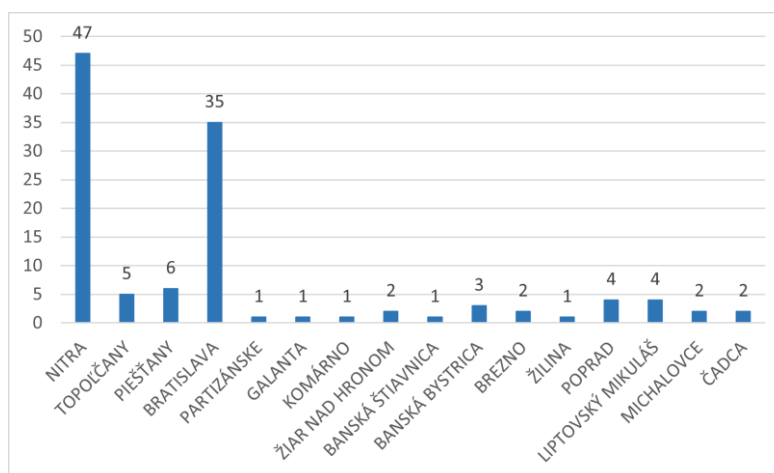
MATERIÁL A METÓDY

Údaje sme zbierali formou dotazníkov pomocou Google Docs. Dotazník obsahoval uzavreté, polouzavreté a otvorené otázky. Rozposielali sme ho online formou, teda pomocou e-mailov, Facebooku a iných sociálnych sietí. Výber respondentov bol náhodný, spočíval len na ich ochote zapojiť sa a odpovedať na otázky. Dotazník obsahoval 13 otázok. Pri jeho vyplňovaní sa v 8 otázkach dala vybrať jedna možnosť, v 2 otázkach si mohli respondenti vybrať viac ako jednu možnosť a zároveň mali tieto otázky polouzavretý charakter a 3 otázky sa dali vyplniť vlastnou krátkou odpoveďou. Výsledky boli spracované pomocou Microsoft Excelu a následne upravené do grafov s číselnými alebo percentuálnymi hodnotami. Dve otvorené otázky, ktoré sa týkali konkrétnych reštaurácií a obsahovali mnoho rozdielnych odpovedí, sme spracovali do prehľadných tabuliek. Na dotazník odpovedalo spolu 117 respondentov rôznych vekových skupín.

Na štatistické vyhodnotenie bol použitý program MS Excel 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA). Porovnanie medzi jednotlivými odpoveďami respondentov na otázky a ich vekom resp. pohlavím, sme uskutočnili pomocou χ^2 testu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Najväčšiu vekovú skupinu v rozpätí 19 – 30 rokov tvorilo 60,7 % (71 respondentov), druhú najväčšiu skupinu vo veku 31 – 40 rokov tvorilo 22,2 % (26 respondentov), respondenti vo veku 41 – 50 rokov tvorili spolu s respondentmi vo veku viac ako 50 rokov rovnako po 8,5 % (po 10 respondentov). Respondenti mladší ako 18 rokov sa do vyplňovania dotazníka nezapojili. Do dotazníkového prieskumu sa zapojilo 86 žien (73,5 %) a 31 mužov (26,5 %). Najviac respondentov pochádzalo z okresu Nitra (47) a z okresu Bratislava (35). Zastúpenie respondentov z ďalších okresov uvádzame v obrázku 1.



Obr. 1 Okres, v ktorom respondenti žijú

Zážitková gastronómia je pojem, ktorý v sebe ukrýva viac než len samotný pôžitok z jedla. Človek vníma všetkými zmyslami, má záujem aj o iné aspekty spojené s gastronómiou. Túži po pôžitku a niečom, prečo sa bude vracat' a práve toto je cieľom zážitkovej gastronómie (Pjataková, 2015).

Zaujímalo nás, či je respondentom známy pojem „zážitková gastronómia“. V otázke sme zámerne nešpecifikovali, čo presne takáto gastronómia môže zahŕňať, aby sme si vytvorili predstavu, či vôbec respondent pozná takýto pojem. Z tejto otázky vyplynulo, že až 89 % (104) respondentov pozná takúto formu gastronómie a iba 11 % (13) z nich nie.

Dalšia otázka bola zameraná na zistenie, či sa respondenti stretli na Slovensku s reštauráciou, ktorá by ponúkala nejakú z foriem zážitkovej gastronómie. Za otázkou sme na upresnenie uviedli rôzne príklady zážitkovej gastronómie, aby bolo respondentom jasné, na čo sa pýtame (napríklad flambovanie kuchárom pred zákazníkom, konzumácia v tme, vo výškach, pod hladinou, s hudbou, špeciálny druh obsluhy – vláčikom, robotom, dokončovanie pokrmu pred zákazníkom, otvorená kuchyňa, párovanie jedla s vínom/nápojmi, konzumácia v „umelej“ džungli a iné). Viac ako polovica respondentov uviedla ako odpoveď, že sa na Slovensku nestretlo s takouto formou gastronómie, a to 69,2 %, čo predstavuje až 81 odpovedí. Tých, ktorí odpovedali kladne, sme požiadali, aby napísali názov reštaurácie, v ktorej sa stretli s nejakou formou zážitkovej gastronómie na Slovensku a aký konkrétny zážitok im bol ponúknutý. Respondenti spomenuli spolu 24 reštaurácií, pričom niekoľko z nich sa opakovalo viackrát. Väčšina zo spomenutých reštaurácií sa nachádza v okolí Nitry a Bratislavy (odkiaľ bolo aj zapojených najviac respondentov), ale boli spomenuté reštaurácie aj z iných miest Slovenska. V odpovediach sa najčastejšie ako forma zážitku uvádzala večera s degustačným menu, flambovanie, dokončovanie pokrmu pred zákazníkom alebo párovanie jedla s vínom.

Dokončovanie pokrmu alebo kompletná príprava pokrmu pred zákazníkmi, čo môže zahŕňať aj flambovanie, je podľa Hudsona (2017) v posledných rokoch rastúcim trendom. A podľa mnohých odpovedí, ktoré uviedli respondenti, aj na Slovensku v čoraz viacerých reštauráciách využívajú tento koncept, ako napríklad reštaurácia Sakura, viackrát bol spomenutý Kaštieľ Čereňany, Chateau Mojmírovce, Golden Garden, Wagamama a niekoľko ďalších.

Párovanie alebo snúbenie jedla s vínom, trend známy aj ako enogastronómia, je všade vo svete veľmi obľúbenou formou zážitkovej gastronómie. Čoraz častejšie je i motiváciou pre turistov, za účelom návštevy konkrétnej destinácie, ktorá ponúka gastronómiu v spojení s kvalitným lokálnym vínom (Madeira, 2019). Zo slovenských reštaurácií, kde sa respondenti s takouto koncepciou stretli, uviedli bistro Otto!, kde sa zúčastnili večere s párovaním

naturálnych slovenských a zahraničných vín, Penzión a reštauráciu Artin (respondenti z Nitry) a reštauráciu z Popradu Víno&Tapas.

Respondenti uviedli aj svetoznámy koncept „Dinner in the sky“ v Bratislave, kde zákazníci večerali vo výške 50 metrov nad zemou, pripútaní o sedadlo, zavesením na žeriave, súčasťou večere bolo niekoľko chodové menu. Na porovnanie v Bruseli, ako uvádza Towers (2018), je Dinner in the sky jedným z najvyhládavanejších gastronomických zážitkov. Okrem klasických večerí vo výškach ponúkajú v Bruseli „Business in the sky“ – firemné stretnutia formou raňajok alebo večerí, a „Entertainment in the sky“ – možnosť zahrať si golf, sledovať športové podujatia a podobne. Podobný koncept má UFO watch.taste.groove v Bratislave, ktorá bola v odpovediach respondentov tiež zahrnutá. Jedná sa o reštauráciu, ktorá ponúka unikátny výhľad na mesto a zákazníci uviedli, že sa tu zúčastnili šesťchodovej degustácie večere alebo večere, kde sa snúbilo jedlo s vínom. V tabuľke 1 sú vymenované všetky ostatné a vyššie spomenuté reštaurácie a akú formu zážitku zákazníkovi ponúkli.

Tab. 1 Slovenské reštaurácie s ponukou zážitkovej gastronómie

Názov reštaurácie a mesto/obec	Ponúknutá forma zážitkovej gastronómie
Sakura (Nitra)	Otvorená kuchyňa, kde kuchár pripravuje sushi
Chateau Appony (Oponice)	Snúbenie jedla s vínom na akcii s názvom „Titanic“ v sprievode tematickej hudby
Penzión a reštaurácia Artin (Nitra)	Snúbenie jedla s vínom
Paladium (Nitra)	Niekoľkochodové menu v sprievode šéfkuchára Marcela Ihnačáka
Pálenica Jelšovce	Degustčné menu v sprievode šéfkuchára
Chateau Mojmírovce	Zimný festival jedla – servírovanie pokrmov pred zákazníkmi s komentárom šéfkuchára
Kaštieľ Čereňany	Flambovanie a dokončovanie pokrmu pred zákazníkom
Sedliacka reštaurácia (Štúrovo)	Stredoveká atmosféra, obsluha má oblečenie ako zo stredoveku a jedlo je podávané za sprievodu programu (strelba lukom, rytierske zápasy a podobne)
Kortina (Štúrovo)	Niekoľkochodová večera v sprievode šéfkuchára
Kulháň (Zlatníky)	Vylovenie si vlastného pstruha a jeho príprava priamo pred zákazníkmi
Golden Garden (Šamorín)	Príprava a dokončovanie steaku pred zákazníkom
Chateau Rubáň	Prezentácia a ochutnávka ich vlastných vín a k nim podávané špeciálne pokrmy
Mäso od Romana (Bratislava)	Kurz prípravy mäsa a jeho následná konzumácia
Otto! (Bratislava)	Večera s párovaním naturálnych slovenských a zahraničných vín
Wagamama (Bratislava)	Dokončovanie ázijského pokrmu pred zákazníkom
UFO watch.taste.groove (Bratislava)	Unikátny výhľad na mesto, niekoľkochodová večera a párovanie jedla s vínom
Benihana (Bratislava)	Príprava ázijského jedla na platni pred zákazníkom
Sexi Dog (Bratislava)	Podávanie pokrmov s príbehom o jeho príprave a párovanie s miešanými drinkami
The Velvet (Bratislava)	Dokončovanie pokrmov na grile pred zákazníkmi a párovanie s miešanými drinkami
Globo (Bratislava)	Luxusná degustčná večera a jej párovanie s vínom v sprievode šéfkuchára a someliéra
Iasai (Bratislava)	Príprava ázijskej kuchyne kuchárom pred hosťami, ktorí sedia za okrúhlym barovým stolom a v strede je kuchár
SaSaZu (Bratislava)	Otvorená kuchyňa, prostredie je ladené štýlom k ponúkaným pokrmom
Season (Zvolen)	Príprava a dokončovanie pokrmu pred zákazníkmi
Víno & Tapas (Poprad)	Dokončenie pokrmu pred zákazníkmi a párovanie jedla s vínom

Je známe, že francúzski šéfkuchári nezvyknú experimentovať, obmieňať alebo inovovať postupy pri príprave pokrmov. Naopak španielski, talianski a iní svetoví šéfkuchári viac

sledujú módne trendy v gastronómii, experimentujú a neboja sa spájať prvky domácich a zahraničných kuchýň v pokrmoch, ktoré pripravujú (Freedman, 2007).

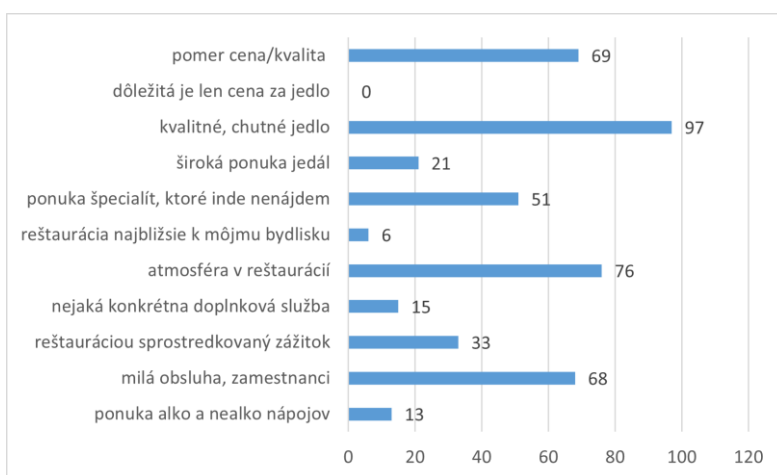
Zisťovali sme, či naši respondenti niekedy navštívili v zahraničí reštauráciu, ktorá by ponúkala nejakú formu zážitkovej gastronómie. Iba 28 % (33) respondentov navštívilo takúto reštauráciu a zvyšných 72 % (84) respondentov nie. Respondenti spomenuli v dotazníku spolu 19 rôznych reštaurácií a väčšina z nich sa nachádza v Európe v najčastejšie navštevovaných destináciách. Mnoho z nich sa nachádza v Prahe, pričom najviac sa medzi odpoveďami vyskytovala reštaurácia Výtopna v Prahe. Táto reštaurácia je známa tým, že objednané jedlo a nápoje namiesto čašníka dovezie na stôl model vláčika. Iní respondenti uviedli v odpovedi, že navštívili takisto Výtopnu v Brne, ktorá má rovnaký koncept. Z Prahy bola spomenutá dvakrát v odpovediach Cukrář Skála, ktorá je známa tým, že zákazníci môžu vidieť, ako sa vyrábajú dezerty cez presklenú stenu výroby. Respondentom uvedený bol aj svetoznámy koncept, pri ktorom zákazník konzumuje niekoľkochodové menu v úplnej tme, ktorého sa zúčastnil v Poľsku. Po celom svete pribúdajú reštaurácie takéhoto typu, pretože spotrebiteľia čoraz viac vyhľadávajú kulinárske zážitky, ktoré sú neobvyklé a zaujímavé (Spence a Piqueras-Fiszman, 2012). Spomenutá bola plavba pirátskou loďou, na ktorej obsluha bola v autentickom oblečení a podávala sa niekoľkochodová večera spojená s párovaním pokrmov a miešaných drinkov. V tabuľke 2 sú vymenované všetky spomenuté zahraničné reštaurácie a akú formu zážitku zákazníkom ponúkajú.

Tab. 2 Zahraničné reštaurácie s ponukou zážitkovej gastronómie

Názov reštaurácie a mesto/štát	Ponúknutá forma zážitkovej gastronómie
Výtopna Brno	Model vláčika dovezie jedlo a nápoje namiesto čašníka
Výtopna Praha	Model vláčika dovezie jedlo a nápoje namiesto čašníka
Cukrář Skála (Praha)	Presklená stena výroby dezertov
Kantýna (Praha)	Zákazník si vyberá mäso na steak priamo z mäsiarovho pultu a potom ho kuchár pripraví podľa želania pred zákazníkom
Wokin (Praha)	Zákazník si vyberá všetky suroviny a následne kuchár pripraví pokrm priamo pred zákazníkom
Oblaca Restaurant (Praha)	Reštaurácia s výhľadom na Prahu vo Vysokej veži, párovanie jedla s vínom za sprievodu šéfkuchára a someliéra
Ambiente Brasileiro (Praha)	Degustáčne menu, pokrmy podávané zákazníkom aj s výkladom
Pizza Nuova (Praha)	Výber pizze z ponuky, ktorú prinesie čašník na ukážku zákazníkom
Špejle (Praha)	Reštaurácia nemá jedálny lístok, v ponuke má rôzne variácie pokrmov napichnutých na špajdlí a zákazník si vyberá priamo z preskleneného pultu podľa ponuky
Heuriger & Vinothek Fabian (Rakúsko)	Párovanie miestneho vína s ich vlastnými šunkami a ovocím
Sarrasani Dinnershow (Drážďany)	Jedlo podávané počas cirkusovej šou
Rabiang (Mníchov)	Súkromná ukážka prípravy thajského jedla
Miralago (Verona)	Šéfkuchár osobne prezentuje jednotlivé chody menu
Peckham Bazaar (Londýn)	Balkánska reštaurácia, v ktorej sa ako špecialita pripravuje pečené kura v obrovskej peci, ktorá je viditeľná v interiéri reštaurácie
Fine Mess Smokehouse (Atény)	Príprava barbecue priamo pred zákazníkmi
A'barra (Madrid)	Súkromná ukážka prípravy jedla, kedy je zákazník priamo v kuchyni a podieľa sa na príprave
717 Bar & Grill (Malta)	Otvorená kuchyňa, dokončovanie pokrmu pred zákazníkmi
Ramen Shingen Minami 6JO (Saporro)	Japonskí kuchári pripravujú jedlo priamo pred zákazníkmi a zabávajú ich svojou kulinárskou šou
Zuma (Dubaj)	Večera v najvyššej budove sveta – Burj Khalifa a otvorený sushi bar, kde zákazníci môžu vidieť jeho prípravu

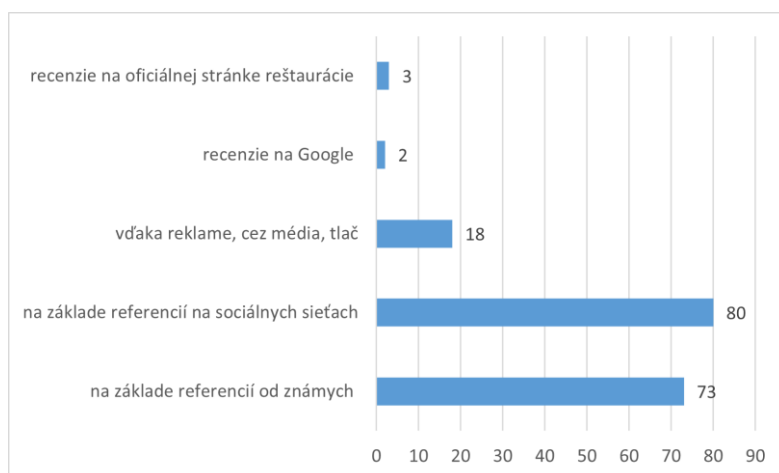
Zisťovali sme, či by opýtaní prijali vo svojom okolí reštauráciu, ktorá ponúka zážitkovú gastronómiu. Zo 117 odpovedí až 94,87 % respondentov (111) odpovedalo, že by chceli mať reštauráciu takéhoto druhu vo svojom okolí, iba 5,13 % (6) odpovedalo záporne. Zaujímali sme sa aj o to, či by respondenti boli ochotní zaplatiť viac v reštaurácii, ktorá by sa od konkurencie odlišovala práve v podobe sprostredkovania nejakého gastronomického zážitku. Na túto otázku odpovedala väčšina respondentov opäť kladne, a to 93,2 % (109) a iba 6,8 % (8) nie.

Respondentov sme sa tiež pýtali, vďaka čomu sa rozhodujú pre návštevu konkrétnej reštaurácie (obr. 2). Podľa odpovedí väčšina opýtaných uprednostňuje hlavne kvalitné a chutné jedlo v spojení s príjemnou atmosférou a obsluhujúcim personálom, ktorý je milý a ochotný a samozrejme, v správnom pomere ceny ku kvalite produktu. Pri výbere reštaurácie nerozhoduje najbližšia vzdialenosť, viac zaväži obsah jedálneho lístka a ponuka špecialít, ktoré bežne inde neponúkajú. Pre niektorých z respondentov je dôležitý zážitok, ktorý môže reštaurácia sprostredkovať. Pre časť respondentov sú dôležité aj doplnkové služby, medzi ktoré môžeme zaradiť, napríklad detský kútik, zapožičanie spoločenských hier alebo terasa v letných mesiacoch. Pre nikoho z respondentov nie je dôležitá iba cena za produkt.



Obr. 2 Dôvody návštevy konkrétnej reštaurácie zákazníkom

Zaujímalo nás, či si respondenti o danej reštaurácii, ktorú sa chystajú navštíviť, získavajú informácie vopred. 77, 8 % (91) respondentov si vopred získava nejakým spôsobom informácie o reštaurácii a 22,2 % (26) si nezískava informácie vopred, ale vyberajú si spontánne, v danom momente. Väčšina mladých ľudí preferuje na získavanie rôznych informácií, vrátane recenzií, sociálne siete, napríklad Facebook či Instagram, čo sa nám potvrdilo aj pri tejto otázke. Takisto ale zaväži pri výbere reštaurácie skúsenosť, názor a odporúčanie od známych. Menšia časť opýtaných si informácie získava cez médiá, prostredníctvom tlače, recenzií na Google a na oficiálnej stránke reštaurácie (obr. 3).



Obr. 3 Spôsob získavania informácií o reštaurácii

Zaujímali nás aj vzťah medzi jednotlivými odpoveďami (áno / nie) na otázky a vekom, resp. pohlavím respondentov. Tento vzťah sme skúmali χ^2 testom nezávislosti. Vybrali sme konkrétne tieto otázky:

1. Poznáte pojem „zážitková gastronómia“?
2. Stretli ste sa na Slovensku s reštauráciou, ktorá by ponúkala nejakú z foriem zážitkovej gastronómie?
3. Navštívili ste niekedy takúto alebo podobnú reštauráciu v zahraničí?
4. Prijali by ste reštauráciu vo svojom okolí, ktorá by ponúkala nejakú z foriem zážitkovej gastronómie?
5. Boli by ste ochotný zaplatiť viac v reštaurácii, ktorá by sprostredkovala nejaký gastronomický zážitok?
6. Ak sa chystáte navštíviť novú reštauráciu, získavate si o nej informácie?

Tab. 3 χ^2 -test – vzťah medzi odpoveďami a vekom (19-30 rokov, n = 71; viac ako 30 rokov, n = 46)

	odpovede		P hodnota
	áno	nie	
1. otázka			
19-30 rokov	64 (54,70 %)	7 (5,98 %)	$P < 0,001$
> ako 30	40 (34,19 %)	6 (5,13 %)	
2. otázka			
19-30 rokov	25 (21,37 %)	46 (39,32 %)	$P = 0,0562$
> ako 30	11 (9,40 %)	35 (29,91 %)	
3. otázka			
19-30 rokov	23 (19,66 %)	49 (41,88 %)	$P = 0,1081$
> ako 30	11 (9,40 %)	35 (29,91 %)	
4. otázka			
19-30 rokov	68 (58,12 %)	3 (2,56 %)	$P < 0,001$
> ako 30	43 (36,75 %)	3 (2,56 %)	
5. otázka			
19-30 rokov	65 (55,56 %)	6 (5,13 %)	$P < 0,001$
> ako 30	44 (37,61 %)	2 (1,71 %)	
6. otázka			
19-30 rokov	57 (48,72 %)	14 (11,96 %)	$P < 0,001$
> ako 30	34 (29,06 %)	12 (10,26 %)	

Zo 117 respondentov nám pri otázke, či poznajú zážitkovú gastronómiu, odpovedalo áno 64 respondentov vo vekovej skupine 19 – 30 rokov a 40 respondentov starších ako 30 rokov. Zážitkovú gastronómiu nepoznalo 7 respondentov zo skupiny 19 – 30 ročných a 6 starších ako 30 rokov. V tejto otázke sme zaznamenali štatisticky preukazný rozdiel medzi uvedenými vekovými kategóriami ($P < 0,001$) (tab. 3). Rovnaký štatisticky preukazný rozdiel sme zistili aj v 4. otázke. 68 respondentov vo veku 19 – 30 rokov a 43 respondentov starších ako 30 rokov by prijala reštauráciu vo svojom okolí, ktorá by ponúkala nejakú z foriem zážitkovej gastronómie, negatívne odpovedali 3 respondenti z obidvoch vekových skupín. Pri tejto otázke sme zistili aj štatisticky významný rozdiel ($P < 0,001$) medzi odpoveďami a pohlavím. Kladne odpovedalo 30 mužov a 81 žien, negatívne odpovedal iba 1 muž a 5 žien (tab. 4). Ochotných zaplatiť viac v reštaurácii, ktorá by sprostredkovala nejaký gastronomický zážitok, bolo vo vekovej skupine 19 – 30 ročných a to 55,56 %. Potvrdila sa nám štatistická významnosť ($P < 0,001$) a tiež medzi mužmi a ženami pri tejto istej otázke. Ak sa chystá navštíviť novú reštauráciu, získava si o nej informácie viac respondentov v kategórii 19 – 30 ročných (48,72 %) a viac mužov (80,65 %) ako žien (76,74 %). Medzi týmito vzťahmi sme zaznamenali štatisticky preukazný rozdiel.

Tab. 4 χ^2 test - vzťah medzi odpoveďami a pohlavím (muži n=31, ženy n=86)

	odpovede		
	áno	nie	p hodnota
1. otázka			
muži	28 (90,32 %)	3 (9,68 %)	$P = 0,767$
ženy	76 (88,37 %)	10 (11,63 %)	
2. otázka			
muži	13 (41,94 %)	18 (58,06 %)	$P = 0,116$
ženy	23 (26,74 %)	63 (73,26 %)	
3. otázka			
muži	8 (25,81 %)	23 (74,19 %)	$P = 0,729$
ženy	25 (29,07 %)	61 (70,93 %)	
4. otázka			
muži	30 (96,77%)	1 (3,23 %)	$P < 0,001$
ženy	81 (94,19 %)	5 (5,81 %)	
5. otázka			
muži	29 (93,55 %)	2 (6,45 %)	$P < 0,001$
ženy	80 (93,02 %)	6 (6,98 %)	
6. otázka			
muži	25 (80,65 %)	6 (19,35 %)	$P < 0,001$
ženy	66 (76,74 %)	20 (23,26 %)	

Štatisticky preukazný rozdiel sme nezaznamenali vo vzťahu medzi odpoveďami a vekom respondentov pri 2. a 3. otázke a vo vzťahu medzi odpoveďami áno/nie a pohlavím respondentov v 1., 2. a 3. otázke.

ZÁVER

V súčasnosti sa gastronómia neustále mení, už dávno nie je len o uspokojovaní základných životných potrieb, ale aj o potešení, skúšaní netradičných jedál a pôžitku. Rôzne formy zážitkovej gastronómie vedú ponúknuť nielen dobré jedlo, ale i vyššie spomenuté aspekty. Dôležitú rolu hrá dnes aj interiér, atmosféra a zapojenie všetkých zmyslov pri

konzumácii pokrmov. Jedlo sa spája s turizmom, spoznávaním nových kultúr a tradícií, ktoré sa v gastronómii kombinujú. V móde je párovať jedlo s vínom, pivom či inými nápojmi, a večerať v netradičných podmienkach – v tme alebo vo výškach. S takýmito konceptami sa stretla menej ako polovica našich respondentov v Slovenských reštauráciách, aj keď väčšine opýtaných je zážitková gastronómia známa a ľudia majú vo veľkej miere o ňu záujem.

V porovnaní so zahraničnými reštauráciami je ponuka zážitku u nás oveľa nižšia, a ako uviedli majitelia niektorých reštaurácií pri osobnom rozhovore, je to hlavne kvôli vysokým nákladom alebo majú pocit, že dopyt u nás nie je taký vysoký, aby sa im oplatilo zaviesť do ponuky niečo podobné. Vnímajú, že schopnosť slovenských zákazníkov oceniť zážitkovú gastronómiu postupne vzrastá, aj keď ju ešte mnohí nevedia doceniť v požadovanom objeme.

Na Slovensku vzniká každoročne mnoho nových konceptov a podnikov, ktoré ponúkajú kvalitné a nové produkty, zaujímavé pre domáceho aj zahraničného návštevníka a dúfame, že tento trend bude aj naďalej pokračovať a nezastaví ju ani momentálne nepriaznivá situácia.

PodĎakovanie: Práca vznikla s podporou projektu KEGA 044SPU-4/2019 a KEGA 020SPU-4/2021.

LITERATÚRA

1. BORKENHAGEN, CH. 2017. Evidence-based creativity: Working between art and science in the field of fine dining. In *Social Studies of Science* [online], 46 s. Dostupné na: https://www.academia.edu/34397177/Evidence_based_creativity_Working_between_art_and_science_in_the_field_of_fine_dining?email_work_card=view-paper
2. FREEDMAN, P. 2007. *Food: The History of Taste* [online]. Londýn: Thames & Hudson Ltd, 2007. 363 s. ISBN 978-0-520-25476-3. Dostupné na: https://books.google.sk/books?id=0tWMtRLaZOEK&printsec=frontcover&dq=freedman+jidlo:+dejiny+chuti&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwji5_O_2aXuAhWRLIsKHQoGBmoQ6AEwAXoECAkQAg#v=onepage&q&f=false
3. GOELDNER, CH. R. – BRENT-RITCHIE, J. R. 2014. *Cestovni ruch – Princípy, príklady, trendy*. Brno: BizBooks (Albastros Media a.s.), 2014. 568 s. ISBN 978-80-251-2595-3.
4. HORVÁTHOVÁ, J. 2020. Trend Top reštaurácie a hotely 2020. In *Trend* [online], 2020 Dostupné na: https://zamockyhotelgalicianueva.sk/wpcontent/uploads/2020/06/Enjoy_TREND_TOP.pdf
5. HUDSON, S. 2017. *Open Kitchen Concept Spreads to Hotels* [online]. Dostupné na: https://www.hotelexecutive.com/business_review/4901/open-kitchen-concept-spreads-to-hotels
6. MADEIRA, A. 2019. Understanding Memorable enogastronomic experiences: A qualitative approach. In *Experiential Consumption and Marketing in Tourism: A cross-cultural context* [online]. Dostupné na: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/1.pdf>
7. MEALEY, L. 2020. *Rules of Running a Fine Dining Restaurant* [online]. Dostupné na: <https://www.thebalancesmb.com/what-is-fine-dining-2888688>
8. MYHRVOLD, N. – THIS, H. 2018. Molecular gastronomy. In *Encyclopedia Britannica* [online]. Dostupné na: <https://www.britannica.com/topic/molecular-gastronomy>
9. NUSSELDER, J. 2020. *Japanese cooking style restaurants where they cook in front of you* [online]. Dostupné na: <https://www.bitemy bun.com/japanese-cooking-in-front-of-you-restaurant/>
10. OLIVER, R. 2020. *The Magic Of Multisensory Dining* [online]. Dostupné na: <https://trulyexperiences.com/blog/magic-multisensory-dining/>
11. PJATÁKOVÁ, K. 2015. *Gastronómia je chutný zážitok* [online]. Dostupné na: <https://blog.gastrotatry.sk/gastronomia-je-chutny-zazitok/#sthash.JcaFXvKQ.vDtU1ZsT.dpbs>

12. ROSELLÓ-SOTO, E. – THIRUMDAS, R. – LORENZO, J. M. – SICHETTI-MUNEKATA, P. E. – PUTNIK, P. – ROOHINEJAD, S. – MALLIKARJUNAN, K. – BARBA, F. J. 2019. An integrated strategy between gastronomic science, food science and technology, and nutrition in the development of healthy food products. In *Food Science, Technology and Nutrition, Innovative Thermal and Non-Thermal Processing, Bioaccessibility and Bioavailability of Nutrients and Bioactive Compounds* [online], Cambridge: Woodhead Publishing, 2019, 370 s. ISBN 978-0-12-814174-8. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814174-8.00001-9>
13. ŠÍPAHĚ, S. – YILMAZ, H. 2017. An Evaluation on the Relation between Gastronomy and Art: The Case of Ferran Adria. In *6th World Conference on Design and Arts* [online], s. 329 – 334. Dostupné na: https://www.academia.edu/35580206/An_Evaluation_on_the_Relation_between_Gastronomy_and_Art_The_Case_of_Ferran_Adria
14. SPENCE, CH. – PIQUERAS-FISZMAN, B. 2012. Dining in the dark. In *The psychologist* [online], 25 (12): 888 – 891. Dostupné na: <https://the-psychologist.bps.org.uk/volume-25/edition-12/dining-dark>
15. ŠENKOVÁ, A. – VANÍČEK, J. 2017. Teoretické východiská gastronómie, stravovacích a cateringových služieb. In *Young Science* [online], 5 (8): 200 – 208. ISSN 1339-3189. Dostupné na: http://www.mladaveda.sk/casopisy/17/17_2017_21.pdf
16. TOWERS, J. M. 2018. *Dinner In The Sky: A Dining Experience In High Style* [online]. Dostupné na: <https://www.azureazure.com/gastronomy/chefs-restaurants/dinner-in-the-sky-events-in-the-sky/>
17. URL 1: CONASUR.COM. 2018. *Multi Sensory, Experimental or Molecular Gastronomy: A Dining Experience Like No Other* [online]. Dostupné na: <https://conasur.com/multi-sensory-dining-experimental-or-molecular-gastronomy>
18. URL 2: DINNERINTHESKY.COM. 2006. *The most high-end experience in the world* [online]. Dostupné na internete: <https://www.dinnerinthesky.com/>
19. URL 3: THEGREATGASTRO.COM. 2015. *Fusion cuisine and the ascension of cultural cuisine* [online]. Dostupné na: <http://thegreatgastro.com/en/fusion-cuisine-ascension-cultural-cuisine-2/>
20. URL 4: ENCYCLOPEDIA.COM. 2021. *Fusion cuisine* [online]. Dostupné na internete: <https://www.encyclopedia.com/food/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/fusion-cuisine>
21. URL 5: MENUCKA.SK. 2019. Večera v tmavej reštaurácii je intenzívnym zážitkom pre ostatné zmysly. Najbližšiu nájdete v susednej Viedni [online], 2019. Dostupné na: <https://menucka.sk/magazin/vecera-v-tmavej-restauracii-je-intenzivnym-zazitkom-pre-ostatne-zmysly-najblizsiu-najdete-v-susednej-viedni/>
22. URL 6: TMAVADEGUSTACIA.SK. 2018. *Ochutnávky v tme* [online]. Dostupné na: <https://www.tmavadegustacia.sk/sk#home-content>
23. WILLIAMS, H. – WILLIAMS, R. – OMAR, M. 2013. Gastro-tourism as destination branding in emerging markets. In *International Journal of Leisure and Tourism Marketing*, 4: 1 – 18. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/270342037_Gastrotourism_as_destination_branding_in_emerging_markets

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

ANTIOXIDAČNÁ AKTIVITA A CELKOVÝ OBSAH POLYFENOLOV VO VYBRANÝCH VZORKÁCH VÍNA ANTIOXIDANT ACTIVITY AND TOTAL POLYPHENOLIC CONTENT OF SELECTED WINE SAMPLES

Krivosudská Eleonóra¹, Ferencová Jana¹, Gažarová Martina², Cabanová Juliána¹

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

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

Summary

The aim of this work was to analyse the total polyphenols and antioxidant activity in selected varieties of red wine. The total contents of phenolic compounds, determined according to the Folin-Ciocalteu's reagent spectrophotometric by Lachman et al. (2004) and antioxidant activity (Brand-Williams et al., 1995) was measured using a free radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). The highest value of total polyphenols was in a variety *Zweigeltrebe* (1655.3 mg.l⁻¹). The lowest value was determined in a sample of *Svätovavrinské* (1334.4 mg.l⁻¹). Relationships between content of total polyphenols and antioxidant activity were affected by varietal differences.

Key words: red wine, variety, total polyphenols

ÚVOD

Predpokladá sa, že proces výroby vína bol objavený už pred vyše 8000 rokmi, keď sa kvasinky náhodou prilepili na hrozno uložené vo veľkých nádobách. Za pravlasť výroby vína sa považuje staroveké Grécko – Kréta a Trácia (Goldstein, 2018).

Na Slovensku sa pestovanie viniča datuje už do 7. – 6. storočia pred našim letopočtom. Poukazujú na to nálezy, nájdené na vrchu Molpír, nachádzajúci sa v Malokarpatskej oblasti pri meste Smolenice. Na tomto území sa našli vinohradnícke artefakty, ako napríklad zásobníka na víno, alebo vinohradnícke nože. V údolí Dunaja, vo vtedajšej provincii nazývanej Panónia, sa pestovali prvé odrody Furmint a Silván, ktoré boli prinesené na naše územie rímskymi vojakmi z Viedne. Už v 13. storočí boli na území Slovenska známe ošetrovateľské slávnosti a nájdené boli rôzne správy o vinohradníctve. V 15. storočí bol založený prvý cech vinohradníkov a vinohradníctvo na Slovensku podporoval aj Matej Korvín. Významným dôkazom dôležitosti vinohradníctva na Slovensku sú kresby hrozna na obecných znakoch, alebo aj názvy rôznych obcí, ktoré súvisia s viničom (Randuška, 2009).

Slovensko zaraďujeme medzi severnú vinohradnícku krajinu (Lipka et al., 2006).

Vinič sa na Slovensku pestuje na južných, juhovýchodných a juhozápadných svahoch, kde sú podmienky na pestovanie najvýhodnejšie (Randuška, 2009).

Víno, pochádzajúce z našich vinohradov je aromatickejšie a významné sú aj rozdiely medzi vínami rôznych odrôd. K výrobe vína sa používajú rôzne odrody viniča. Zatiaľ čo z odrôd červených vínnych hroziev sa vyrábajú červené vína, biele víno je možné vyrobiť ako z červených vínnych hroziev, tak aj z hroziev bielych (Lipka et al., 2006; Vilímovský, 2018).

Charakteristické pre naše územie je striedanie vysokých teplôt v lete a nízkych teplôt v zime. Priemerné ročné teploty sa pohybujú v rozmedzí od 8 do 10 °C. Snehová pokrývka je pre vinič veľmi dôležitá, pretože chráni drevo a očka pred zamrznutím (Lipka et al., 2006).

Vo všeobecnosti vinič nie je náročný na pôdu a pestovať ho môžeme na rôznych typoch pôdy – kamenistých, piesčitých, ale aj štrkovitých. Pestuje sa aj na naplaveninách riek. Koreňová sústava viniča dokáže čerpať výživné látky aj z veľkej hĺbky (Randuška, 2009).

Dôležitá je aj vzdušná a pôdna vlhkosť, ktorá súvisí s množstvom zrážok. Aby bolo pestovanie úspešné, mali by byť zrážky rozdelené v priebehu vegetácie. Nevhodné sú privalové dažde v jesennom období, ktoré spôsobujú nežiadúce hnilie hrozna, a tým znižujú kvalitu vína. V slovenských vinohradoch nájdeme rôzne univerzálne odrody, ktoré sa pestujú v každej vinohradníckej oblasti, ale aj odrody, ktoré sú typické len pre určitú oblasť (Lipka et al., 2006).

Okrem Južnoslovenskej, Stredoslovenskej, Nitrianskej, Východoslovenskej a Tokajskej oblasti je typickou vinohradníckou oblasťou Malokarpatská oblasť. Táto vinohradnícka oblasť patrí rozlohou medzi jednu z najrozsiahlejších a najintenzívnejších, spomedzi všetkých oblastí na Slovensku. Výmerou dosahuje 5004 hektárov a nachádza sa v nadmorskej výške 100 – 260 metrov nad morom (Hronský, 2017).

Zrážky v Malokarpatskej oblasti dosahujú približne 670 mm za rok. Rozdiely v teplotách sú najmä počas dňa a noci, kedy môžu dosiahnuť až 15 °C. Tieto teplotné rozdiely sú počas dozrievania hrozna zodpovedné za vyšší obsah kyselín v mušte. Priemerná ročná teplota v tejto oblasti je 11 °C, priemer počas vegetácie môže byť až 17,5 °C. Často sa vyskytujú najmä výrazné búrky a privalové dažde, ktoré môžu byť pre rastúcu úrodu veľmi nebezpečné (Pospíšilová et al., 2005).

Zámerom práce bolo porovnať vybrané odrody viniča z Malokarpatskej vinohradníckej oblasti s dôrazom na obsah celkových polyfenolových látok a ich antioxidačnú aktivitu.

MATERIÁL A METÓDY

Pre uskutočnenie analýz vzoriek vína konkrétneho ročníka bola vybraná Malokarpatská vinohradnícka oblasť. V rámci experimentu sme použili červené vína, konkrétne odrody Merlot, André, Zweigeltrebe, Svätovavrinské a Modrý Portugal.

Merania obsahu celkových polyfenolov

Obsah celkových polyfenolov sme stanovili podľa Lachmana et al. (2004) štandardnou spektrofotometrickou metódou. Pri tomto stanovovaní sa na meranie používa Folin-Ciocalteuovo činidlo.

Súbežne so vzorkami vína sme pripravili aj slepý pokus a kalibračnú krivku s roztokom kyseliny gálovej. Po 2 hodinách sme zrealizovali spektrofotometrické meranie prístrojom spektrofotometer Shimadzu UV/VIS – 1240. Absorbanciu roztokov vzoriek sme zmerali oproti slepému pokusu pri vlnovej dĺžke 765 nm. Celkový obsah polyfenolov (v mg kyseliny gálovej na 1 liter čistého materiálu) sme stanovili pomocou kalibračnej krivky a prepočtu.

Stanovenie antioxidačnej aktivity (TAA)

Pre stanovenie celkovej antioxidačnej aktivity vo vzorkách červeného vína sme využili metódu podľa Brand-Williamsa et al. (1995). Pri meraniach sme použili spektrofotometrickú a DPPH metódu. DPPH (2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl) je zlúčenina, ktorá sa v roztoku prevedie na svoju radikálovú formu, je stabilná a farebná. Pridaním vzorky sa prítomnosťou redukčných faktorov zháša radikál a odfarbí sa, pričom % inhibície DPPH vyjadruje, koľko radikálu DPPH je sledovaná zložka schopná odstrániť v danom čase.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Červené víno je z hľadiska obsahu živín o niečo bohatšie ako víno biele, pretože obsahuje väčšie množstvo vitamínov a minerálnych látok. Na druhej strane biele víno obsahuje menej kalórií. Biele víno sa vyrába tak, že sa pred kvasením vínne hrozno zlisujú a odstráni sa z nich šupka, semenka a ďalšie časti. Až potom sa nechá kvasiť. Oproti tomu

červené víno sa vyrába tak, že sa rozdrvené hrozná aj so šupkou nasypú do kvasných nádob a víno tak kvasí so šupkou aj s jadierkami. Vďaka šupke potom získava červené víno svoju farbu a navyše sa zo šupky do červeného vína dostávajú rastlinné látky, ktoré mu dávajú jeho charakteristickú chuť a vôňu. Zo šupky vinných hrozieň do červeného vína prenikajú látky so silnými liečivými účinkami, ako sú triesloviny (tanín) alebo resveratrol. Biele víno obsahuje tieto liečivé rastlinné látky tiež, ale v oveľa menšom množstve (Vilímovský, 2018).

Dlhodobým pozorovaním epidemiológov sa zistilo, že strava bohatá na polyfenoly môže mať vďaka antioxidačným látkam pozitívny účinok na ľudský organizmus. Tieto zlúčeniny majú za úlohu pôsobiť proti voľným radikálom a zvyšujú antioxidačnú kapacitu ľudského tela. Fenolové zlúčeniny tvoria jeden z najdôležitejších parametrov kvality vína, pretože prispievajú k organoleptickým vlastnostiam, najmä k farbe a chuti (Gris et al., 2013).

V našich analýzach sme zistili porovnávaním vzoriek červených vín (tab. 1), že najvyšší celkový obsah polyfenolov bol v odrode Zweigeltrebe (1655,3 mg.l⁻¹). Výrazne nižší obsah polyfenolov bol zaznamenaný v odrode Svätovavrinské (1334,1 mg.l⁻¹). Naše zistenia korelujú s výsledkami Stratila et al. (2008), ktorí porovnávali vzorky červených vín, pochádzajúcich z územia Českej republiky. Pri odrode Modrý Portugal zaznamenali celkový obsah polyfenolov v rozmedzí 874 – 1523 mg.l⁻¹, pri odrode Svätovavrinské 1054 – 1440 mg.l⁻¹, Zweigeltrebe 1515 – 1825 mg.l⁻¹ a André 1508 – 1813 mg.l⁻¹. V porovnaní s odrodou Zweigeltrebe bol v našich vzorkách pri odrode Merlot iba o niečo nižší obsah celkových polyfenolov (1622,1 mg.l⁻¹). Ďalšie sledované odrody vína v našich analýzach dosahovali hodnoty celkového obsahu polyfenolov 1560,5 mg.l⁻¹ odroda André a 1507,1 mg.l⁻¹ Modrý Portugal.

O niečo vyššie hodnoty celkových polyfenolov (2240 – 2299 mg.l⁻¹) vo vínach, pochádzajúcich z Pezinka t. j. z Malokarpatskej vinohradníckej oblasti, uvádza vo svojej práci Staško et al. (2008).

Oxidačný stres súvisí s množstvom chronických ochorení, najmä s kardiovaskulárnymi a nádorovými. Viaceré štúdie poukazujú na vysoké riziko týchto ochorení dané nízkou hladinou antioxidantov v krvi (Pelli a Lyly, 2003).

Fenolové zlúčeniny sa vyznačujú vysokou antioxidačnou aktivitou a výrazne znižujú riziko vzniku mnohých ochorení. Sú významné z hľadiska rôznych fyziologických účinkov – antitrombotických, antimutagénnych, antikarcinogénnych, antisklerotických, antialergických, či antioxidačných (Kharadze et al., 2018).

Antioxidačná sila potravín je výrazom ich schopnosti ako brániť ľudský organizmus proti pôsobeniu voľných radikálov a zabrániť vzniku degeneratívnych ochorení, ktoré vyplývajú z pretrvávajúceho pôsobenia oxidačného stresu (Majo et al., 2008).

Hodnota celkovej antioxidačnej aktivity vín, ktorá sa pohybuje nad 80 % je považovaná za vysokú a priaznivú (Bajčan et al., 2011). Na základe získaných výsledkov je možné konštatovať, že vína pochádzajúce z tejto oblasti sa vyznačujú vysokou antioxidačnou aktivitou. Vo všetkých sledovaných odrodách viniča bola v jednotlivých vzorkách stanovená antioxidačná aktivita (tab. 1) nad 80 %, pričom najvýraznejšie hodnoty boli stanovené pri odrode Svätovavrinské (88,6 – 89,5 %), i keď táto odroda pri stanovení celkových polyfenolov dosiahla naopak najnižšie hodnoty. Ako uvádzajú aj Cardelle-Cobas et al. (2005) antioxidačnú aktivitu ovplyvňuje viacero faktorov ako je skladovanie, prítomnosť iných výživných látok a vzájomné interakcie medzi nimi.

Tab. 1 Obsah celkových polyfenolov a antioxidačnej aktivity vo vybraných vzorkách červeného vína

Odroda	Obsah celkových polyfenolov (mg.l ⁻¹)	Antioxidačná aktivita (%)
Zweigeltrebe	1655,3	85,1 – 85,3
Merlot	1622,1	84,7 – 85,2
André	1560,5	88,2 – 88,4
Modrý Portugal	1507,1	87,5 – 88,0
Svätovavrinské	1334,1	88,6 – 89,5

Za normálnych okolností je medzi produkciou antioxidantov a produkciou voľných radikálov rovnováha. Pri nadbytku jednej zložky dochádza ku nerovnováhe, a tým aj ku rôznym poškodeniam v organizme. Na spomalenie alebo zastavenie pôsobenia voľných radikálov sú v tele antioxidačné systémy, medzi ktoré patria antioxidačné enzýmy, ale aj iné látky neenzýmovej povahy. Následkom slabých obranných systémov alebo nadmernej tvorby kyslíkových radikálov vzniká nerovnováha medzi redoxným systémom a vzniká stav oxidačného stresu. Pri dlhodobejšej a zvýšenej produkcii kyslíkových radikálov nestačia antioxidačné mechanizmy na obnovenie pôvodnej redoxnej rovnováhy. Oxidačný stres je pre organizmus škodlivý a spôsobuje poškodenie tkanív mnohými spôsobmi. Spôsobuje poškodenie širokého spektra biomolekúl vrátane proteínov, lipidov a nukleových kyselín, čo ich robí oxidovanými a nefunkčnými. Oxidačný stres je spojený s rôznymi degeneratívnymi ochoreniami, napríklad aterosklerózou, rakovinou, astmou, mozgovou mŕtvicou alebo starnutím (Pandey a Rizvi, 2011).

ZÁVER

V rámci experimentu boli zistené odrodové rozdiely v obsahu celkových polyfenolov a antioxidačnej aktivity. Najvyšší obsah celkových polyfenolov bol zistený pri odrode Zweigeltrebe (1655,3 mg.l⁻¹). Už dlhé obdobie sa skúma vzťah medzi konzumáciou vína a jeho účinkami na ľudské zdravie. Priaznivé účinky spojené s konzumáciou vína sa odvíjajú od vysokého obsahu polyfenolových zlúčenín v červenom víne a s tým spojenými antioxidačnými vlastnosťami. Polyfenolové zlúčeniny majú význam v prevencii vzniku kardiovaskulárnych ochorení alebo môžu znižovať agregáciu krvných doštičiek, čím pôsobia proti tvorbe krvných zrazenín alebo trombov.

Pod'akovanie: Táto práca 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

- BAJČAN, D. et al. 2011. Obsah fenolických látok a antioxidačná aktivita najpredávanejších slovenských červených vín. In *Výživa a zdravie* [online], pp. 18- 25. Dostupné na: < [http://www.slpk.sk/eldo/2012/zborniky/005- 12/Bajcan_et_al.pdf](http://www.slpk.sk/eldo/2012/zborniky/005-12/Bajcan_et_al.pdf)>.
- BRAND-WILLIAMS, W. – CUVELIER, M. E. – BERSET, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.
- CARDELLE-COBAS, A. – MOREO, F. J. – CORZO, N. – OLANO, A. – VILLAMIEL, M. 2005. Assessment of initial stages of Maillard reaction in dehydrated

- onion and garlic symplex. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 53, 2005, p. 9078-9082.
4. GOLDSTEIN, J. 2018. *101 Amazing Facts About Wine*. London: Andrews UK Limited. 32 s. ISBN 978-17-8333-3453-7.
 5. GRIS, E.F. – MATTIVI, F. – FERREIRA, E. A. et al. 2013. Phenolic profile and effect of regular consumption of Brazilian red wines on in vivo antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis* [online], vol. 31, no. 1, pp. 31-40.
 6. HRONSKÝ, V. 2017. *Spríevodca vínami Slovenska*. Bratislava: SLOVART, spol. s.r.o. 283 s. ISBN 978-80-556-2742-7.
 7. KHARADZE, M. – JAPARIDZE, I. – KALANDIA, A. et al. 2018. Anthocyanins and antioxidant activity of red wines made from endemic grape varieties. *Annals of Agrarian Science* [online], vol. 16, no. 2, pp. 181-184.
 8. LACHMAN, J. – ŠULC, M. – HEJTMÁNKOVÁ, A. et al. 2004. Content of polyphenolic antioxidants and trans-resveratrol in grapes of different varieties of grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Horticultural Science (Prague)* [online], vol. 3, no. 2, pp. 63-69.
 9. LIPKA, F. et al. 2006. *Praktický sprievodca slovenskými vínami*. Bratislava: BELIMEX s.r.o. 230 s. ISBN 80-89272-02-9.
 10. MAJO, D. – GUARDIA, M. – GIAMMANCO, S. – NEVE, L. – GIAMMANCO, M. 2008. The antioxidant capacity of red wine in relationship with its polyphenolic constituents. *Food Chemistry* 111, 2008, p. 45-49.
 11. PANDEY, K. B. – RIZVI, S. I. 2011. Anti-oxidative action of resveratrol: Implications for human health. *Arabian Journal of Chemistry* [online], vol. 4, no. 3, pp. 293-29.
 12. PELLI, K. – LYLÝ, M. 2003. *Antioxidanty vo výžive: Správa pre spotrebiteľov* č. 3. Bratislava: Ústav vedeckotechnických informácií pre pôdohospodárstvo. NOI, 26 s. ISBN 8089088120.
 13. POSPÍŠILOVÁ, D. et al. 2005. *Ampelografia Slovenska*. Modra: Výskumná a šľachtiteľská stanica vinárska a vinohradnícka. 368 s. ISBN 80-969350-9-7.
 14. RANDUŠKA, P. 2009. *Vademecum o víne*. Bratislava: Ikar, a.s. 335 s. ISBN 978 - 80-551-2012-6.
 15. STAŠKO, A. – BREZOVÁ, V. – MAZÚR, M. et al. 2008. A comparative study on the antioxidant properties of Slovakian and Austrian wines. *LWT- Food Science and Technology* [online], vol. 41, no. 10, pp. 2126-2135.
 16. STRATIL, P. – KUBÁŇ, V. – FOJTOVÁ, J. 2008. Comparison of the Phenolic Content and Total Antioxidant Activity in Wines as Determined by Spectrophotometric Methods. *Czech Journal of Food Sciences* [online], vol. 26, no. 4, pp. 242-253 Dostupné na: <<https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/01961.pdf>>
 17. VILÍMOVSKÝ, M. 2018. Je zdravšie červené alebo biele víno? Aký je medzi nimi rozdiel a ktoré je zdravšie? *Medlicker* [online]. Dostupné na: <<https://sk.medlicker.com/1384-cervene-alebo-biele-vino>>

Kontaktná adresa

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

MONITORING OBEZITY DETÍ ŠKOLSKÉHO VEKU V BANSKOBYSTRICKOM KRAJI POMOCO U VYBRANÝCH ANTROPOMETRICKÝCH MERANÍ MONITORING OF SCHOOL CHILDREN OBESITY IN THE REGION BANSKÁ BYSTRICA BY USING SELECTED ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS

Lenártová Petra¹, Gažarová Martina¹, Strelcová Michaela²

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

²absolvent študijného programu Výživa ľudí

Summary

The aim of the work was to analyze and monitor the development of changes in selected anthropometric parameters in school-age children in the Banská Bystrica region, which inform us about the possible occurrence of obesity in the child population. Our research was conducted in primary school Jánošovka in the Čierny Balog (district Brezno). We followed a total of 100 children, of which were 47 girls and 53 were boys in older school age. The measured values of height, weight, body mass index, were compared with our assumptions, gender and also with the more extensive research conducted in Slovakia focusing on child population. Overweight in girls was found in the first measurement of 6% in the second and third 2% of measurements. In boys we found overweight in the first measurement of 17%, the second measurements of 13% and the third measurement of 4%. Obesity among boys was recorded at 2%, obesity in girls was not recorded.

Key words: children, obesity, nutrition, anthropometric measurements

ÚVOD

Detský vek je rozdeľovaný na viac období. Prvé z nich je obdobie novorodenecké a trvá od narodenia do 28. dňa života dieťaťa. Novorodenec patrí do dojčenského obdobia, ktoré trvá od narodenia do ukončenia prvého roku života. Ďalej nasleduje batolivé obdobie, ktoré delíme na mladšie a staršie a končí tretím rokom života. Od 3 do 6 rokov hovoríme o období predškolského veku. Povinná školská dochádzka sa rozdeľuje na mladší a starší školský vek. Ten je od seba oddelený pubertou a končí v 15. rokoch. Dospievanie teda adolescencia, je charakteristická obdobím ukončenia rastu a vývoja organizmu a začlenením jedinca do dospelaj populácie. Právne sa toto obdobie končí 18. rokom života (Klíma et al., 2006).

Starší školský vek, ktorý predstavuje 11. – 15. rok života je charakteristickým obdobím puberty, ktorá sa prejavuje prudkou dynamikou rastu, rozvojom sekundárnych pohlavných znakov a dozrievaním reprodukčných funkcií. U dievčat začína obdobie puberty spravidla skôr, približne na konci obdobia mladšieho školského veku. U chlapcov približne po 11. roku života (Svačina, 2008). Charakteristické sú funkčné i somatické zmeny iniciované najmä pohlavnými hormónmi. Svalová hmota a tukové zásoby sa diferencovane rozvíjajú v závislosti od pohlavia. U chlapcov sa rozvojom svalovej hmoty zvyšuje hmotnosť, u dievčat naopak tvoria vyšší podiel zásoby tuku (Beňo, 2008). Obdobie staršieho školského veku je považované za najbúrlivejšie obdobie v živote človeka, kedy sa rast zrýchľuje na 10 až 15 centimetrov ročne, pričom rast končatín sa môže zdať rýchlejší v pomere k telu (Košťálová et al., 2005).

Obezita je v dnešnej dobe jedným z najčastejšie sa vyskytujúcich metabolických ochorení. Prejavujú sa u neho závažné orgánové, psychické, metabolické či socioekonomické dôsledky. Komplikácie obezity sú obzvlášť závažné, preto sú liečba a prevencia dôležité

(Payer a Petrusová, 2005). Je to ochorenie, ktoré svojím vplyvom zhoršuje kvalitu fyzického a duševného zdravia. Závisí na veku, pohlaví a najmä stupni obezity, do akej miery ovplyvní kvalitu života človeka (Hainer et al., 2011). V dnešnej dobe v našich podmienkach je obezita považovaná za bežnú chorobu postihujúcu všetky vekové skupiny populácie s rozdielmi podľa pohlavia pri porovnávaní žien a mužov, ako aj podľa rozšírenia u obyvateľov vidieka a miest. Pritom pozorujeme vcelku iba jej mierne zvýšenú prevalenciu u mladej generácie, no u dospelých sa pozoruje jej výraznejší vzostup ľahšej formy obezity, teda latentnej obezity (Kajaba et al., 2012). Pojem obezita však neznamená nadmernú hmotnosť, ale neželané nadmerné ukladanie tukového tkaniva. K pravidelným plynulým prírastkom hmotnosti dochádza samozrejme už v skorom detskom veku, čo je spôsobené zmnožením adipocytov a rozvojom svalovej hmoty a kostry. V závislosti od pohlavia sa líšia tieto komponenty v jednotlivých vekových obdobiach (Pastucha et al., 2011). Obézne deti a deti s nadhmotnosťou môžu trpieť nízkym sebavedomím a zhoršenou spoločenskou interakciou. Nadhmotnosť negatívne ovplyvňuje aj mobilitu a fyzickú výkonnosť. V adolescentom veku je nadhmotnosť a obezita veľkým rizikom kardiovaskulárnych ochorení, vysokého krvného tlaku, abnormálnej tolerancie glukózy a abnormalít lipidového profilu. Obezita v mladom veku zvyšuje riziko chorobnosti alebo až úmrtnosti v dospelosti (Chlebo, 2011). Podľa WHO (2013) je základnou príčinou rastúceho počtu prípadov detskej obezity zmena v strave. Zvýšený príjem energeticky výdatných potravín, ktoré obsahujú vysoké percentá tukov a sacharidov, málo vitamínov, minerálnych látok a ďalších stopových prvkov vyváženej zdravej výživy. Ďalej je dôležité spomenúť aj výrazný pokles intenzity fyzickej aktivity. Meško (2006) uvádza, že narastajúci trend obezity, ktorý sa prejavuje v posledných rokoch, je podporovaný aj silným vplyvom prostredia na obezitu, ako je napríklad vakcinácia, redukcia infekčných ochorení, centrálna vykurovanie, vysoká dostupnosť potravy, a tým aj vyšší kalorický príjem, médiá, automobily, skracovanie voľného času a znížená miera telesnej aktivity.

Vývoj nových genetických metód kladie dôraz aj na genetický výskum obezity. Na každom ľudskom chromozóme existuje najmenej jeden lokus alebo gén, ktorý má vplyv na rozvoj obezity (Mazura a Mazurová, 2001). Monogénna forma obezity vzniká mutáciou jedného génu, alebo je spojená s niektorým syndrómom (napr. Klinefelterov syndróm), ktorý vykazuje mendelovskú dedičnosť. Deti postihnuté týmito syndrómami sú veľmi často mentálne retardované a z nadmerného príjmu a nedostatočného výdaja energie plynie príčina vzniku obezity. Takýto typ sa začína prejavovať už u jednorôčnych až dvojročné detí (Wabitsch, 2006). Polygénna forma obezity je taká, ktorá vzniká na základe interakcie medzi viacpočetnými génovými variantmi a prostredím. Je to bežnejší typ obezity ako monogénny, a na vzniku rozvoja obezity sa podieľa až v takmer 96 % obéznych detí (Lisá, 2004). Počet obéznych jedincov v populácii stúpa. Okrem dospelých obezita postihuje aj detskú populáciu, ktorá je dôsledkami obezity najviac ohrozená. Z 20 % detí s nadhmotnosťou je 1/3 z toho obéznych. Vo vyššej miere sa u nich objavuje riziko diabetu II. typu, zvýšeného tlaku, problémy so spánkom, a tým psychologické problémy. Existuje vysoká pravdepodobnosť, že takéto deti ostanú obézne aj v dospelosti, čím si vypestujú závažné choroby, ktoré ovplyvnia dĺžku a kvalitu ich života (WHO, 2013).

Cieľom práce bola analýza a sledovanie vývoja zmien vybraných antropometrických parametrov u detí školského veku v Banskobystrickom kraji, ktoré nás informujú o prípadnom výskyte obezity v detskej populácii.

MATERIÁL A METÓDY

Náš výskum bol realizovaný v základnej škole Jánošovka v Čiernom Balogu (okres Brezno). Všetci respondenti boli žiakmi druhého stupňa, vybraní z bežnej populácie.

Antropometrické merania sa uskutočnili po tom, čo zákonní zástupcovia respondentov podpísali informovaný súhlas, nakoľko sme výskum realizovali na maloletých osobách. V informovanom súhlase sme uviedli informácie o type výskumu, metódach meraní, zachovaní anonymity pri vyhodnotení a spracovaní údajov. Oslovili sme 150 respondentov a ich zákonných zástupcov a 100 z nich bolo ochotných zúčastniť sa výskumu a predložilo podpísaný informovaný súhlas. Výskum zahŕňal 47 respondentov ženského pohlavia a 53 respondentov mužského pohlavia. Žiaci 5. až 9. ročníka s priemerným vekom sledovaného súboru 12,8 roka v prvom meraní, 13,2 roka v druhom meraní a 13,7 v treťom meraní. Každé z troch samostatných meraní bolo uskutočnené s časovým odstupom 6 mesiacov.

Na zistenie antropometrických parametrov sme použili digitálnu osobnú váhu na meranie telesnej hmotnosti s potrebným rozsahom merania, meter na meranie telesnej výšky, ktorý sme pripevnili na stenu, kaliper (Lange skinfold caliper) na zisťovanie kožných rias a Omron typu BF 300 na zistenie % tuku.

Telesnú výšku sme merali na vhodnom mieste z hľadiska postavenia a pohlavia meraných detí. Respondentov ženského pohlavia sme merali bez prítomnosti respondentov mužského pohlavia a naopak. Meranie prebehlo po vyzutí obuvi. Respondentov sme nasmerovali tak, aby sa narovnali, ich horné končatiny viseli voľne pozdĺž trupu a oblasť lopatiek, gluteálnu oblasť a päty boli priložené ku stene. Hlavu respondenta sme orientovali do frankfurtskej horizontálnej polohy, čiže sme jeho pohľad smerovali k predmetu na protiľahlej stene v úrovni jeho očí. Pri takomto správnom postoji sme na temeno hlavy – vertex priložili pevnú plochú dosku určenú k tomuto účelu. Následne sme odčítali hodnotu telesnej výšky v centimetroch.

Meranie telesnej hmotnosti prebehlo pomocou digitálnej váhy s potrebným rozsahom merania, ktorú sme umiestnili na rovný povrch. Následne sme respondenta požiadali, aby sa postavil na nášľapnú plochu váhy celými chodidlami. Respondenti boli bosí, len v najnutnejšom odevu. Každé z troch meraní spĺňalo tieto podmienky. Telesnú hmotnosť respondenta sme zaznamenali po ustálení čísla v kilogramoch a s presnosťou na desatinu kilogramu.

Pri meraní obsahu telesného tuku sme využili prístroj OMRON typu BF 300. Tento prístroj slúži na percentuálne a celkové vyjadrenie množstva tuku obsiahnutého v ľudskom tele. Podstatou tohto prístroja je metóda BIA (Bioelectrical Impedance Analysis). Pri takomto meraní je analyzovaný elektrický odpor telesného tkaniva pomocou veľmi nízkeho elektrického prúdu, ktorý je vyslaný do tela, kde je odmeraný. Tukové tkanivo má veľmi nízku elektrickú vodivosť, a tak môžeme určiť množstvo tukových tkanív v pomere k ostatným tkanivám. Prístroj OMRON BF 300 monitoruje hornú časť tela, kde je uložená väčšia časť telesného tuku. Toto meranie je pre respondenta rýchle, jednoduché a pohodlné. Po zapnutí prístroja zadáme údaje o respondentovi, ako sú výška, hmotnosť, vek a pohlavie. Respondent drží prístroj tak, aby dlanami obopínal elektródy, mal rozkročené nohy na šírku ramien a dbal na vzpriamený postoj. Horné končatiny respondenta sme situovali pred seba a následne sme spustili meranie prístrojom. Dbali sme o to, aby respondenti nemali na rukách šperky a hodinky. Výsledky merania sme zaznamenali ako množstvo telesného tuku v % a v kilogramoch s presnosťou na desatinu kilogramu.

Meranie kožných rias je považované za nepriamu metódu na zistenie hrúbky podkožného tkaniva v tele. Za štandard sa považuje meranie desiatich kožných rias. Ďalej poznáme metódu merania kožných rias podľa Durnina a Wormesleyho (4 kožné riasy), meranie dvoch kožných rias a meranie jednej kožnej riasy (nad tricepsom paže). Pre náš výskum sme sa rozhodli použiť meranie dvoch kožných rias, a to nad tricepsom paže a subskapulárnu riasu. Meraním kožných rias hodnotíme tukové rezervy, ktoré sú 50 % obsiahnuté v podkoží. Pri hodnotení kožnej riasy nad tricepsom bola hodnota meraná na nedominantnej končatine (u pravákov na ľavej ruke a naopak). Dbali sme na správne umiestnenie meracieho prístroja, čiže

v polovici bodu *akromiale* a bodu *olecranon ulnae*. Po vytiahnutí kožnej riasy relaxovaného ramena sme kolmo priložili ramená kalipera a na stupnici sme za menej ako 5 sekúnd odčítali hodnotu v milimetroch. Subskapulárnu kožnú riasu sme merali podobným spôsobom pod lopatkou. Na určenie týchto kožných rias sme použili špeciálny prístroj, nazývaný kaliper (Harpender Lange Skinfold Caliper). Množstvo tuku v organizme sme určili tak, že hodnoty jednotlivých kožných rias sme sčítali a z výsledného čísla v tabuľkách sme odčítali samotné percento tuku v organizme.

Pri hodnotení nutričného stavu sledovaných detí školského veku sme namerané hodnoty porovnávali s referenčnými hodnotami percentilových grafov (podľa veku a pohlavia t.j. 3 – 18 rokov dievčatá a 3 – 18 rokov chlapci). Tieto percentilové grafy zobrazujú krivky znázorňujúce referenčné hodnoty populácie, čiže sú v nich znázornené hodnoty hlavných percentilov, a to 3., 10., 25., 50., 75., 90., 97. Hodnota percentilu značí, akú hodnotu dosiahlo percento meranej populácie. Hodnoty namerané vo vzorke našej populácie sme hodnotili s referenčnou vzorkou.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Základné antropometrické merania

V rámci troch po sebe nasledujúcich meraní s časovým odstupom pol roka medzi jednotlivými meraniami sme monitorovali telesnú hmotnosť, telesnú výšku a BMI index, ktoré prehľadne uvádzame v tabuľke 1.

Tab. 1 Základné antropometrické parametre

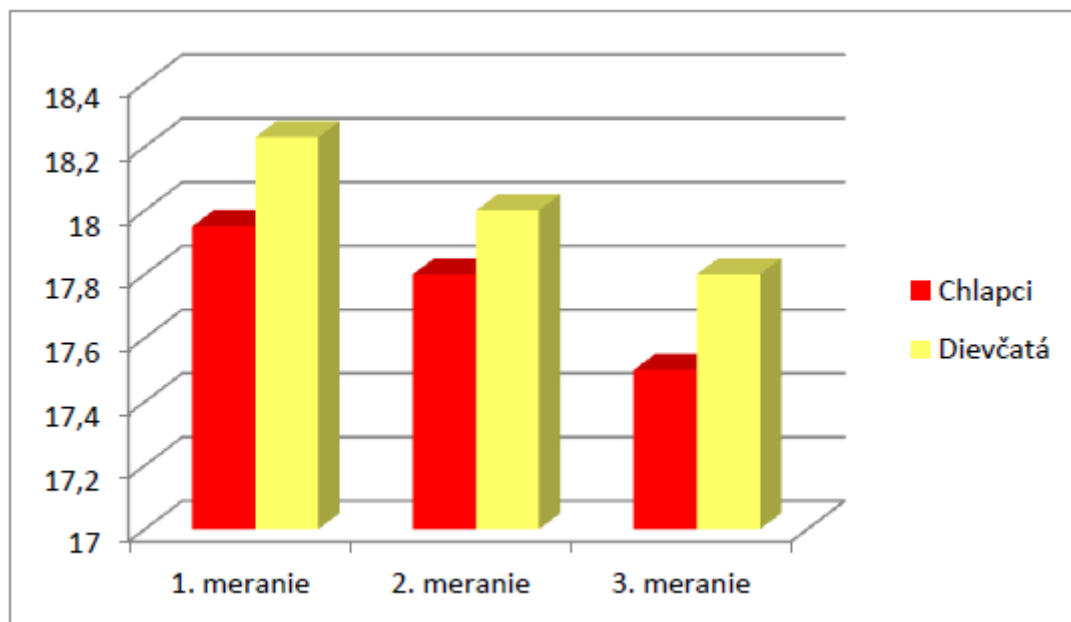
	1. meranie	2. meranie	3. meranie
n	100	100	100
Telesná výška (m)			
Priemer	1,56	1,59	1,61
Maximum	1,77	1,80	1,82
Minimum	1,35	1,37	1,38
Telesná hmotnosť (kg)			
Priemer	44,90	46,00	46,30
Maximum	98,60	100,00	102,00
Minimum	28,30	29,90	30,20
Body mass index (kg.m⁻²)			
Priemer	18,01	17,91	17,72
Maximum	31,47	30,86	31,48
Minimum	13,57	13,28	13,23

Každým meraním probandov sme zaznamenávali postupné zvyšovanie hodnôt telesnej výšky. Najvyššia výška 1,82 m bola nameraná v 3. meraní. Najnižšia hodnota 1,35 m bola nameraná v 1. meraní. Najvyššia hmotnosť 46,3 kg bola nameraná v 3. meraní, najnižšia 44,9 kg v 1. meraní. Celkovo najvyššia zmonitorovaná hmotnosť predstavovala 102,0 kg zistená v 3. meraní u chlapca a najnižšia 28,3 kg zistená v 1. meraní u dievčaťa. Hodnoty BMI od prvého merania k tretiemu klesli. U dievčat z 18,23 kg.m⁻² na 17,8 kg.m⁻² a u chlapcov z 17,95 kg.m⁻² na 17,5 kg.m⁻².

Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky (2011) uvádza, že priemerná telesná výška u slovenských chlapcov vo veku 13 rokov sa pohybuje okolo 163,95 cm a u slovenských dievčat vo veku 13 rokov 160,20 cm. Priemerné telesné hmotnosti v tejto vekovej kategórii sa pohybujú okolo 54,76 kg u chlapcov a 52,05 kg u dievčat. Uvedené priemerné hodnoty telesnej hmotnosti poukazujú na mierny nárast telesnej hmotnosti u detí

oproti predchádzajúcemu obdobiu – čo je považované za negatívny trend. Podobný vývoj má aj BMI. U 13 ročných chlapcov sa priemerné BMI pohybuje okolo $20,20 \text{ kg.m}^{-2}$ a u dievčat $20,23 \text{ kg.m}^{-2}$. Ako vidno z porovnania našich a celonárodných meraní, v našom prieskume sme zaznamenali o niečo nižšie priemerné hodnoty v základných antropometrických parametroch (telesná výška, telesná hmotnosť, BMI) (obr. 1 a tab.1).

Z hľadiska ontogenézy je potrebné počítať s významnými rozdielmi v parametroch telesného zloženia u detí vo veku 11 – 12 rokov, teda v období puberty. Skutočnosťou posledných desaťročí je stagnácia, prípadne nárast telesného tuku v období puberty ako u chlapcov, tak i dievčat (Bunc, 2007).



Obr. 1 Priemerné hodnoty BMI (kg.m^{-2}) v sledovanom súbore

V praxi existuje veľké množstvo jednoduchých merateľných ukazovateľov (BMI, obvod pásu, obvod bokov, WHR atď.), ktoré je možné použiť na posúdenie aktuálneho telesného stavu jedinca. Bohužiaľ, použitie týchto ukazovateľov a ich interpretácia v praxi je v mnohých prípadoch sporná. Veľmi známym kvantitatívnym, klinickým ukazovateľom zloženia tela je BMI (Body Mass Index). Použitie BMI u jednej osoby je však často zavádzajúce, pretože hodnotí iba celkovú hmotnosť a nie množstvo telesného tuku, ktoré je pre hodnotenie nadhmotnosti alebo obezity rozhodujúce. V praxi si preto nevystačíme iba so stanovením telesnej hmotnosti, ale je potrebné stanoviť množstvo telesného tuku, poprípade ďalších parametrov, ktoré sú zahrnuté pod pojmom telesné zloženie (Bunc, 2010).

Podľa Andreoli et al. (2003) je potrebné poznať podiel jednotlivých komponentov ako množstvo telesného tuku a beztukovej hmoty, množstvo celkovej telesnej vody a ich jednotlivých frakcií, prípadne segmentálne rozloženie týchto komponentov.

Na zisťovanie zastúpenia tukového tkaniva sme použili meranie hrúbky kožnej riasy nad tricepsom a subskapulárnej kožnej riasy. Percento tuku sme zisťovali pomocou prístroja Omron BF 300. Tabuľka 2 zobrazuje priemerné hodnoty, maximálnu a minimálnu hodnotu hrúbky vybraných kožných rias a percento tuku.

WHO (2016) zaraďuje chlapcov vo veku 6 – 14 rokov s množstvom telesného tuku nad 28,1 % do kategórie obezity a dievčatá vo veku 6 – 14 rokov s množstvom telesného tuku v rozmedzí 23,1 – 28,0 % do kategórie nadhmotnosti.

Tab. 2 Hrúbky kožných rias a % podiel tuku (Omron BF 300)

	1. meranie	2. meranie	3. meranie
n	100	100	100
Hrúbka kožnej riasy nad tricepsom (mm)			
Priemer	15,00	14,58	13,83
Maximum	22,00	24,00	26,00
Minimum	5,00	5,00	5,00
Hrúbka subskapulárnej kožnej riasy (mm)			
Priemer	10,90	10,97	10,92
Maximum	22,00	24,00	26,00
Minimum	5,00	5,00	5,00
Percentuálny podiel tukového tkaniva (%)			
Priemer	19,26	19,01	18,79
Maximum	40,00	40,20	40,30
Minimum	4,50	5,10	4,20

Výsledky v rámci nášho merania poukázali na prekvapivo sa znižujúci trend v jednotlivých meraniach. Hodnota kožnej riasy nad tricepsom sa u chlapcov od 1. merania po posledné znížila o 1,1 mm, u dievčat o 1,4 mm. U subskapulárnej riasy sme zaznamenali pokles o 2 mm u dievčat a u chlapcov hodnota stúpala o 1 mm, čo považujeme za minimálnu zmenu v rámci meraní trvajúcich v časovom odstupe približne 12 mesiacov. Obsah telesného tuku u našej sledovanej vzorky postupne klesal, čo je pozitívnym ukazovateľom. U dievčat tento pokles predstavoval celkom 0,35 % a u chlapcov 0,61 %.

Nutričný stav u detí školského veku sme zhodnotili percentilovou štatistickou metódou (metodika podľa Ševčíkovej et al., 2004). Zamerali sme sa na hodnotenie telesnej hmotnosti, telesnej výšky zvlášť u oboch pohlaví, pričom boli použité percentilové grafy. V našom hodnotení sme zistené percentilové hodnoty rozdelili do siedmich pásiem:

1. hodnota percentilov < 3 – pásmo patologický podpriemer
2. hodnota percentilov 3 – 10 – pásmo vysokej podpriemernosti
3. hodnota percentilov 10 – 25 – pásmo podpriemernosti (štíhlosť)
4. hodnota percentilov 25 – 75 – optimálne pásmo (norma)
5. hodnota percentilov 75 – 90 – pásmo nadpriemernosti
6. hodnota percentilov 90 – 97 – hodnoty nadhmotnosti
7. hodnota percentilov > 97 – vysoko pravdepodobný patologický vývoj (obezita).

Výsledky uvádzame v % pre jednotlivé pásma v grafických znázorneniach pre obe pohlavia. Pri hodnotení dievčat staršieho školského veku sme podľa percentilovej štatistickej metódy zistili, že priemernú telesnú hmotnosť malo 51 % dievčat v 1. meraní, a v 2. a 3. meraní rovnako 49 % dievčat. V pásme nadpriemernej hmotnosti sa nachádzalo v 1. meraní 6 % dievčat, v 2. meraní 11 % a v 3. meraní len u 2 %. Nadhmotnosť sme zistili zhodne v 1., 2. aj v 3. meraní 2 %, čo hodnotíme ako minimálnu hodnotu z hľadiska zastúpenia v celom sledovanom súbore. Obezita nebola zaznamenaná u žiadneho z dievčat, naopak, do pásma patologického podpriemeru hmotnosti sme zaradili 17 % dievčat. Pri hodnotení súboru chlapcov boli výsledky podobné. V rámci priemernej telesnej hmotnosti sa nachádzalo v 1. meraní 42 %, v 2. meraní 45 % a v 3. meraní 53 % monitorovaných chlapcov. Nadpriemernú hmotnosť malo v 1. meraní 6 %, v 2. meraní 4 % a v 3. meraní sme nezaznamenali žiadneho probanda s nadpriemernou hmotnosťou. Obezitu sme zaznamenali rovnako vo všetkých troch meraniach v 2 %.

Podľa Vadovičovej a Fatrcovej-Šramkovej (2011) vo výskyte obezity a nadhmotnosti výrazne prevyšujú vo všetkých vekových skupinách dievčatá chlapcov. Tento fakt sa výrazne

odlišuje od našich výsledkov, vzhľadom na to, že v populácii dievčat sme nezaznamenali obezitu, no v populácii chlapcov to bolo u 2 %.

Kytnarová (2013) uvádza, že v Slovenskej republike obezita či nadhmotnosť postihuje 13 % detí, pričom chlapci majú nadhmotnosť častejšie ako dievčatá. Tvrdenie, že nadhmotnosť sa vyskytuje častejšie u chlapcov ako u dievčat približne koreluje s našimi výsledkami. Najväčšiu hodnotu nadhmotnosti sme zistili u 6 % dievčat a 17 % chlapcov, pričom sa počas troch meraní značne znižovala. Tento jav pripisujeme rastovému špurtu detí v tomto období nástupu puberty. Z výsledkov možno badať prudší nárast telesnej výšky, v dôsledku čoho sa znižuje hodnota BMI indexu u monitorovaných detí. V neposlednom rade uvádzame, že u respondentov, ktorí nesúhlasili s vykonaním našich meraní (50 respondentov), predpokladáme vyššie % výskytu obezity a nadhmotnosti ako u respondentov, ktorí s našim meraním súhlasili.

ZÁVER

Deti súčasnej generácie majú mnohokrát vyššie riziko vzniku nadhmotnosti a obezity v porovnaní so staršou generáciou. Dnešným trendom je, že deti veľké množstvo času strávia za počítačom, iným zariadením pripojeným na internet alebo televíziou. Zanedbaná je u nich fyzická aktivita, ktorá v detskom veku hrá hlavnú rolu v prevencii pred nadhmotnosťou a obezitou, spolu s vyváženým príjmom energie. Z hľadiska nárastu telesného tuku je rizikové obdobie puberty, a to nielen u dievčat ale i u chlapcov staršieho školského veku. V sledovanom súbore 100 detí z Banskobystrického kraja sme pomocou percentilovej štatistickej metódy zistili, že v pásme nadpriemernej hmotnosti sa nachádzalo v 1. meraní 6 % dievčat, v 2. meraní 11 % a v 3. meraní len 2 %. Nadhmotnosť sme zistili zhodne v 1., 2. aj v treťom meraní u 2 %, čo hodnotíme ako minimálnu hodnotu z hľadiska zastúpenia v celom sledovanom súbore. Obezita nebola zaznamenaná u žiadneho z dievčat, naopak, do pásma patologického podpriemeru hmotnosti sme zaradili 17 % dievčat. Pri hodnotení súboru chlapcov boli výsledky podobné. Nadpriemernú hmotnosť malo v 1. meraní 6 %, v 2. meraní 4 % a v 3. meraní sme nezaznamenali žiadneho probanda s nadpriemernou hmotnosťou. Obezitu sme zaznamenali rovnako vo všetkých troch meraniach u 2 %.

Životný štýl, fyzická aktivita a racionálna výživa priamo vplyvajú na zdravie človeka. V rámci liečby obezity je najefektívnejšia celoživotná prevencia, ktorá by mala mať základy už v školskom veku a pretrvávať do seniorského veku.

Pod'akovanie: Práca vznikla s podporou projektu Identifikácia kritických antropometrických parametrov vo vzťahu k obezite a rizikovým zložkám potravinového reťazca GA 5/2019 a projektu Vplyv konzumácie vybraných potravinových zdrojov rastlinného pôvodu na nutričný a zdravotný stav probandov GA 1/2021.

LITERATÚRA

1. ANDREOLI, A. – MELCHIORRI, G. – BROZZI, M. – DI MARCO A. – VOLPE, S. L. – GAROFANO P. – DI DANIELE N. – DE LORENZO, A. 2003. Effect of different sports on body cell mass in highly trained athletes. *Acta diabetol* 2003;40:122-125.
2. BEŇO, I. 2008. *Náuka o výžive*. 3. vyd. Martin:Osveta. 158 s. ISBN 978-808063-294-6.
3. BUNC, V. 2007. Aktivní životní styl v biosociálním kontextu. *Česká kinantropologie* 2007;11(3):5-6.
4. BUNC, V. 2010. Obezita a nadváha dětí – důsledek jejich neadekvátního pohybového režimu. In Mužík, V., Vlček, P. et al. *Škola a zdraví pro 21. století*. Brno: MU, s. 35.
5. HAINER, V. et al. 2011. *Základy klinické obezitologie*. 2. preprac. vyd. Praha:Grada Publishing. 448 s. ISBN 978-80-247-3252-7.

6. CHLEBO, P. 2011. Metódy hodnotenia stavu výživy. In KERESTEŠ, J. et al. *Zdravie a výživa ľudí*. 1. vyd. Bratislava:CAD PRESS, s. 479 – 531. ISBN 97880-88969-57-0.
7. KAJABA, I. – NOVÁKOVÁ, J. – ŠEVČÍKOVÁ, Ľ. et al. 2012. *Vývoj výživy a prevalencia obezity v priebehu 40 rokov v populácii Slovenska. Životné podmienky a zdravie*. Bratislava:Ústav hygieny Lekárskej fakulty UK, s. 141 – 150. ISBN 978-80-7159-211-2.
8. KLÍMA, J. et al. 2006. *Pediatric*. 2. vyd. Praha : EUROLEX BOHEMIA, 2006. 320 s. ISBN 80-86432-38-6.
9. KOŠŤALOVÁ, Ľ. et al. 2005. *Úvod do pediatrie*. Bratislava:Lekárska fakulta Univerzity Komenského. 144 s.
10. KYTNAROVÁ, J. 2013. Obezita v detskom veku? Alarmujúci problém [online]. 2013. Dostupné na internete: <<http://www.babyweb.sk/Clanky/a3747-Obezitav-detskom-veku-Alarmujuci-problem.aspx>>.
11. LISÁ, L. 2004. Obezita v detském věku. In HAINER, V. et al.: *Základy klinické obezitologie*. Praha:Grada, 2004, s. 293-304. ISBN 80-247-0233-9.
12. MAZURA, I. – MAZUROVÁ, F. 2001. Genetická predispozice k lidské obezitě. In VIGNEROVÁ, J. – BLÁHA, P.: *Sledování růstu českých dětí a dospívajících: norma, vyhublost, obezita*. Praha:Státní zdravotní ústav, 2001, s. 87-96. ISBN 80-707-11736.
13. MEŠKO, D. 2006. Športovanie ako účinný preventívny prvok pred vznikom civilizačných ochorení. *Via practica* 2006;3(12):581-585.
14. PASTUCHA, D. et al. 2011. *Pohyb v terapii a prevenci dětské obezity*. Praha:Grada, 2011. 128 s. ISBN 978-80-247-4065-2.
15. PAYER, J. – PETRUSOVÁ, A. 2005. Farmakoterapia obezity. *Via Practica* 2005;12:514.
16. SVAČINA, Š. 2008. *Klinická dietologie*. 1. vyd. Praha:Grada Publishing, 2008. 384 s. ISBN 978-80-247-2256-6.
17. ŠEVČÍKOVÁ Ľ. – NOVÁKOVÁ, J. – HAMADE J. et al. 2004. Percentilové grafy a antropometrické ukazovatele: Telesný vývoj detí a mládeže v SR. Úrad verejného zdravotníctva. 2004; s.16-103. Dostupné na: http://www.ruvzba.sk/poradne/Percentilove_grafy_SK_farba.pdf
18. Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky. 2011. *Telesný vývoj detí a mládeže v SR. Výsledky VII. Celostátneho prieskumu v roku 2011*. Dostupné na internete: <https://www.uvzsr.sk/docs/info/hdm/Antropometria.pdf>
19. VADOVIČOVÁ, P. – FATRCOVÁ ŠRAMKOVÁ, K. 2011. *Vplyv celospoločenských preventívnych programov v EÚ na správnu výživu a spôsob života u obézných detí a adolescentov v SR*. In XXVIII. Zoborský deň a IX. Západoslávsky deň o osteoporóze. Nitra:SPU, 2011. s. 92-106. Dostupné na internete: <http://www.slpk.sk/eldo/2011/zborniky/05-11/vadovicova-fatrcova.pdf>.
20. WABITSCH, M. 2006. Molecular and biological factors with emphasis on adipose tissue development. In BURNIAT, W. – COLE, T. – LISSAU, I. et al.: *Child and Adolescent Obesity. Causes and Consequences; Prevention and Management*. Cambridge University Press : Cambridge, 2006. ISBN 0-521-65237-5.
21. WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2013. Childhood overweight and obesity [online]. Dostupné na internete: <<http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/en/>>.
22. WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2016. *Obesity and overweight* [on-line]. Dostupné na internete: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>.

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

STRAVOVACIE ZVYKLOSTI DETÍ ŠKOLSKÉHO VEKU V BANSKOBYSTRICKOM KRAJI A ICH VPLYV NA ROZVOJ OBEZITY

EATING HABITS OF SCHOOL AGE CHILDREN IN THE REGION BANSKÁ BYSTRICA AND THEIR RELATIONSHIP TO THE DEVELOPMENT OF OBESITY

Lenártová Petra¹, Habánová Marta¹, Gažarová Martina¹, Mrázová Jana¹, Kopčeková Jana¹, Jančichová Kristína¹, Strelcová Michaela²

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

²absolvent študijného programu Výživa ľudí

Summary

The aim of the work was to evaluate eating habits and physical activity in a selected child population of older school age in relation to the risk of developing obesity. The experimental part of the work consisted of information from the questionnaire. Our research was conducted in primary school Jánošovka in the Čierny Balog (district Brezno). We followed 100 children, of which 47 were girls and 53 were boys of older school age. After evaluating the eating habits of these children, we state that 43% of respondents periodically eating breakfast a 51% giving priority to breakfast pastries, cereals prefer to only 25% and 17% of dairy products. Ten of the house wears 77% and 20% buys at the store. Periodically lunch 69% and 76% prefer meat dishes, 74% child consume daily fruits and vegetables in their raw state, 54% consume sweets every day. Positive that fast food type meals not consumed 27% of respondents, while 5% said their daily consumption. 4% of children also deals with other sport activities such as physical education, and 57% would accept more such sports activities at school. 38% of respondents admitted that they often spend the whole afternoon at the computer and another 30% report that the computer devotes 3-5 hours a day, which is alarming. Generally happy with their appearance it is 52%, 33% of girls would like to lose weight.

Key words: nutrition, school age children, eating habits

ÚVOD

Starší školský vek, ktorý predstavuje 11. – 15. rok života je charakteristickým obdobím puberty, ktorá sa prejavuje prudkou dynamikou rastu, rozvoja sekundárnych pohlavných znakov a dozrievaním reprodukčných funkcií. U dievčat začína obdobie puberty spravidla skôr, približne na konci obdobia mladšieho školského veku. U chlapcov približne po 11. roku života (Svačina, 2008). Charakteristické sú funkčné i somatické zmeny iniciované najmä pohlavnými hormónmi. Svalová hmota a tukové zásoby sa diferencovane rozvíjajú v závislosti od pohlavia. U chlapcov sa rozvojom svalovej hmoty zvyšuje hmotnosť, u dievčat naopak tvoria vyšší podiel zásoby tuku (Beňo, 2008). Obdobie staršieho školského veku je považované za najbúrlivejšie obdobie v živote človeka, kedy sa rast zrýchľuje na 10 až 15 centimetrov ročne, pričom rast končatín sa môže zdať rýchlejší v pomere k telu (Košťalová et al., 2005).

Keresteš (2011) uvádza, že výživa zohráva v ľudskom raste veľmi dôležitú úlohu počas života človeka. Detstvo a prvé roky života sú jednou z najdôležitejších etáp pre výživu a rast. Tu sa vytvára základný pilier zdravotného stavu pre neskorší život. Správna výživa teda hrá zásadnú rolu pri správnom raste na základe genetiky. Výživou sú ovplyvňované všetky

telesné systémy pôsobiace na rast. Potreba energie a výživných zložiek je však odlišná pre každú fázu života. Nevhodné výživové návyky sú najviac škodlivé na predpubertálny rast.

Masívny počet vedeckých štúdií dokazuje, že vplyvom nesprávnej životosprávy vznikajú zdravotné problémy súčasnosti ako napríklad kardiovaskulárne a nádorové choroby, obezita, diabetes, či osteoporóza. Väčšinou sa prejavujú v dospelom alebo neskoršom veku, no ich vývoj trvá často desaťročia a dôsledok je často nesprávna výživa už v detskom alebo mladom veku. Za prevenciu nutrične podmienených ochorení sa považuje osvojenie si správnych stravovacích návykov v detstve (Babinská et al., 2007). Životný štýl alebo celkový spôsob života je významným faktorom zdravotného stavu. Na celkovom zdravotnom stave človeka má rozhodujúci podiel. Nesprávne stravovacie návyky, inaktivita, zlozvyky spolu s výskytom rizikových faktorov ako je vysoký krvný tlak, vysoký obsah cholesterolu, nadhmotnosť, to všetko má negatívny vplyv na vznik srdcovocievnych, onkologických ochorení a následne na predčasnú úmrtnosť. V dnešnej dobe sa životný štýl detí a mládeže mení. Uprednostňujú sledovanie televízie a počítačové hry v kombinácii s konzumáciou presladených nápojov a nezdravých potravín pred pobytom vonku pri hre, futbale alebo skákaní cez švihadlo. V dôsledku takéhoto nezdravého štýlu života u detí vzrastá inzulínová rezistencia, zvyšuje sa krvný tlak a môžeme sledovať prudký nárast obezity (Jurkovičová, 2005).

Pri posudzovaní faktorov zdravého životného štýlu ako základu pre kvalitný život až do neskorého seniorského veku zohľadňujeme genetickú výbavu a teda aj familiárne predispozície, stravovacie návyky, celkový zdravotný stav, pohybovú aktivitu, imunitu a sociálne správanie (Rea et al., 2015).

Voda je najdôležitejšou a najrozšírenejšou kvapalinou na našej planéte. Je nenahraditeľná pre správne fungovanie nášho organizmu. Bez potravy ľudský organizmus vydrží aj niekoľko desiatok dní, no bez vody maximálne tri dni. V medzibunkovej tekutine sa nachádza 1/3 vody a v telesných bunkách sa nachádzajú 2/3. Denný príjem tekutín sa odráža od ich strát v organizme. Dehydratácia sa prejavuje smädom. Vodu z tela strácame močením, dýchaním, potením, stolicou a pod. Adekvátne množstvo príjmu tekutín je 1,5 až 2 litre, v horúcich mesiacoch až 3 litre, čo závisí od pohlavia, telesnej aktivity a veku dieťaťa (Koprda, 2007).

Dôležitým predpokladom pre pohodu a zdravie je pozitívna telesná skúsenosť. Pohyb, hra a šport prinášajú subjektívne uspokojenie a v ďalšom rade emocionálnu a sociálnu stabilitu mládeže. Pohybová aktivita pôsobí na vývoj telesne motorických schopností detí a tiež na ich postoj k svojmu telu (Zimmerová, 2001). Z hľadiska energetického výdaja môžeme pohybovú aktivitu charakterizovať ako akýkoľvek pohyb zabezpečený kostrovým svalstvom, ktorý vedie k zvýšeniu výdaja energie nad úroveň kľudového metabolizmu a takáto pohybová aktivita tvorí 15 – 40 % z celkového výdaja energie jedinca (Sigmundová et al., 2012). Fyzickú aktivitu ovplyvňujú mnohé faktory ako osobné, rodinné, sociálne, urbanistické, environmentálne či ekonomické. Teda rôzne spoločenské prostredie zohráva rôzne úlohy v podpore alebo prevencii rozvoja detskej obezity (Caroli et al., 2011). Ľudia s vyššou mierou pohybovej aktivity majú nižšiu telesnú hmotnosť. Pravidelné cvičenie pomáha udržiavať telesnú hmotnosť. Odhad súhrnnej štúdie hovorí, že cvičenie 15 – 45 minút denne prispeje k tomu aby sme boli o 5 – 8 kilogramov ľahší, ako keby sme necvičili vôbec (Campbell a Campbell, 2013).

Odporúčané množstvá pohybovej aktivity pre deti uvádza tzv. pohybová pyramída pohybu. Zahŕňa varianty pohybových aktivít, ktoré by mali deti zaradiť do svojho režimu počas týždňa. Je vhodné pre dieťa vybrať činnosti, ktoré sú mu blízke, zábavné a pri ktorých sa cíti prirodzene (Gajdošová et al., 2008).

Denný energetický prídem by mal byť primeraný a potrava prijímaná v zhruba trojhodinových intervaloch. V takomto prípade telo nemá tendenciu vytvárať si zásoby energie zväčšovaním tukového tkaniva. Konzumujeme viac menších porcií denne, aby raňajky tvorili asi 30 %, desiatka 10 %, obed 30 %, olovrant 10 % a večera 20 % celkového

denného príjmu. Pri vhodnom zastúpení základných živín v strave dbáme o to, aby cukry tvorili 10 %, komplexné sacharidy 50 – 60 %, lipidy 20 – 30 % a proteíny 15 – 20 % (Klimešová a Stelzer, 2013).

Cieľom práce bolo zhodnotiť stravovacie zvyklosti a pohybovú aktivitu vo vybranej detskej populácii staršieho školského veku vo vzťahu k riziku rozvoja obezity.

MATERIÁL A METÓDY

Náš prieskum bol realizovaný v základnej škole Jánošovka v Čiernom Balogu (okres Brezno). Všetci respondenti boli žiakmi druhého stupňa, vybraní z bežnej populácie. Meranie sa uskutočnilo po tom, čo zákonní zástupcovia respondentov podpísali informovaný súhlas, nakoľko sme výskum realizovali na maloletých osobách. V informovanom súhlase sme uviedli informácie o type výskumu, metódach meraní, zachovaní anonymity pri vyhodnotení a spracovaní údajov. Oslovili sme 150 respondentov a ich zákonných zástupcov a 100 z nich bolo ochotných zúčastniť sa výskumu a predložilo podpísaný informovaný súhlas. Konečný výskum teda zahŕňal 47 respondentov ženského pohlavia a 53 respondentov mužského pohlavia.

V rámci prieskumu sme na získavanie informácií použili dotazníkovú metódu. Ide o metódu hromadného získavania údajov určených pre štatistické spracovanie. Zhromažďovanie údajov je realizované pomocou subjektívnej výpovede a dotazovaní vyšetrovaných osôb. Zisťujeme takto názor alebo postoj k danej skutočnosti. Podmienkou pre dotazník plniaci účel je presná formulácia otázok vo vzťahu k danej problematike. Nutričný dotazník sme zostavili tak, aby sme zistili a zhodnotili stravovacie zvyklosti a celkovú fyzickú aktivitu u monitorovaných detí. Sformulovali sme jasné a zrozumiteľné otázky, aby im maloletí respondenti jednoducho porozumeli. Dotazník bol skonzultovaný s vedením školy, a v prípade nejasností respondentom mohol otázku vysvetliť prítomný učiteľ. Náš dotazník bol zostavený z 20 otázok štruktúrovaného typu s možnosťou výberu jednej z možností. Zamerali sme sa na získanie informácií ohľadom stravovacích návykov detí, frekvencie príjmu potravy, preferencie niektorých druhov potravín ako aj na fyzickú aktivitu a vzťah k športu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri zostavení nášho nutričného dotazníka sme sa zamerali na otázky ohľadne jednotlivých druhov jedál počas dňa, čiže na raňajky, desiatu, obed, olovrant a večeru. V dotazníku boli zaradené otázky ohľadne preferencie niektorých druhov jedál alebo surovín, konzumácie sladkostí, športu, pitného režimu, telesnej aktivity a celkového dojmu zo svojho zovňajšku. V prípade nutričného dotazníka sme oslovili presne 100 respondentov, preto hodnoty uvádzame v percentách, čo zodpovedá aj počtu respondentov.

Skutočnosťou je, že medzi najčastejšie nedostatky v stravovaní detí patrí práve nepravidelný príjem raňajok. Deti, ktoré raňajkujú pravidelne, vykazujú lepšie nutričné zloženie stravy, vyváženejší príjem živín, vyššiu pozornosť, lepšie pamäťové funkcie a lepšie výsledky psychologických testov. Obézne deti častejšie vynechávajú raňajky a vyskytuje sa u nich posun posledného jedla do neskorších večerných hodín (Hlavatá, 2007).

Vynechanie konzumácie raňajok môže spôsobiť zvýšenú únavu v dopoludňajších hodinách a tá nepriaznivo vplyva na proces vyučovania (WHO, 2004).

Výsledky nášho dotazníka sme porovnali s výsledkami celoslovenského výskumu (Babinská et al., 2010), ktorý ukazuje, že 61,7 % detí raňajkuje pravidelne, čo celkom nekorešponduje s našimi výsledkami, ktoré poukázali iba na 43 % detí, ktoré pravidelne raňajkujú. Je znepokojujúce, že iba 43 % detí raňajkuje pravidelne, 19 % iba cez víkendy, 16 % detí uviedlo, že raňajkujú len v dňoch školského vyučovania a 12 % neraňajkuje vôbec, čo

sa približuje k porovnávanému výskumu kde 17,2 % detí uviedlo túto skutočnosť vynechávania raňajok.

Až 51 % respondentov preferuje na raňajky pečivo s rozličnou prílohou (nátierky, šunka, syr a pod.), cereálie konzumuje 25 %. Mliečne výrobky na raňajky preferuje len 17 % a ovocie 7 % respondentov.

Každodenná konzumácia desiatej chráni dieťa pred stratou 10 – 15 % celkovej dennej energie. Najvhodnejšie je, ak desiatu pripraví rodič podľa zásad správnej výživy. Ak školák nemá desiatu, je možné, že sa rozhodne pre kúpenie nezdravej desiatej v bufete (Nevoral, 2003).

Zo 100 opýtaných si 77 % nosí desiatu z domu. Iba 3 % nedesiatajú vôbec, čo hodnotíme ako priaznivý výsledok. Avšak 20 % respondentov konzumuje desiatu zakúpenú v bufete, čo je takmer o polovicu viac ako výsledok celoslovenského výskumu v roku 2007, ktorý monitoroval 10,2 % detí kupujúcich si desiatu v bufete.

Na desiatu 77 % uprednostňuje konzumáciu pečiva, 6 % detí preferuje sladkosti, 8 % detí konzumuje ovocie a iba 9 % respondentov udalo preferenciu mliečnych výrobkov na desiatu.

Z odpovedí respondentov vyplýva, že 69 % z nich sa stravuje na obed doma a 28 % v školskej jedálni, čo je spolu 97 % detí, ktoré pravidelne obedujú. 1 % respondentov uviedlo, že na obed sa stravujú v školskom bufete a 2 % vôbec neobedujú. Napriek tomu hodnotíme stravovanie detí na obed pozitívne. Hoci uspokojivé percento detí pravidelne obeduje, iba 29 % z nich konzumuje pravidelne každý deň polievky. Každý druhý deň konzumuje polievku 32 %, jedenkrát do týždňa 15 %, len počas víkendu 13 % a 11 % nekonzumuje polievku vôbec, čo hodnotíme znepokojivo ako informáciu od detí školského veku.

Zelenina a ovocie je základným zdrojom vitamínov, minerálnych látok a tiež vo vode rozpustnej vlákniny (Price, 2008).

Zeleninové šaláty ako prílohu konzumuje 54 % respondentov a 28 % z nich ich konzumuje podľa ponuky a preferencie. Zvyšných 18 % nekonzumuje šaláty ako prílohu vôbec.

Na otázku, či je v ich jedálničku každý deň zaradená surová zelenina alebo ovocie, odpovedalo 74 % kladne, čo hodnotíme pozitívne, napriek tomu každodennú konzumáciu zeleniny a ovocia v surovom stave 26 % respondentov nedodržiava.

Pozitívne hodnotíme, že 21 % detí konzumuje v čase olovrantu mliečne výrobky, 23 % teplý pokrm a dokonca 30 % opýtaných preferuje ovocie. 17 % respondentov uviedlo konzumáciu sladkostí a 9 % dokonca vôbec neolovrantuje, čo môže mať za následok vysoký energetický príjem alebo konzumáciu v neskorých večerných hodinách.

Večera by mala byť pre deti ľahko stráviteľným pokrmom podávaným 2 – 3 hodiny pred spaním. Deťom školského veku sa odporúča spať minimálne 8 hodín denne, z toho vyplýva, že posledné jedlo by malo byť podávané medzi 18. – 20. hodinou (Humeníková, 2007).

33 % respondentov konzumuje večeru pred 18. hodinou. Do 20:00 konzumuje večeru 39 % a následne po 20:00 20 % detí. Celkovo medzi 18. – 20. hodinou večeria 72 %, čo je v súlade s odporúčaniami. 8 % opýtaných večeru vynecháva.

Konzumáciu sladkostí hodnotíme primerane nášmu očakávaniu, nakoľko 54 % respondentov konzumuje sladkosti denne a 33 % príležitostne. 13 % detí nekonzumuje sladkosti vôbec. Častou konzumáciou výživovo menej hodnotných a energeticky bohatých pokrmov ako sú sladkosti alebo jedlá typu fast food môže byť narušená pravidelnosť stravovacieho režimu a príjmu plnohodnotných jedál u detí (Babinská, 2007).

Z odpovedí respondentov vyplýva, že 5 % z nich konzumuje jedlá typu fast food každý deň, čo je z hľadiska hodnotenia celého súboru zanedbateľné množstvo. No raz do týždňa takého jedla konzumuje až 19 % a raz do mesiaca 27 %. Zvyšných 22 % sa stravuje fast food jedlom len príležitostne a 27 % ho vôbec nekonzumuje.

Dostatočný pitný režim zaisťuje postačujúci prísun kyslíka a živín do buniek, správnu funkciu obličiek a celkovú fyzickú výkonnosť. Zásadou je, prijímať tekutiny počas celého dňa, pretože ľudský organizmus nevie vodu skladovať tak, aby sme sa mohli napiť 1 – 2 krát za deň (Kovács a Hlavatá, 2008). 70 % respondentov odpovedalo uspokojivo, že pijú dostatočne veľa tekutín. 19 % sa vyjadrilo, že zabúdajú počas dňa prijímať tekutiny a následne pociťujú smäd. Naopak, 11 % nedodržiava pitný režim a počas dňa dokonca nemajú potrebu napiť sa.

Čistú vodu preferuje 13 % opýtaných, minerálnu vodu 19 %, čo spolu činí 32 %. Uvedené zistenie konzumácie nesladenej čistej vody počas vyučovania hodnotíme kladne. Pri výbere z možností, či preferujú sladený alebo nesladený čaj, 40 % detí podľa očakávania pije počas školy sladený čaj, zatiaľ čo iba 9 % dáva prednosť nesladenému čaju. Ovocnú šťavu pije len 5 % detí a 14 % preferuje sladené nápoje typu Cola a pod.

Fyzická aktivita je súčasťou denného stereotypu človeka. Už u 5 ročného dieťaťa je možné nacvičovať základné pohybové vzorce pre lyžovanie, bicyklovanie či plávanie. Na hodinách telesnej výchovy v škole si dieťa zdokonaľuje základné pohybové návyky a prehĺbuje záujem o pohyb ako taký vo voľnom čase. Telesná výchova však u detí nenahrádza potrebnú fyzickú aktivitu. Vo voľnom čase sa deťom odporúča fyzická aktivita najrozmanitejších spôsobov a teda denná stredne namáhavá aktivita v trvaní jednej hodiny (Vitáriušová et al., 2009). Okrem telesnej výchovy sa inému druhu pohybovej aktivity venuje pravidelne 44 %. Taký istý počet sa venuje športu nepravidelne, vo voľnom čase. 12 % sa nevenuje mimo školského vyučovania žiadnemu druhu športu.

Na otázku, či by žiaci ocenili viac športových aktivít, nerátajúc telesnú výchovu, až 57 % reagovalo kladne, 26 % by takéto aktivity neocenilo a 17 % takéto aktivity rozvíja navštevovaním krúžku biatlonu a volejbalového krúžku.

Parametre telesného zloženia sú schopné reflektovať pohybový režim a teda aj aktívny životný štýl (Bunc, 2008). Na pohybovú aktivitu detí má vplyv aj správanie sa a podpora rodičov k tejto činnosti. Pozitívna podpora rodičov predpokladá vyššiu pohybovú aktivitu. Ďalej konštatuje aj vplyv socioekonomickej situácie rodiny (Voss et al., 2008) a výšky dosiahnutého vzdelania rodičov (Salis a Owen, 1999).

Negatívne hodnotíme skutočnosť, že až 38 % opýtaných priznáva, že trávi za počítačom celé odpoľudnie. Ďalej je alarmujúce, že 30 % detí venuje počítaču 3 – 5 hodín denne, a 25 % takto trávi denne 1 – 3 hodiny. Respondentov, ktorí uviedli, že sa počítaču venujú maximálne hodinu denne, bolo 7 %, čo je maximálne neuspokojivé vzhľadom k tomu, že deti trávia čas pri počítači namiesto fyzickej aktivity.

Svoj celkový vzhľad pozitívne hodnotí 52 % detí vo veku 10 až 15 rokov. Ako sme predpokladali, väčšie percento detí ženského pohlavia uviedlo, že chce znížiť svoju hmotnosť. Uviedlo tak 24 % dievčat a 9 % chlapcov. Naopak, zvýšiť svoju hmotnosť by si prialo iba 2 % dievčat, ale až 28 % chlapcov, čo sú diametrálne odlišné odpovede, ktoré môžeme pokladať za závislé od pohlavia.

ZÁVER

V rámci nášho prieskumu sme zhodnotili stravovacie zvyklosti vybraných detí a konštatujeme, že 43 % respondentov pravidelne raňajkuje a 51 % dáva na raňajky prednosť pečivu, cereálie uprednostňuje iba 25 % a mliečne výrobky 17 %. Desiatu si z domu nosí 77 % detí a 20 % si desiatu kupuje v bufete. Pravidelne obeduje 69 % a 76 % preferuje mäsité jedlá. 74 % detí konzumuje denne zeleninu a ovocie v surovom stave, no ďalej sme zistili, že 54 % konzumuje každý deň sladkosti. Pozitívne hodnotíme, že jedlá typu fast food vôbec nekonzumuje 27 % respondentov, zatiaľ čo 5 % uviedlo ich každodennú konzumáciu. 44 % detí sa venuje aj inej športovej aktivite ako telesnej výchove, a 57 % by prijalo viac takýchto

športových aktivít v rámci školy. 38 % respondentov priznalo, že často trávi celé odpoľudnie pri počítači a ďalších 30 % priznáva že sa počítaču venuje 3 – 5 hodín denne, čo je alarmujúce. Celkovo spokojných so svojím výzorom je 52 %, 24 % dievčat by si prialo znížiť svoju telesnú hmotnosť.

Pod'akovanie: Práca vznikla s podporou projektu Vplyv konzumácie vybraných potravinových zdrojov rastlinného pôvodu na nutričný a zdravotný stav probandov GA 1/2021 a 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. BABINSKÁ, K. – VITÁRIUŠOVÁ, E. – HLA VATÁ, A. et al. 2010. *Otázky a výzvy v liečbe detskej obezity. Nové trendy vo výžive*. Bratislava:UK. s. 52. ISBN 978-8880-223-2552-3.
2. BABINSKÁ, K. – VITÁRIUŠOVÁ, E. – ROSINSKÝ, J. – BABINSKÁ ml., K. KOŠTÁLOVÁ, Ľ. – HLA VATÁ, A. – PRIBILINCOVÁ, Z. – KOVÁCS L. 2007. Stravovací režim školákov na Slovensku. *Pediatrica pre prax* 2007;14(4):217-220.
3. BEŇO, I. 2008. *Náuka o výžive*. 3. vyd. Martin:Osveta. 158 s. ISBN 978-808063-294-6.
4. BUNC V. 2008. Aktivní životní styl dětí a mládeže jako determinant jejich zdatnosti a tělesného složení. *Studia Kinanthropologica* 2008;9(1):19–23.
5. CAMPBELL, T. C. – CAMPBELL, T. M. 2013. *Čínská studie*. 3. vyd. Havlíčkův Brod : Svítání. 404 s. ISBN 978-80-87629-01-7.
6. CAROLI, M. – MALECKA-TENDERA, E. – EPIFANI, S. et al. 2011. Physical activity and play in kindergarten age children. *International Journal of Pediatric Obesity* 2011;6(S2):47-53.
7. GAJDOŠOVÁ, J. – KOŠTÁLOVÁ, A. – MUŽÍKOVÁ, L. – MUŽÍK, V. 2008. Pyramidulka – edukační materiál pro 1. stupeň ZŠ s tematikou pohybových aktivit. Brno:Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity, 2008.
8. HLA VATÁ, A. 2007. Obézne dieťa v ambulancii lekára pre deti a dorast. *Pediatrická prax* 2007;1:12-16.
9. HUMENÍKOVÁ, L. 2007. Dietary intake, physical activity, and predictors of child obesity among 4-6th graders in the Czech Republic. In *Centr Eur J Publ Health* 2007;15:23-28.
10. JURKOVIČOVÁ, J. 2005. *Vieme zdravo žiť?* 1. vyd. Bratislava:Univerzita Komenského, 170 s. ISBN 80-22-2132-X.
11. KERESTEŠ, J. 2011. *Zdravie a výživa ľudí*. 1. vyd. Bratislava:CAD PRESS, s. 355 – 471. ISBN 978-8088969-57-0.
12. KLIMEŠOVÁ, I. – STELZER, J. 2013. *Fyziologie výživy*. 1. vyd. Olomouc:Univerzita Palackého. 227 s. ISBN 978-80-244-3280-9.
13. KOPRDA, V. 2007. *Voda a nápoje v zdravej výžive*. Bratislava:STU.
14. KOŠTÁLOVÁ, Ľ. – KOVÁCS, L. – TENCZEROVÁ, A. et al. 2005. *Úvod do pediatrie*. Bratislava:Lekárska fakulta Univerzity Komenského. 144 s.
15. KOVÁCS, L. – HLA VATÁ, A. 2008. Energetická rovnováha a prevencia obezity u detí. *Pediatrica pre prax* 2008;7(6):349-352.
16. NEVORAL, J. 2003. *Výživa v dětském věku*. Jinočany:H&H, 2003. 434 s. ISBN 80860-2293-5.

17. PRICE, R. 2008. *Glycemic matrix to low GI and GL eating*. West Conshohocken:Infinity pub, 2008, 132 p. ISBN 0-7414-4691-X.
18. REA, J. et al. 2015. Genes and life - style fastors in Belfast nonagenarians. *Nature, Nurture and Narrative* 2015;16(5)587-597.
19. SALLIS, J. F. – OWEN, N. 1999. *Physical Activity and Behavioral Medicine*. Thousand Oaks, London:SAGE, 1999.
20. SIGMUNDOVÁ, D. – SIGMUND, E. – ŠNOBLOVÁ, R. 2012. Návrh doporučení k provádění pohybové aktivity pro podporu pohybově aktivního a zdravého životního stylu českých dětí. *Tělesná kultura* 2012;35(1):9-27.
21. SVACINA, Š. 2008. *Klinická dietologie*. 1. vyd. Praha:Grada Publishing, 2008. 384 s. ISBN 978-80-247-2256-6.
22. VITÁRIUŠOVÁ, E. et al. 2009. Fyzická aktivita a skladba voľného času u populácií detí na Slovensku. *Pediatrica pre prax* 2009;10(2):94-97.
23. VOSS, L.D. – HOSKING, J. – METCALF, B. S. – JEFFERY, A. N. – WILKIN T.J. 2008. Children From Low-Income Families Have Less Access to Sports Facilities, But Are No Less Physical Active: Cross-Sectional Study. *Health and Development* 2008;34(4):470–474.
24. WORLD HEALTH ORGANISATION, 2004. Health behaviour in school-aged children (HBSC) study. International report from the 2001/ 2002 survey. Geneva, World Health Organization [online] 2004. Dostupné na internete: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>.
25. ZIMMEROVÁ, R. 2001. *Netradiční sportovní činnosti*. 1. vyd. Praha:Portál, 2001. 256 s. ISBN 80-7178-460-5.

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 BMI A WHR INDEXOV U DETÍ ŠKOLSKÉHO VEKU V BANSKOBYSTRICKOM KRAJI

EVALUATION OF BMI AND WHR INDEXES IN SCHOOL AGE CHILDREN IN THE REGION BANSKÁ BYSTRICA

Lenártová Petra¹, Lorková Marta², Strelcová Michaela³

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

²Výskumné centrum AgroBioTech, SPU v Nitre

³absolvent študijného programu Výživa ľudí

Summary

The aim of the work was to analyse and monitor the development of BMI and WHR indexes changes in school-age children in the Banská Bystrica region, which inform us about the possible occurrence of obesity in the child population. Our research was conducted in primary school Jánošovka in the Čierny Balog (district Brezno). We followed 100 children in older school age, of which 47 were girls and 53 were boys. The measured values of height, weight, body mass index, waist circumference, hip circumference and waist to hip index were compared with our assumptions, gender, also with the more extensive research conducted in Slovakia focusing on the child population. By evaluating the BMI index using the percentile statistical method, we found that the obesity status of the group is satisfactory compared to our expectations and other research. By evaluating the WHR index, we recorded a slight decrease in values for girls, and we see a slight stagnation of values for boys.

Key words: school age children, BMI, WHR, obesity, overweight

ÚVOD

Detský vek je špecifický pre určovanie nadhmotnosti a obezity. Na zhodnotenie nadhmotnosti a obezity u dieťaťa nestačí jeho telesná hmotnosť, ktorá je prirodzene stúpajúca. Je potrebné ju hodnotiť vo vzťahu k výške, nie k veku. Takto hodnotíme telesnú hmotnosť len u novorodencov a dojčiat (Hlavatá, 2007).

Základným nepriamym ukazovateľom proporcionality telesnej výšky a hmotnosti je index telesnej hmotnosti (BMI) a v súčasnosti sa prijíma ako praktická a jednoduchá skríningová metóda pre odhaľovanie nadhmotnosti a obezity u detí a dospelých (World Health Organization, 1995).

Body mass index (BMI) je považovaný za medzinárodne uznávaný index vzťahu telesnej hmotnosti k telesnej výške zohľadňujúci vek a pohlavie. Vypočítame ho podľa vzorca $BMI (kg.m^2) = \text{hmotnosť tela (kg)} : \text{výška (m}^2\text{)}$.

Výsledok sa porovnáva s hodnotami BMI indexu v tabuľkách (Kalvachová, 2008).

Skupiny detí podľa veku hodnotíme pomocou percentilových grafov, ktoré porovnávajú BMI index vyšetřovaného dieťaťa s referenčnou normou v danej populácii podľa veku a pohlavia. Percentilové grafy sú orientačnou predstavou o tom, či dieťa prospieva v norme alebo zaostáva vo vývoji (Kovács a Hlavatá, 2008).

V detskom veku až do ukončenia rastu sa hodnoty tohto indexu veľmi výrazne menia, a preto u detí nie je možné používať „optimálne hodnoty BMI“ paušálne stanovené pre dospelú populáciu (Fuchsová, 2020).

Správnu interpretáciu hodnôt BMI v pediatrii umožňujú percentilové grafy BMI k veku a podľa pohlavia (Vignerová, 2012).

Pri hodnotení vzťahu telesnej výšky a telesnej hmotnosti je u detí približne do 5 rokov vhodnejšie vzťahovať hmotnosť priamo k výške, a nie k veku. U starších detí počítame BMI.

Na posúdenie primeranosti rastu a vývinu dieťaťa vzhľadom k jeho kalendárnemu veku a na posúdenie, či jeho charakteristiky sú proporčné, zistené hodnoty telesných charakteristík (aj BMI) porovnávame s rastovými grafmi. Za hranicu nadhmotnosti bola pri oboch zmienených typoch grafov stanovená hodnota 90. percentilu, za hranicu obezity hodnota 97. percentilu a hodnota 99. percentilu v grafe BMI predstavuje stanovenie morbidnej obezity (Vignerová, 2012).

WHR index patrí k najpoužívanejším parametrom pri posúdení stavu výživy. Posledné výskumy ukazujú, že WHR index má vyššiu výpovednú hodnotu rizika civilizačných ochorení ako index BMI. Podstatou je, že množstvo viscerálneho tuku, ktoré reflektuje práve WHR, je rozhodujúce pri vzniku rizika civilizačných ochorení. Údaje o obvode pásu a bokov zisťujeme pásovým meradlom v centimetroch (Chlebo, 2011).

Obvod pásu meriame v polovici vzdialenosti medzi spodným okrajom posledného rebra a vrcholom bedrovej kosti. Obvod bokov meriame v horizontálnej rovine v mieste, kde pozorujeme najväčšie vyklenutie zadku (Hainer et al., 2011).

Obvod pásu sa zvyšuje s vekom u chlapcov i dievčat (Fernandez et al., 2004; Eisenmann, 2005).

U detí vo veku 5 – 12 rokov nie sú badateľné rozdiely v obvode pásu podľa pohlavia (McCarthy et al., 2001).

Hodnoty WHR indexu sú indikátorom množstva tuku v okolí vnútorných orgánov, vypočítame ho podľa vzorca $WHR = \text{obvod pásu (mm)} / \text{obvod bokov (mm)}$.

Matejovičová et al. (2008) uvádzajú, že WHR index je dobrým ukazovateľom rozloženia tuku v tele. Čím je tento pomer vyšší, tým sa predpokladá vyššie riziko kardiovaskulárnych chorôb.

Zdravotne ideálna hodnota je do 0,85 a zdravotné riziko predstavuje pomer väčší ako 0,85 (Svačina, 2000). Pre detskú populáciu však normy (pre jednotlivý vek a pohlavie) daného indexu zatiaľ nie sú vytvorené (Fuchsová, 2020).

Centrálna obezita je spojená s rizikom kardiovaskulárnych a metabolických chorôb u detí a medzi antropometrické indexy prediktívne pre centrálnu obezitu patrí obvod pásu, pomer pás – boky (WHR) a pomer výšky k pásu (WHtR) (Mushtaq et al., 2011; Freedman et al., 1999; Katzmarzyk et al., 2004).

Percentilová štatistická metóda je metódou posudzovania výšky a hmotnosti. Vyjadruje sledovaný znak v percentuálnom zastúpení v danej vekovej skupine (Chlebo, 2011). Percentilové grafy sú vyhotovené pre hodnotenie telesnej výšky, telesnej hmotnosti, BMI a proporcionality zvlášť pre chlapcov a pre dievčatá (Krasničánová, 2008). Chlebo (2011) ďalej uvádza, že hodnoty vo fyziologickom rozmedzí sa pohybujú od 25 do 75 percentilov. Za optimálne hodnoty je považovaná hodnota 50 percentilov. U jedincov z hodnotami dosahujúcimi menej ako 10 a viac ako 90 percentilov hovoríme o extrémnych hodnotách. Hodnoty pod 3 a nad 97 percentilov sú považované za patologický vývoj v danom znaku.

Cieľom práce bolo analyzovať a monitorovať vývoj zmien indexov BMI a WHR u detí školského veku v Banskobystrickom kraji, ktoré nás informujú o možnom výskyte obezity v detskej populácii.

MATERIÁL A METÓDY

Výskum sme realizovali na základnej škole Jánošovka v Čiernom Balogu (okres Brezno). Všetci probandi boli žiakmi druhého stupňa, vybraní z bežnej populácie.

Antropometrické merania sa uskutočnili po tom, čo zákonní zástupcovia probandov podpísali informovaný súhlas, nakoľko sme výskum realizovali na maloletých osobách. V informovanom súhlase sme uviedli informácie o type výskumu, metódach meraní, zachovaní anonymity pri vyhodnotení a spracovaní údajov.

Oslovili sme 150 probandov a ich zákonných zástupcov a 100 z nich bolo ochotných zúčastniť sa výskumu a predložilo podpísaný informovaný súhlas. Výskum zahŕňal 47 probandov ženského pohlavia a 53 probandov mužského pohlavia. Žiaci 5. až 9. ročníka s priemerným vekom sledovaného súboru 12,8 roka v prvom meraní, 13,2 roka v druhom meraní a 13,7 v treťom meraní. Každé z troch samostatných meraní bolo uskutočnené s časovým odstupom 6 mesiacov.

Na zistenie antropometrických parametrov sme použili digitálnu osobnú váhu na meranie telesnej hmotnosti s potrebným rozsahom merania, meter na meranie telesnej výšky, ktorý sme pripevnili na stenu, pásové meradlo na meranie obvodových parametrov.

Telesnú výšku sme merali na vhodnom mieste z hľadiska postavenia a pohlavia meraných detí. Probandov ženského pohlavia sme merali bez prítomnosti respondentov mužského pohlavia a naopak. Meranie prebehlo po vyzutí obuvi. Probandov sme nasmerovali tak, aby sa narovnali, ich horné končatiny viseli voľne pozdĺž trupu a oblasť lopatiek, gluteálnu oblasť a päty boli priložené ku stene. Hlavu probanda sme orientovali do frankfurtskej horizontálnej polohy, čiže sme jeho pohľad smerovali k predmetu na protiľahlej stene v úrovni jeho očí. Pri takomto správnom postoji sme na temeno hlavy – vertex priložili pevnú plochú dosku určenú k tomuto účelu. Následne sme odčítali hodnotu telesnej výšky v centimetroch.

Meranie telesnej hmotnosti prebehlo pomocou digitálnej váhy s potrebným rozsahom merania, ktorú sme umiestnili na rovný povrch. Následne sme probanda požiadali, aby sa postavil na nášľapnú plochu váhy celými chodidlami. Probandi boli bosí, len v najnutnejšom odevu. Každé z troch meraní spĺňalo tieto podmienky. Telesnú hmotnosť probanda sme zaznamenali po ustálení čísla v kilogramoch a s presnosťou na desatinu kilogramu.

Meranie telesných obvodov je považované za jedno z najvýznamnejších parametrov v antropometrii. Probandom bol zmeraný obvod bokov a obvod pásu meracím pásmom so stupnicou v centimetroch. Obvod pásu sme merali v najužšom mieste medzi dolnou rebrovou hranicou a lopatkou bedrovej kosti. Obvod bokov bol uskutočnený na úrovni najväčšieho zadného výbežku na zadku, ktorý je v prednej časti zväčša vo vodorovnej polohe s úrovňou lonovej spony.

Pri hodnotení nutričného stavu sledovaných detí školského veku sme namerané hodnoty porovnávali s referenčnými hodnotami percentilových grafov (podľa veku a pohlavia t.j. 3 – 18 rokov dievčatá a 3 – 18 rokov chlapci). Tieto percentilové grafy zobrazujú krivky znázorňujúce referenčné hodnoty populácie, čiže sú v nich znázornené hodnoty hlavných percentilov a to 3., 10., 25., 50., 75., 90., 97. Hodnota percentilu značí, akú hodnotu dosiahlo percento meranej populácie. Hodnoty namerané vo vzorke našej populácie sme hodnotili s referenčnou vzorkou.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Do nášho výskumu bolo celkovo zaradených 100 probandov – detí staršieho školského veku, u ktorých sme uskutočnili tri samostatné merania s časovým odstupom, ktorých cieľom bolo monitorovať zmenu určitých antropometrických parametrov v danom časovom priebehu.

Pri každom meraní sme u probandov merali tie isté parametre a to telesnú výšku, telesnú hmotnosť a obvodové parametre (obvod pásu a obvod bokov).

Najskôr sme z antropometrických meraní monitorovali telesnú hmotnosť, telesnú výšku, z ktorých sme vypočítali body mass index (BMI), ktorého priemerné hodnoty prehľadne uvádzame v tabuľke 1.

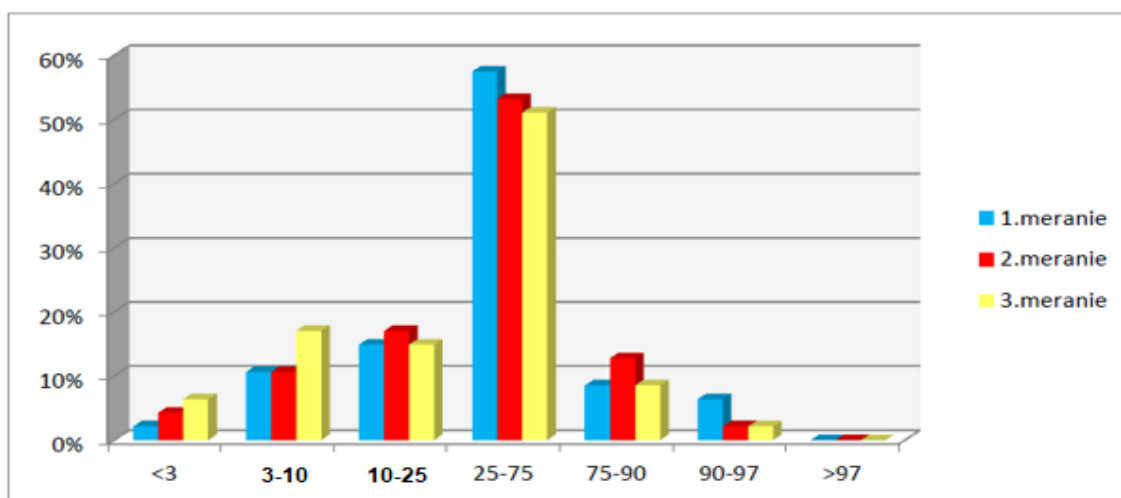
Tab. 1 BMI ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) u sledovaných detí školského veku

	1. meranie	2. meranie	3. meranie
Dievčatá (n=47)			
Priemer	18,22	18,09	17,82
Maximum	23,18	22,06	21,51
Minimum	13,57	13,56	13,30
Chlapci (n=53)			
Priemer	17,96	17,81	17,60
Maximum	31,47	30,86	31,48
Minimum	13,70	13,28	13,23
Celý súbor (n=100)			
Priemer	18,01	17,91	17,72
Maximum	31,47	30,86	31,48
Minimum	13,57	13,28	13,23

BMI u detí školského veku sme zhodnotili percentilovou štatistickou metódou. Zamerali sme sa na hodnotenie BMI indexu zvlášť u oboch pohlaví, pričom boli použité percentilové grafy (metodika podľa Ševčíkovej et al., 2004). V našom hodnotení sme zistené percentilové hodnoty rozdelili do siedmich pásiem:

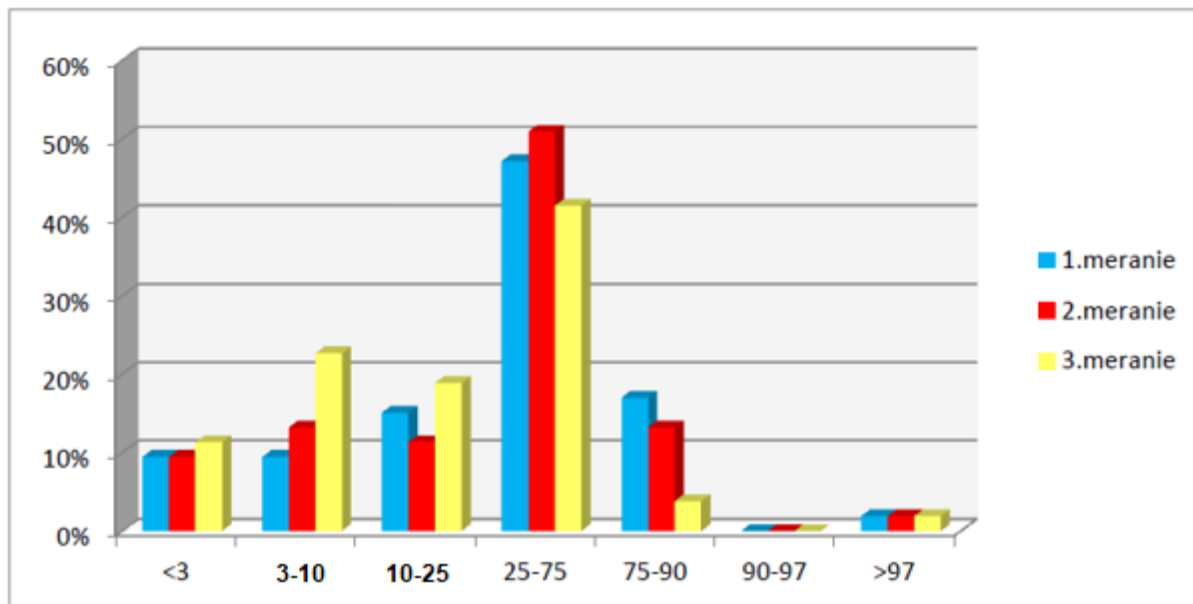
1. hodnota percentilov < 3 – pásmo patologický podpriemer
2. hodnota percentilov 3 – 10 – pásmo vysokej podpriemernosti
3. hodnota percentilov 10 – 25 – pásmo podpriemernosti (štíhlosť)
4. hodnota percentilov 25 – 75 – optimálne pásmo (norma)
5. hodnota percentilov 75 – 90 – pásmo nadpriemernosti
6. hodnota percentilov 90 – 97 – hodnoty nadhmotnosti
7. hodnota percentilov > 97 – vysoko pravdepodobný patologický vývoj (obezita).

Výsledky uvádzame v % pre jednotlivé pásma v grafických znázorneniach pre obe pohlavia. V rámci hodnotenia BMI indexu percentilovou štatistickou metódou sme zistili, že viac dievčat sa nachádza v pásme priemeru a štíhlosti ako v pásme nadpriemeru. V prvom meraní malo priemerné hodnoty percentilov 57 % dievčat, v 2. meraní 53 % a v 3. meraní 51 %. Nezaznamenali sme obezitu, no v pásme nadhmotnosti sme v 1. meraní zistili 6 %, neskôr v 2. a 3. meraní zhodne 2 %. 17 % dievčat sme zaznamenali v pásme štíhlosti (Obr. 1).



Obr. 1 Percentuálne zastúpenie jednotlivých percentilov pri hodnotení BMI indexu u dievčat

Pri hodnotení chlapcov sme zhodne v 1., 2. aj 3. meraní zistili 2 % v pásme obezity. Nadhmotnosť predstavovala 17 % v prvom meraní, 13 % v 2. meraní a iba 4 % v 3. meraní. Najvyššia priemerná hodnota 51 % bola zistená v 2. meraní. V 3. meraní 42 %. Rovnako ako u dievčat, pozorujeme prevažne štíhlosť až u 22 % a podpriemerné hodnoty až 11 % (Obr. 2).



Obr. 2 Percentuálne zastúpenie jednotlivých percentilov pri hodnotení BMI indexu u chlapcov

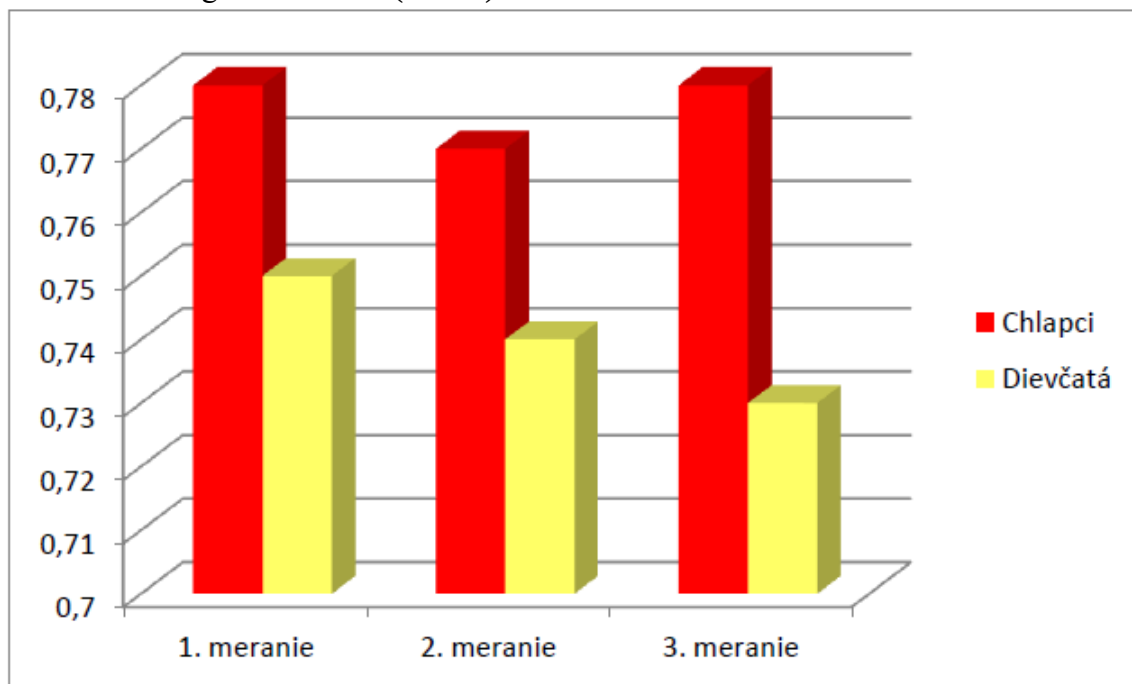
V nasledujúcej tabuľke 2 sú zobrazené priemerné, maximálne a minimálne hodnoty obvodových parametrov pásu, bokov a hodnoty WHR indexu celého sledovaného súboru. Najvyššia hodnota obvodu pásu bola zaznamenaná v prvom meraní a to 67,7 cm. Medzi meraniami bol zaznamenaný 7 mm rozdiel, čo nepovažujeme za výraznejší rozdiel.

Tab. 2 Obvodové parametre a WHR index sledovaných probandov

	1. meranie	2. meranie	3. meranie
n	100	100	100
Obvod pásu (cm)			
Priemer	64,70	64,40	64,00
Maximum	89,00	90,00	93,00
Minimum	53,00	50,00	50,00
Obvod bokov (cm)			
Priemer	84,50	84,50	84,50
Maximum	109,00	109,00	109,00
Minimum	69,00	69,00	69,00
WHR index			
Priemer	0,76	0,76	0,76
Maximum	0,88	0,84	0,85
Minimum	0,61	0,72	0,72

Moore et al. (2015) vo svojej štúdii zistili, že zvýšené hodnoty WHR korelujú u detí a adolescentov so známymi indikátormi pre zvýšené riziko metabolického syndrómu, ktorými sú hladiny LDL cholesterolu, HDL cholesterolu, triacylglycerolov a inzulínu.

Pri hodnotení WHR indexu sme u dievčat zaznamenali v rámci troch meraní s časovým odstupom mierny pokles hodnôt WHR, kým u chlapcov možno pozorovať v rámci týchto meraní miernu stagnáciu hodnôt (Obr. 3).



Obr. 3 Priemerné hodnoty WHR indexu u oboch pohlaví

Hodnota obvodu pásu je ľahko merateľná, a je veľmi dobrým ukazovateľom abdominálnej a najmä viscerálnej adipozity. Je obrazom obsahu tuku v podkoží a intraabdominálneho viscerálneho tuku, ktorý je základným rizikovým parametrom metabolického syndrómu (Krahulec et al., 2013).

Rozdiel obvodu pásu medzi pohlaviami bol 0,8 cm. U dievčat bola najnižšia hodnota 64,2 cm a najvyššia 64,8 cm, u chlapcov najnižšia 63,9 cm a najvyššia 64,7 cm, z čoho môžeme konštatovať minimálny rozdiel medzi pohlaviami.

Pri hodnotení obvodu bokov sme u dievčat zaznamenali zvýšenie o 1,3 cm a u chlapcov naopak zníženie hodnoty o 1,1 cm. Celkovo boli u dievčat v prvom meraní vyššie priemerné hodnoty obvodu bokov o 3,3 cm, v druhom meraní o 4,8 cm a v treťom meraní predstavoval tento rozdiel 5,7 cm.

ZÁVER

Hodnotením BMI indexu pomocou percentilovej štatistickej metódy sme zistili, že stav obezity u daného súboru je v porovnaní s našimi očakávaniami a inými výskumami uspokojivý. V rámci celého súboru sa v 1. a 2. meraní zhodne nachádzalo v pásme priemeru 52 % a v 3. meraní 46 % detí. Nadhmotnosť sme zistili rovnako v 1. aj 2. meraní u 13 % a v 3. meraní u 6 %. Obezitu sme zistili u jedného respondenta zo 100.

Pri hodnotení WHR indexu sme u dievčat zaznamenali mierny pokles hodnôt, u chlapcov vidíme miernu stagnáciu hodnôt. Z hľadiska hodnotenia obvodu pásu sme medzi chlapcami a dievčatami zaznamenali minimálne rozdiely. K väčším zmenám došlo v priebehu meraní pri parametri obvod bokov, nakoľko u dievčat došlo k zvýšeniu a u chlapcov k zníženiu priemerných hodnôt obvodu bokov, čo súvisí s prirodzenou pohlavnou diferenciáciou telesnej kompozície ovplyvnenej pubertou.

Pod'akovanie: Práca vznikla s podporou projektu Vplyv konzumácie vybraných potravinových zdrojov rastlinného pôvodu na nutričný a zdravotný stav probandov GA 1/2021.

LITERATÚRA

1. EISENMANN, J.C. 2005. Waist circumference percentiles for 7- to 15-year-old Australian children. *Acta Paediatrica*. 2005;94:1182–85. doi: 10.1080/08035250510029352.
2. FERNANDEZ, J.R. – REDDEN, D.T. – PIETROBELLI, A. – ALLISON, D.B. 2004. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr* 2004;145:439–44. doi: 10.1016/j.jpeds.2004.06.044.
3. FREEDMAN, D.S. – DIETZ, W.H. – SRINIVASAN, S.R. – BERENSON, G.S. 1999. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatr* 1999;103:1175–82. doi: 10.1542/peds.103.6.1175.
4. FUCHSOVÁ, M. 2020. *Somatický vývin dieťaťa jeho poruchy s využitím vzdelávacích moderných technológií*. Bratislava: Vydavateľstvo UK. 145 s. ISBN 978-80-223-4812-6.
5. HAINER, V. et al. 2011. *Základy klinické obezitologie*. 2. preprac. vyd. Praha: Grada Publishing. 448 s. ISBN 978-80-247-3252-7.
6. HLAVATÁ, A. 2007. Obézne dieťa v ambulancii lekára pre deti a dorast. *Pediatrická prax* 2007;1:12-16.
7. CHLEBO, P. 2011. Metódy hodnotenia stavu výživy. In KERESTEŠ, J. et al. *Zdravie a výživa ľudí*. 1. vyd. Bratislava: CAD PRESS, s. 479 – 531. ISBN 97880-88969-57-0.
8. KALVACHOVÁ, B. 2008. Klasifikácia obezity u detí [online], 2008. Dostupné na: www.hravezijzdrave.cz.
9. KATZMARZYK, P.T. – SRINIVASAN, S.R. – CHEN, W. – MALINA, R.M. – BOUCHARD, C. – BERENSON, G.S. 2004. Body mass index, waist circumference, and clustering of cardiovascular disease risk factors in a biracial sample of children and adolescents. *Pediatrics* 2004;114(2):e198–205. doi: 10.1542/peds.114.2.e198.
10. KOVÁCS, L. – HLAVATÁ, A. 2008. Energetická rovnováha a prevencia obezity u detí. *Pediatrica pre prax* 2008;7(6):349-352.
11. KRAHULEC, B. et al. 2013. *Klinická obezitológia*. 1.vyd. Brno: Facta Medica. 336 s. ISBN 978-80-904731-7-1.
12. KRASNIČANOVÁ, H. 2008. Percentilové grafy v praxi. In *Kompedium pediatrické auxologie*. [online] Dostupné na: <http://www.ulekare.cz/clanek/percentilove-grafy-v-praxi-6193>.
13. MATEJOVIČOVÁ, B. – BEZÁKOVÁ, A. – KOPRDOVÁ, L. 2008. Somatický vývin vo vzťahu k životnému štýlu dievčat v období adolescencie. *School and Health* 2008;21(3):193-198.
14. MCCARTHY, H.D. – JARRETT, K.V. – CRAWLEY, H.F. 2001. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9 y. *Eur J Clin Nutr* 2001;55:902–07. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601240.
15. MOORE, L.M. – FALS, A.M. – JENNELLE P.J. – GREEN, J.F. – PEPE, J. – RICHARD, T. 2015. Analysis of Pediatric Waist to Hip Ratio Relationship to Metabolic Syndrome. *J Pediatr Health Care* 2015; 29(4):319-324. doi: 10.1016/j.pedhc.2014.12.003.
16. MUSHTAQ, M.U. – GULL, S. – ABDULLAH, H.M. – SHAHID, U. – SHAD, M.A. – AKRAM, J. 2011. Waist circumference, waist-hip ratio and waist-height ratio percentiles

- and central obesity among Pakistani children aged five to twelve years. *BMC Pediatr* 2011;11:105. doi: 10.1186/1471-2431-11-105.
17. SVACINA, S. 2000. *Obezita a diabetes*. Praha:Maxdorf. 307s. ISBN 80-85800-43-8.
 18. ŠEVČÍKOVÁ L. – NOVÁKOVÁ, J. – HAMADE J. et al. 2004. Percentilové grafy a antropometrické ukazovatele: Telesný vývoj detí a mládeže v SR. Úrad verejného zdravotníctva. 2004; s.16-103. Dostupné na: http://www.ruvzba.sk/poradne/Percentilove_grafy_SK_farba.pdf
 19. VARGOVÁ V. et al. 2012. *Vybrané kapitoly z pediatrie*. Košice:Univerzita Pavla Jozefa Šafárika. 330 s., ISBN 978-80-7097-960-0.
 20. VIGNEROVÁ, J. 2012. Využití růstových grafů pro hodnocení nadměrné hmotnosti a obezity. In Marinov, Z. et al., 2012. *Praktická dětská obezitologie*. Praha:Grada. 224 s. ISBN 978-80-247-4210-6.
 21. WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1995. *Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry*. Report of the WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva:WHO, 1995: 161-262.

Kontaktná adresa

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

PREFERENCIE V KONZUMÁCII PEKÁRSKÝCH VÝROBKOV U ŽIEN VO VZŤAHU K HODNOTE BMI

PREFERENCES IN THE CONSUMPTION OF BAKERY PRODUCTS IN WOMEN IN RELATION TO BMI

Lorková Marta¹, Gažarová Martina², Habánová Marta²

¹Výskumné centrum AgroBioTech, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

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

Summary

In our survey, we evaluated the frequency of consumption of bakery products, pasta and rice. The evaluation was performed in a group of 65 women with an average age of 68 ± 9.3 years. According to the BMI value, they were divided into two groups, namely women with BMI $<25 \text{ kg.m}^{-2}$ and the other women with BMI $\geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$. Bakery products, pasta and rice form a significant part of daily meal. In our monitored group of women, their consumption was suitable. Women with higher BMI values usually prefer the intake of bread, whether dark or white. Women with BMI $<25 \text{ kg.m}^{-2}$ more often choose bakery products and specific whole grain variants.. Consumption of flakes and breakfast cereals was not very preferred in the group of women we monitored. Pasta is slightly more often preferred by women with lower BMI. Rice is consumed most often at a frequency of 3 to 4 times a week and to a greater extent in women with lower BMI. In general, it is recommended to consume at least 3 servings of cereal products per day, and we should focus our attention on whole grain products with a higher content of fiber, minerals and other phytonutrients.

Key words: bakery products, pasta, rice, women, BMI, cardiovascular disease

ÚVOD

Celosvetovo patria neinfekčné a neprenosné ochorenia medzi najčastejšie príčiny úmrtí na celom svete (WHO, 2021). Nezdravé stravovacie návyky v kombinácii s fyzickou inaktivitou, fajčením a nadmerným užívaním alkoholu spôsobujú vytvorenie týchto ochorení (Kachur et al., 2017; Powell-Wiley, 2021).

Jedným z najviac a najčastejšie používaných indexov na hodnotenie stavu výživy, a tým aj samotnej nadhmotnosti a obezity je BMI. Používa sa tiež ako ukazovateľ životnej prognózy a rizika komplikácií mnohých ochorení (Bastien et al., 2014; De Schutter et al., 2014; Koliaki et al., 2019). Vzhľadom k tomu, že tento index nám neposkytuje informácie o množstve a rozmiestnení telesného tuku, sú čoraz obľúbenejšie aj iné metódy hodnotenia stavu a zloženia tela. Je to napríklad WHR index, obvod pásu, alebo meranie zloženia tela na princípe bioimpedancie, či ABSI (Bastien et al., 2014; Frank, 2015; Gažarová et al., 2019; Donini et al., 2020).

Štúdie naznačujú, že u žien s nadhmotnosťou a obezitou môže mať strava bohatá na celozrnné obilniny priaznivejší vplyv na zmenu rizikových faktorov kardiovaskulárnych ochorení (KVO) ako strava bohatá na ovocie a zeleninu alebo priaznivo pôsobí kombinácia celozrnných obilnín a ovocia a zeleniny (Fatahi et al., 2018). Priaznivo na zdravie pôsobí obsah minerálnych látok a vlákniny nachádzajúci sa v celozrnných výrobkoch z obilnín (Buil-Cosiales et al., 2016). Príjem špecifických druhov celozrnných výrobkov, vrátane celozrnného chleba, celozrnných raňajkových cereálií s prídavkom otrúb, ako aj celkového chleba a raňajkových cereálií, bol spojený so zníženým rizikom KVO. Zníženie rizika bolo pozorované až do príjmu 210 až 225 g na deň (Aune et al., 2016). Podľa autorov Swaminathan et al. (2021) bola najvyššia kategória príjmu spracovaných obilninových

výrobkov (≥ 350 g za deň alebo viac ako 7 porcií za deň) spojená s vyšším rizikom celkovej úmrtnosti, tiež s rizikom závažných kardiovaskulárnych ochorení v porovnaní s najnižšou kategóriou príjmu (< 50 g na deň). V celosvetovom meradle by sa mala zväziť nižšia spotreba spracovaných obilninových výrobkov v podobe bielej múky a výrobkov z nich (Swaminathan et al., 2021), naopak sa odporúča zvyšovať príjem celozrnných výrobkov (Aune et al., 2016).

V našej práci sme sa zamerali na zhodnotenie konzumácie niektorých pekárskeho výrobkov, cestovín a ryže u žien s kardiovaskulárnym ochorením, pričom ženy sme rozdelili na dve skupiny podľa ich hodnoty BMI.

MATERIÁL A METÓDY

Prieskumu sa zúčastnilo 65 žien s priemerným vekom $68 \pm 9,3$ roka. U zúčastnených žien už bolo diagnostikované kardiovaskulárne ochorenie a navštevovali internú ambulanciu v Špecializovanej nemocnici sv. Svorada Zobor n.o. Vybrané ženy sme rozdelili podľa hodnoty BMI na dve kategórie. Prvou skupinou boli ženy s $BMI < 25 \text{ kg.m}^{-2}$ a druhou ženy s $BMI \geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$. V prvej skupine s $BMI < 25 \text{ kg.m}^{-2}$ bolo 14 žien a v druhej skupine s $BMI \geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$ bolo 51 žien. Všetky zúčastnené probandky súhlasili so spracovaním osobných údajov a podpísali informovaný súhlas s realizovanou štúdiou. Prostredníctvom dotazníkovej výskumnej metódy s riadeným rozhovorom sme získali potrebné údaje o osobnej anamnéze, o stravovacích zvyklostiach a frekvencii konzumácie jednotlivých komodít. Analýza biochemických parametrov bola vykonaná pomocou plnoautomatického analyzátora BIOLIS 24i. premium (Tokyo Boeki Medisys, Japonsko) z venózneho krvi pacientiek. Súčasne s vyšetrovaním podstúpili ženy aj antropometrické merania zahrňujúce zistenie výšky, hmotnosti, obvodu pásu a bokov na základe ktorých sme určili indexy BMI a WHR.

Realizovaná štúdia bola schválená Etickou komisiou pri Špecializovanej nemocnici sv. Svorada Zobor, n.o. 10. 6. 20104 v Nitre.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

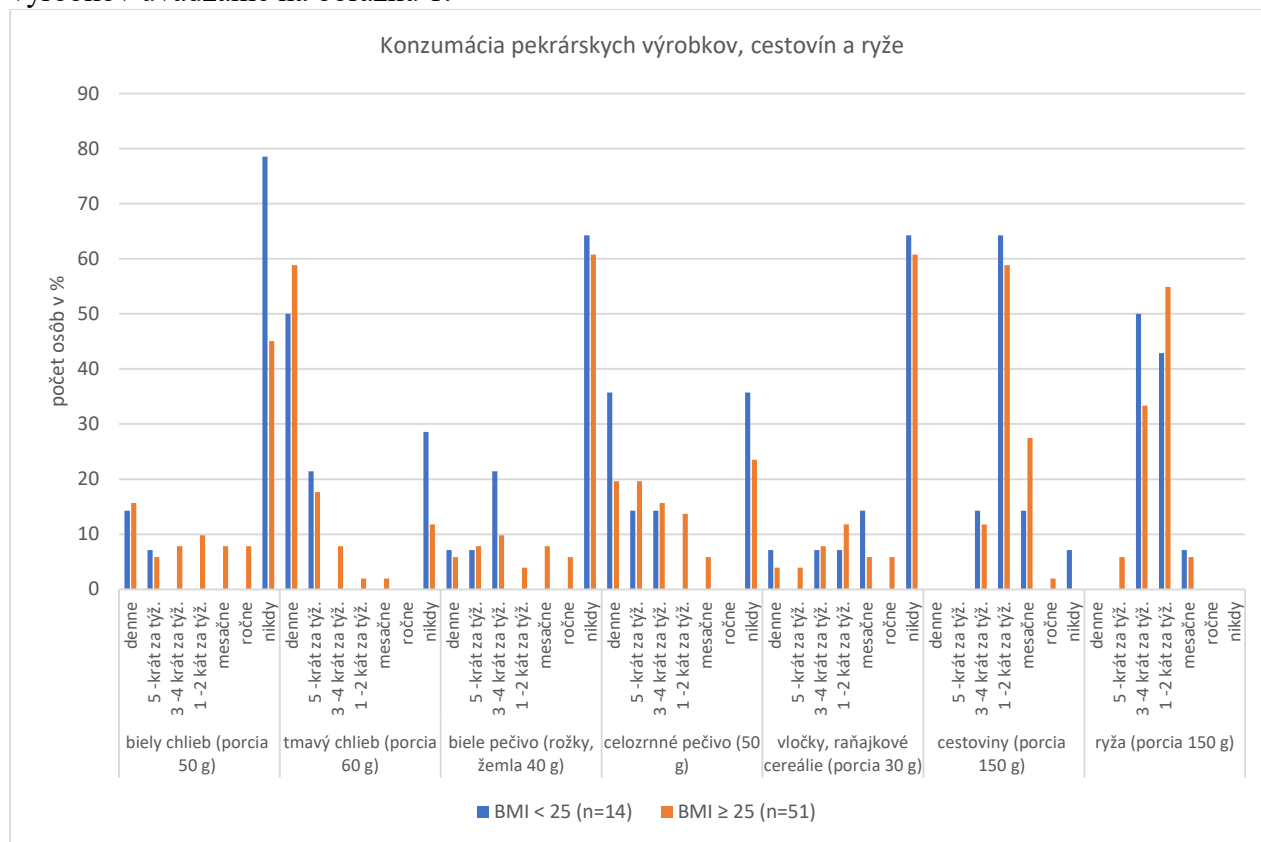
Biochemické a antropometrické parametre sledovaných skupín zaznamenané pri vyplňaní dotazníka uvádzame v tabuľke 1.

Tab. 1 Biochemické a antropometrické parametre žien

Skupiny žien		biochemické parametre					antropometrické parametre				
		Glukóza mmol.l ⁻¹	Cholesterol mmol.l ⁻¹	LDL mmol.l ⁻¹	HDL mmol.l ⁻¹	TG mmol.l ⁻¹	Výška cm	Hmotnosť kg	BMI kg.m ⁻²	Obvod pásu cm	Obvod bokov cm
BMI < 25 (n=14)	priemer	6,45	4,70	2,37	1,30	1,05	163,20	59,53	22,03	75,93	91,40
	min	4,70	2,96	1,01	0,76	0,45	148,00	49,00	17,57	61,00	70,00
	max	14,80	6,65	5,07	1,95	2,10	176,00	72,00	24,86	90,00	110,00
	sd	2,42	0,93	1,01	0,35	0,51	8,20	7,44	2,46	9,02	11,48
BMI ≥ 25 (n=51)	priemer	6,45	4,80	2,50	1,31	1,39	161,51	83,06	31,75	102,78	113,84
	min	4,70	2,96	1,01	0,76	0,45	148,00	61,00	25,39	80,00	85,00
	max	12,00	9,64	6,18	2,67	3,30	175,00	130,00	48,08	138,00	148,00
	sd	1,49	1,29	1,15	0,37	0,72	5,97	16,42	5,55	14,19	12,32

Vysvetlivky: LDL – lipoproteíny nízkej hustoty, HDL – lipoproteíny vysokej hustoty, TG – triacylglyceroly

V našom prieskume sme hodnotili frekvenciu konzumácie bieleho a tmavého chleba, bieleho a celozrnného pečiva, cestovín a ryže. Grafické znázornenie konzumácie týchto výrobkov uvádzame na obrázku 1.



Obr. 1 Frekvencia konzumácie pekárskeho výrobkov, cestovín a ryže

Konzumáciu bieleho chleba, ale aj tmavého, častejšie preferujú ženy s vyššími hodnotami BMI. Tmavý chlieb si denne dopraje takmer 60 % žien zo skupiny s BMI $\geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$ a 50 % žien s BMI $< 25 \text{ kg.m}^{-2}$. Zo skupiny žien s BMI $< 25 \text{ kg.m}^{-2}$ uvádza 78,57 % z nich, že biely chlieb nekonzumuje vôbec. U žien s nižšími hodnotami BMI je častejšie preferovaná konzumácia pečiva, z toho biele pečivo v podobe rožkov a žemlí denne konzumuje 7,14 % žien a celozrnné pečivo 35,71 % žien. Naproti tomu príjem celozrnného pečiva v dennej frekvencii uvádza iba 19,6 % žien s vyšším BMI. Dennú konzumáciu vločiek a raňajkových cereálií uvádza iba 3,92 % žien s vyšším a 7,14 % žien s nižším BMI. Konzumáciu cestovín mierne častejšie uvádzajú ženy zo skupiny s BMI $< 25 \text{ kg.m}^{-2}$, tak vo frekvencii 3 až 4-krát za týždeň, ale aj vo frekvencii 1 až 2-krát za týždeň. Častú konzumáciu ryže (5-krát za týždeň) uvádzajú iba ženy s BMI $\geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$. Pritom vo frekvencii 3 až 4-krát za týždeň jej príjem uvádza 50 % žien s nižším BMI a jedna tretina žien s vyšším BMI.

Príjem 90 g celozrnných obilninových výrobkov na deň (čo predstavuje tri porcie, napríklad dva krajce chleba a jednu miskú obilnín) bol spájaný so zníženým celkovým rizikom KVO (Aune et al., 2016). Podobne aj Benisi-Kohansal et al. (2016) hovoria o prospešnosti príjmu 3 porcií (čo predstavuje 90 g) celozrnných obilninových výrobkov za deň. Navýšenie tejto spotreby o ďalšie 3 porcie celozrnných obilnín bolo spájané so znížením rizika úmrtnosti na KVO o 25 %. Vyššia spotreba celozrnných pekárskeho výrobkov vrátane ovsených vločiek, tmavého chleba, hnedej ryže, výrobkov s prídavkom klíčkov či otrúb, bola spájaná s nižším rizikom vytvorenia *diabetes mellitus* 2. typu (Hu et al., 2020).

Pri porovnávaní spotrebiteľov cestovín s osobami ktoré ich nekonzumujú, mala táto skupina spotrebiteľov vyšší denný príjem vlákniny, kyseliny listovej a vitamínu E, mali

celkovo lepší príjem živín a nižší príjem pridaného cukru a nasýtených tukov. U žien vo vekovej kategórii 19 až 50 rokov bola spotreba cestovín asociovaná aj s nižším BMI, obvodom pása a telesnou hmotnosťou (Papanikolaou, 2020). Aj podľa Huang et al. (2021) bola spotreba cestovín spájaná s pozitívnym účinkom u ľudí s rizikom vytvorenia *diabetes melitus*, a tiež je spájaná so znížením rizika mŕtvice.

Ryža je základnou potravinou pre viac ako polovicu svetovej populácie a dôležitým nutričným zdrojom nielen sacharidov, ale aj bielkovín. Ryža a ryžová múka sú dobrou potravinou na prípravu stravy vhodnej a uprednostňovanej staršími ľuďmi (Matsuda, 2019). Okrem kalórií je ryža dobrým zdrojom horčíka, fosforu, mangánu, selénu, železa, kyseliny listovej, tiamínu a niacínu, ale má nízky obsah vlákniny a tuku (Fukagawa a Ziska, 2019). Ázijské (čínske a japonské) populácie majú oveľa vyššiu úroveň spotreby bielej ryže ako západné populácie (priemerné úrovne príjmu boli tri až štyri porcie denne oproti jednej až dvom porciám týždenne). Vyššia konzumácia bielej ryže je spojená s výrazne zvýšeným rizikom cukrovky 2. typu, najmä v ázijských populáciách (Hu et al., 2012).

ZÁVER

Pekárske výrobky, cestoviny a ryža tvoria značnú časť nášho jedálnička. V nami sledovanej skupine žien bola ich konzumácia dostatočná. Môžeme skonštatovať, že ženy s vyššími hodnotami BMI častejšie preferujú príjem chleba, či tmavého alebo bieleho, a naopak ženy s nižším BMI častejšie siahajú po pečive, v tomto prípade výraznejšie po celozrnných variantoch. Konzumácia vložiek a raňajkových cereálií nebola v nami sledovanej skupine žien veľmi preferovaná. Cestoviny mierne častejšie preferujú ženy s nižším BMI. Ryža je konzumovaná najčastejšie vo frekvencii 3 až 4-krát za týždeň a vo väčšej miere u žien s nižším BMI. Vo všeobecnosti sa odporúča konzumovať denne minimálne 3 porcie výrobkov z obilnín, pričom našu pozornosť by sme mali upriamiť na celozrnné výrobky v vyššom obsahu vlákniny, minerálnych látok a ostatných fytonutrientov.

PodĎakovanie: Táto práca vznikla s podporou projektu „*Identifikácia kritických antropometrických parametrov vo vzťahu k obezite a rizikovým zložkám potravinového reťazca*“ Grantovej agentúry FAPZ SPU v Nitre (**05-GA FAPZ SPU-19**), 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. AUNE, D. – KEUM, N. – GIOVANNUCCI, E. – FADNES, L.T. – BOFFETTA, P. – GREENWOOD, D.C. – TONSTAD, S. – VATTEN, L.J. – RIBOLI, E. – NORAT, T. 2016. Whole grain consumption and risk of cardiovascular disease, cancer, and all cause and cause specific mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ*. 2016;353:i2716. doi: 10.1136/bmj.i2716.
2. BASTIEN, M. – POIRIER, P. – LEMIEUX, I. – DESPRÉS, J.P. 2014. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. *Progress in cardiovascular diseases* 2014;56(4):369-81. doi: 10.1016/j.pcad.2013.10.016.
3. BENISI-KOHANSAL, S. – SANEI, P. – SALEHI-MARZIJARANI, M. – LARIJANI, B. – ESMAILLADEH, A. 2016. Whole-Grain Intake and Mortality from All Causes, Cardiovascular Disease, and Cancer: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Advances in nutrition*. 2016;7(6):1052-1065. doi: 10.3945/an.115.011635.

4. BUIL-COSIALES, P. – TOLEDO, E. - SALAS-SALVADÓ, J. – ZAZPE, I. – FARRÀS, M. - BASTERRA-GORTARI, FJ. - DIEZ-ESPINO, J. – ESTRUCH, R. – CORELLA, D. – ROS, E. – MARTI, A. - GÓMEZ-GRACIA, E. - ORTEGA-CALVO, M. – ARÓS, F. – MOÑINO, M. - SERRA-MAJEM, L. – PINTÓ, X. - LAMUELA-RAVENTÓS, RM. – BABIO, N. – GONZALEZ, JI. – FITÓ, M. - MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, MA. 2016. Association between dietary fibre intake and fruit, vegetable or whole-grain consumption and the risk of CVD: results from the PREvención con DIeta MEDiterránea (PREDIMED) trial. *The British journal of nutrition*. 2016;116(3):534-46. doi: 10.1017/S0007114516002099.
5. DE SHUTTER, A. – LAVIE, C.J. – MILANI, R.V. 2014. The impact of obesity on risk factors and prevalence and prognosis of coronary heart disease — the obesity paradox. *Progress in cardiovascular diseases* 2014;5(4):401-408. doi: 10.1016/j.pcad.2013.08.003
6. DONINI, L.M. – PINTO, A. – GIUSTI, A.M. – LENZI, A. – POGGIOGALLE, E. 2020. Obesity or BMI Paradox? Beneath the Tip of the Iceberg. *Frontiers in nutrition* 2020;7:53. doi: 10.3389/fnut.2020.00053.
7. FATAHI, S. – DANESHZAD, E. - KORD-VARKANEH, H. – BELLISSIMO, N. – BRETT, N.R. - AZADBAKHT, L. 2018. Impact of Diets Rich in Whole Grains and Fruits and Vegetables on Cardiovascular Risk Factors in Overweight and Obese Women: A Randomized Clinical Feeding Trial. *Journal of the American College of Nutrition* 2018;37(7):568-577. doi: 10.1080/07315724.2018.1444520
8. FRANK, N. 2015. Body Mass Index. *Nutrition Today* 2015;50(3):117-128. doi: 10.1097/NT.0000000000000092
9. FUKAGAWA, N.K. – ZISKA, L.H. 2019. Rice: Importance for Global Nutrition. *Journal of nutritional science and vitaminology* (Tokyo) 2019;65:2-3. doi: 10.3177/jnsv.65.S2.
10. GAŽAROVÁ, M. – GALŠNEIDEROVÁ, M. – MEČIAROVÁ, L. 2019. Obesity diagnosis and mortality risk based on a body shape index (ABSI) and other indices and anthropometric parameters in university students. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* 2019;70(3):267-275. doi: 10.32394/rpzh.2019.0077
11. HU, E.A. – PAN, A. – MALIK, V. – SUN, Q. 2012. White rice consumption and risk of type 2 diabetes: meta-analysis and systematic review. *British medical journal* 2012;344:1454. doi: 10.1136/bmj.e1454.
12. HU, Y. – DING, M. – SAMPSON, L. – WILLETT, W.C. – MANSON, J.E. – WANG, M. – ROSNER, B. – HU, F.B. – SUN, Q. 2020. Intake of whole grain foods and risk of type 2 diabetes: results from three prospective cohort studies. *British medical journal* 2020;370:2206. doi: 10.1136/bmj.m2206.
13. HUANG, M. – LO, K. – LI, J. – ALLISON, M. – WU, W.C. – LIU, S. 2021. Pasta meal intake in relation to risks of type 2 diabetes and atherosclerotic cardiovascular disease in postmenopausal women : findings from the Women's Health Initiative. *BMJ nutrition, prevention and health* 2021;4(1):195-205. doi: 10.1136/bmjnp-2020-000198.
14. KACHUR, S. – LAVIE, C.J. – DE SCHUTTER, A. – MILANI, R.V. – VENTURA, H.O. 2017. Obesity and cardiovascular diseases. *Minerva medica* 2017;108(3):212-228. doi: 10.23736/S0026-4806.17.05022-4.
15. KOLIAKI, C. – LIATIS, S. – KOKKINOS, A. 2019. Obesity and cardiovascular disease: revisiting an old relationship. *Metabolism* 2019;92:98-107. doi: 10.1016/j.metabol.2018.10.011.
16. MATSUDA, T. 2019. Rice Flour: A Promising Food Material for Nutrition and Global Health. *Journal of nutritional science and vitaminology* (Tokyo) 2019;65:13-17. doi: 10.3177/jnsv.65.S13.

17. PAPANIKOLAOU, Y. 2020. Pasta Consumption Is Linked to Greater Nutrient Intakes and Improved Diet Quality in American Children and Adults, and Beneficial Weight-Related Outcomes Only in Adult Females. *Frontiers in nutrition* 2020;7:112. doi: 10.3389/fnut.2020.00112.
18. POWELL-WILEY, T.M. – POIRIER, P. – BURKE, L.E. – DESPRÉS, J.P. – GORDON-LARSEN, P. – LAVIE, C.J. – LEAR, S.A. – NDUMELE, C.E. – NEELAND, I.J. – SANDERS, P. – ST-ONGE, M.P. – American Heart Association Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health – Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on Clinical Cardiology – Council on Epidemiology and Prevention; and Stroke Council. 2021. Obesity and Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2021;143(21):984-1010. doi: 10.1161/CIR.0000000000000973.
19. SWAMINATHAN, S. – DEHGHAN, M. – RAJ, J.M. – THOMAS, T. – RANGARAJAN, S. – JENKINS, D. et al. 2021. Associations of cereal grains intake with cardiovascular disease and mortality across 21 countries in Prospective Urban and Rural Epidemiology study: prospective cohort study. *BMJ* 2021;372 :4948 doi:10.1136/bmj.m4948
20. WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021. *Cardiovascular diseases (CVDs)*. Dostupné na: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))

Kontaktná adresa

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

KONZUMÁCIA OVOCIA, ZELENINY A STRUKOVÍN U ŽIEN S NORMÁLNOU HMOTNOSŤOU A NADHMOTNOSŤOU CONSUMPTION OF FRUIT, VEGETABLES AND LEGUMES IN WOMEN WITH NORMAL WEIGHT AND OVERWEIGHT

Lorková Marta¹, Gažarová Martina², Holovičová Mária¹, Habánová Marta², Lenártová Petra²

¹Výskumné centrum AgroBioTech, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

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

Summary

In our survey, we focused on monitoring the frequency of consumption of fruits, vegetables and legumes. The evaluation was performed in a group of 65 women with a mean age of 68 ± 9.3 years. According to the BMI value, they were divided into two groups, namely women with $\text{BMI} < 25 \text{ kg.m}^{-2}$ and the other women with $\text{BMI} \geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$. In the area of fruit consumption, women most often consume two pieces of fruit, namely 50% of women in the group with $< 25 \text{ kg.m}^{-2}$ and almost 40% in the group with higher BMI. When consuming 3 pieces of fruit, the percentage of women was the same (21.5%). The most popular fruits are apples, which are consumed daily by almost 90% of women. When consuming vegetables, 2 pieces of it are most often consumed (57.1% of women with lower BMI and 47% of women with $\text{BMI} \geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$). In our group of women we recorded regular consumption of tomatoes, peppers, potatoes and root vegetables. Legume consumption was most often reported every 1 to 2 times a week, with beans being the most preferred legume, and many authors say that recommendations for increased fruit and vegetable consumption are still relevant and our dietary measures should be taken into account as much as possible.

Key words: fruits, vegetables, legumes, BMI, women

ÚVOD

Neinfekčné choroby, do ktorých zaradujeme aj kardiovaskulárne ochorenia, (KVO), spôsobujú najviac úmrtí na celom svete. Kombinácia nezdravého stravovania s fyzickou inaktivitou, fajčením a nadmerným užívaním alkoholu vedie k vytvoreniu týchto ochorení (WHO, 2021). Spolupôsobenie viacerých rizikových faktorov vedie aj k vytvoreniu nadhmotnosti a obezity (Poirier et al., 2006; Kachur et al., 2017; Powell-Wiley, 2021). Najčastejšie sa nadhmotnosť a obezita klasifikuje podľa BMI a používa sa ako ukazovateľ životnej prognózy a rizika väčšiny jej komplikácií (De Schutter et al., 2014; Koliaki et al., 2018). V súčasnosti je BMI už považovaný za pomerne slabý ukazovateľ percenta telesného tuku. Treba zohľadniť aj fakt, že BMI nezachytáva informácie o rozmiestnení a hmotnosti tuku na rôznych miestach tela (Frank, 2015). Tieto informácie nám pomôžu získať iné metódy merania, akými sú WHR index, obvod pásu alebo metódy elektrickej bioimpedancie (Oliveros et al., 2014; Donini et al., 2020).

Výber zdravého životného štýlu môže znížiť riziko infarktu myokardu o $> 80 \%$, pričom kľúčovú úlohu zohráva výživa (Kahleova et al., 2018). Početné štúdie zistili, že rastlinná strava, najmä ak je bohatá na vysoko kvalitné rastlinné potraviny, ako sú celozrnné obilniny, ovocie, zelenina a orechy, sú spojené s nižším rizikom KVO (Satija a Hu, 2018; Brandhorst a Longo, 2019). Ochranné mechanizmy konzumácie ovocia a zeleniny môžu spôsobovať nie len niektoré známe bioaktívne látky s ich antioxidantnými a protizápalovými vlastnosťami, ale aj ich funkčné vlastnosti ako nízka glykemická záťaž a nízka energetická hodnota. Mnoho živín a fytochemikálií v ovocí, zelenine a strukovinách, vrátane vlákniny, draslíka a folátu, by

mohlo byť nezávisle alebo spoločne zodpovedných za zjavné zníženie rizika KVO (Bazzano et al., 2003; Buil-Cosiales et al., 2016; Alissa a Ferns, 2017). Nízka spotreba strukovín v porovnaní s najvyššou expozíciou bola spájaná so zvýšením rizika KVO (Li et al., 2017; Marventano et al., 2017). Naproti tomu kolektív autorov Viguiliouk et al. (2019) hovoria o nízkej asociácii medzi konzumáciou strukovín a znížením rizika KVO.

V súlade so súčasnými zisteniami a znalosťami v oblasti zdravej výživy a prevencie mnohých ochorení sa odporúča zvýšiť spotrebu ovocia, zeleniny a strukovín do takej miery, aby sa čo najviac priblížili stredomorskej diéte (Kahleova et al., 2019; Gomez-Delgado et al., 2021).

Na základe týchto zistení sme v našej práci porovnávali a hodnotili frekvenciu konzumácie vybraných druhov ovocia, zeleniny a strukovín u žien s kardiovaskulárnym ochorením. Pričom sme porovnávali dve skupiny žien, ktoré boli rozdelené podľa ich hodnoty BMI.

MATERIÁL A METÓDY

Prieskum bol realizovaný v spolupráci so Špecializovanou nemocnicou sv. Svorada Zobor n.o. Zúčastnilo sa ho 65 žien s priemerným vekom $68 \pm 9,3$ roka, ktoré navštevujú internú ambulanciu a trpia už vytvoreným kardiovaskulárnym ochorením. Ženy sme rozdelili podľa hodnoty BMI na dve kategórie. Prvou skupinou boli ženy s $BMI < 25 \text{ kg.m}^{-2}$ a druhou ženy s $BMI \geq 25 \text{ kg.m}^{-2}$. Každá zo zúčastnených súhlasila so spracovaním osobných údajov a podpísala informovaný súhlas s realizovanou štúdiou. Na získanie potrebných údajov sme si zvolili dotazníkovú výskumnú metódu s riadeným rozhovorom. Získali sme informácie o osobnej anamnéze, o stravovacích zvyklostiach a frekvenciách konzumácie jednotlivých druhov ovocia, zeleniny a strukovín. Analýza biochemických parametrov bola vykonaná pomocou plnoautomatického analyzátoru BIOLIS 24i. premium (Tokyo Boeki Medisys, Japonsko) z venóznej krvi pacientiek. Pri vyšetrení podstúpili ženy aj antropometrické merania zahrňujúce zistenie výšky, hmotnosti, obvodu pásu a bokov, na základe ktorých sme vypočítali indexy BMI a WHR.

Realizovaná štúdia bola schválená Etickou komisiou pri Špecializovanej nemocnici sv. Svorada Zobor, n.o. 10. 6. 20104 v Nitre.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Konzumáciu vybraných komodít sme hodnotili u 65 žien. Ich priemerné hodnoty biochemických a antropometrických parametrov po rozdelení žien do dvoch skupín uvádzame v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Priemerné hodnoty biochemických a antropometrických parametrov žien rozdelených podľa BMI

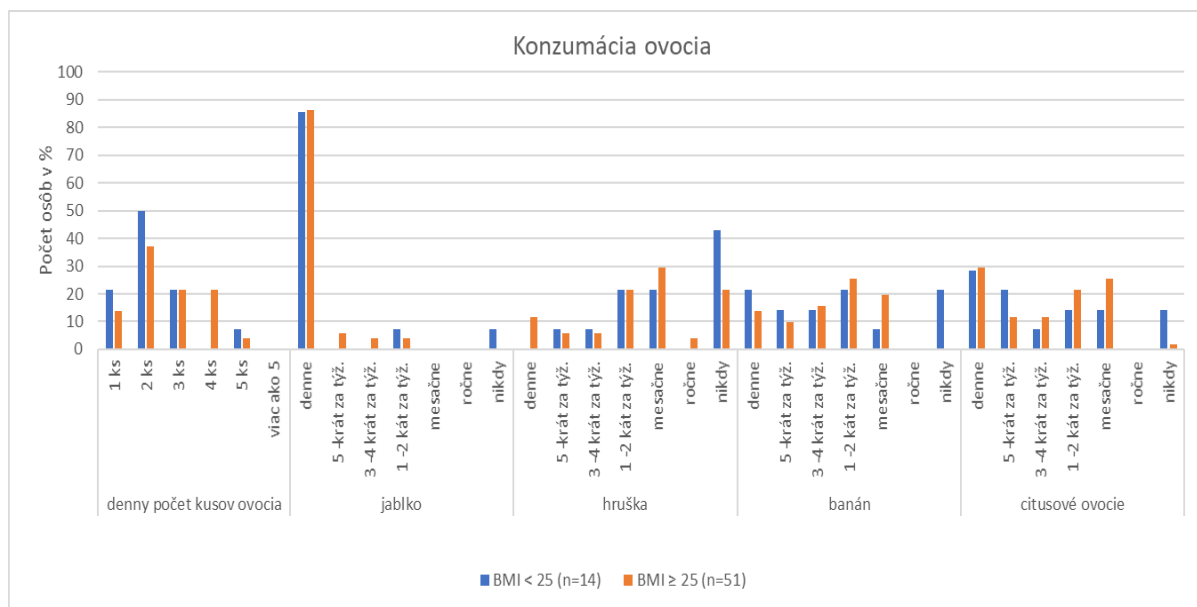
Biochemické parametre	glukóza	cholesterol	LDL	HDL	TG
BMI < 25 kg.m ⁻² (n=14)	6,57 ± 2,46	4,82 ± 0,82	2,46 ± 0,96	1,34 ± 0,32	1,08 ± 0,49
BMI ≥ 25 kg.m ⁻² (n=51)	6,44 ± 1,48	4,79 ± 1,28	2,49 ± 1,15	1,30 ± 0,37	1,38 ± 0,7

Antropometrické parametre	obvod pásu (cm)	obvod bokov (cm)	WHR
BMI < 25 kg.m ⁻² (n=14)	77 ± 8,32	92,92 ± 10,2	0,83 ± 0,07
BMI ≥ 25 kg.m ⁻² (n=51)	102,78 ± 14,18	113,84 ± 12,31	0,9 ± 0,08

Vysvetlivky: LDL – lipoproteíny nízkej hustoty, HDL – lipoproteíny vysokej hustoty, TG – triacylglyceroly

Ženy s nižšími hodnotami BMI vykazovali v rámci biochemických parametrov priaznivejšie hodnoty pri HDL cholesterole a triacylglyceroloch. Pri hodnotení antropometrických parametrov je odporúčaná hodnota WHR indexu u žien 0,8. U sledovaných skupín žien sme prekročenie tejto hodnoty zaznamenali v oboch skupinách. Poukazuje nám to na zvýšené množstvo tuku práve v oblasti brušnej dutiny, čo je veľmi rizikové, napriek tomu, že hodnota BMI je v rozmedzí normy.

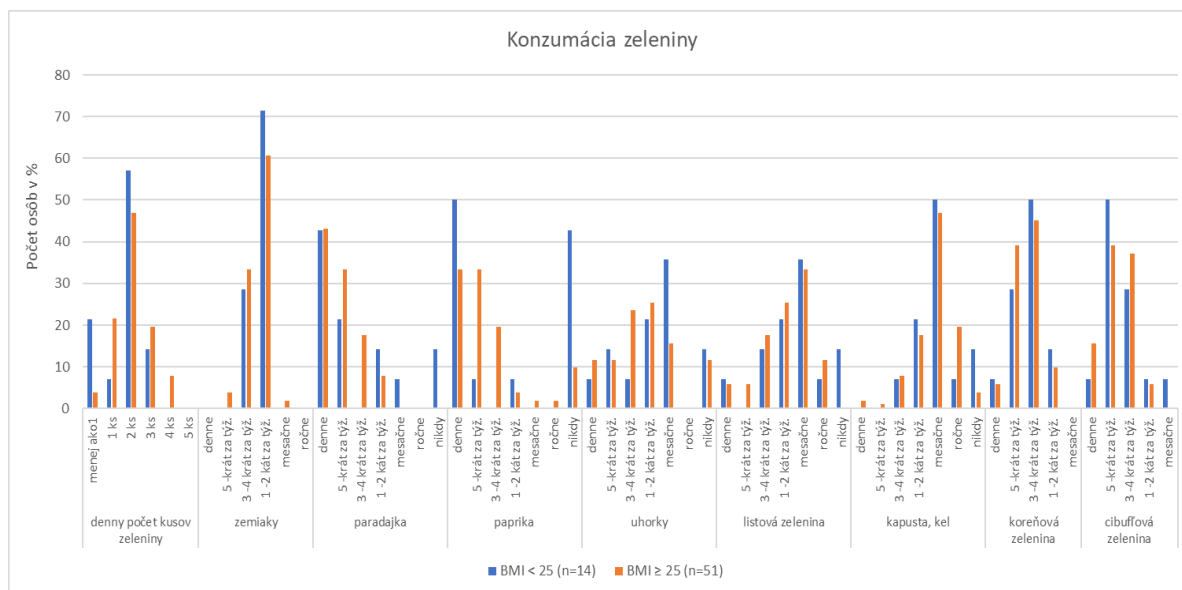
V sledovanej skupine žien sme zaznamenali nasledovné frekvencie konzumácie jednotlivých komodít ovocia, zeleniny a strukovín. Znázorňujú to grafy na obrázku 1. až 3.



Obr. 1 Frekvencia konzumácie ovocia

Ženy s BMI < 25 kg.m⁻² konzumovali častejšie 5 kusov ovocia denne, v tejto kategórii žien sa vyskytovala aj percentuálne väčšia skupina žien, ktoré konzumovali iba 1 až 2 kusy ovocia denne. Najčastejšie ženy z tejto skupiny konzumujú dva kusy ovocia a to 50 % z nich. Takmer 40 % žien zo skupiny s vyšším BMI konzumovalo 2 kusy ovocia denne. Priemernú konzumáciu 3 kusov vykazovali obidve skupiny rovnako. Najobľúbenejším ovocím boli jablká, ktoré si denne dopraje takmer 90 % žien. Následne si denne dopraje citrusové ovocie asi tretina žien a banán denne si dopraje 21,4 % žien s nižšími hodnotami BMI v porovnaní s 13,7 % žien zo skupiny s vyšším BMI.

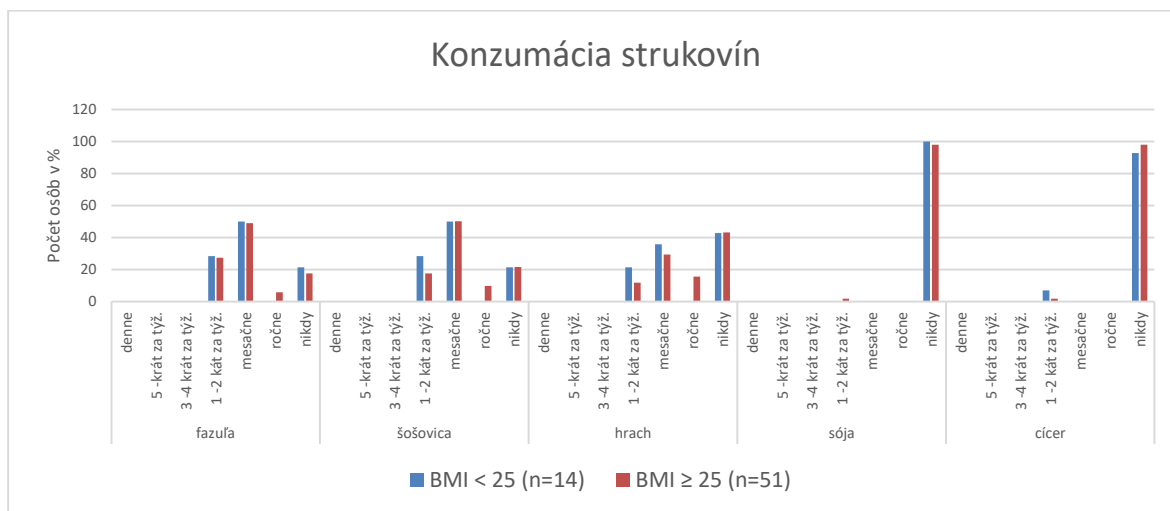
Autori Liddle et al. (2021) poukazujú na prospešnú dennú konzumáciu jablák, ktorá viedla k zníženiu zápalových markerov a zvýšeniu celkovej antioxidačnej kapacity plazmy, pričom ostatné rizikové parametre vo vzťahu ku KVO neboli zmenené.



Obr. 2 Frekvencia konzumácie zeleniny

Najviac, 4 kusy, zeleniny denne, konzumujú ženy s BMI ≥ 25 kg.m⁻². Najčastejšia je konzumácia 2 kusov zeleniny, a to u 57,1 % s nižším BMI a 47 % žien s vyššími hodnotami BMI. Menej pozitívne môžeme hodnotiť, že viac ako jedna pätina žien s nižším BMI konzumuje iba 1 kus zeleniny denne. V dennej frekvencii sú veľmi obľúbené paradajky a paprika (takmer 50 % žien). Vo frekvencii 5-krát za týždeň je najviac konzumovaná cibuľová zelenina. Niekoľko krát za týždeň je konzumovaná koreňová zelenina, zemiaky, listová a kapustová zelenina.

Štúdie naznačujú, že u žien s nadhmotnosťou a obezitou môže mať strava bohatá na ovocie a zeleninu alebo kombinácia celozrnných obilnín a ovocia a zeleniny priaznivý vplyv na zmenu rizikových faktorov KVO (Fatahi et al., 2018). Vysoký príjem ovocia a zeleniny zvýšil pravdepodobnosť prežitia u starších dospelých s dvoma chronickými ochoreniami o 27 % v porovnaní s tými, ktorí konzumovali ≤ 3 porcie denne (Olaya et al., 2019). Väčšina účastníkov zo štúdie Olaya et al. (2019) nespĺnila odporúčanie piatich porcií denne, a to až 65,7 %. Vzhľadom na spoločný výskyt dvoch neprenosných chorôb u starších ľudí a nízku frekvenciu konzumácie ovocia a zeleniny v tejto populácii by intervencie na podporu konzumácie piatich alebo viacerých porcií denne mohli mať významný pozitívny vplyv na zníženie úmrtnosti. Aj štúdia s účastníkmi s konzumáciou ovocia > 210 g za deň potvrdila o 41 % nižšie riziko mortality zo všetkých príčin. Asociácie boli najsilnejšie pre úmrtnosť z KVO ako pre iné príčiny (Buil-Cosiales et al., 2014). Znížené riziko úmrtí pri konzumácii ovocia a zeleniny pre dávku od 200 g za deň pozorovali Aune et al. (2017), toto zníženie bolo pozorované až po dávku 800 g za deň.



Obr. 3 Frekvencia konzumácie strukovín

V nami hodnotených skupinách žien sme zaznamenali veľmi nízku konzumáciu strukovín. Vo frekvencii 1 až 2-krát za týždeň bola najobľúbenejšia fazuľa, ktorú v danej frekvencii konzumuje takmer 30 % žien, bez rozdielu ich BMI. Pri ostatných druhoch strukovín sme zaznamenali čiastočne vyššiu spotrebu u žien s BMI < 25 kg.m⁻². Prekvapením pre nás bola takmer nulová spotreba sóje a cíceru.

Pravidelná vysoká konzumácia strukovín sa spájala so znížením rizika KVO o 10 % v porovnaní s nízkou spotrebou (Marventano et al., 2017). Spotreba strukovín 4-krát alebo častejšie za týždeň v porovnaní s nižšou spotrebou ako raz týždenne bola spojená s 22 % nižším rizikom ischemickej choroby srdca a o 11 % nižším rizikom ostatných KVO (Bazzano et al., 2001).

ZÁVER

V sledovanej skupine žien, ktoré boli rozdelené podľa hodnoty BMI sme hodnotili stravovacie zvyklosti a frekvenciu konzumácie ovocia, zeleniny a strukovín. V oblasti konzumácie ovocia ženy najčastejšie konzumujú dva kusy ovocia, a to 50 % žien zo skupiny s BMI < 25 kg.m⁻² a takmer 40 % zo skupiny s vyšším BMI. Pri konzumácii 3 kusov ovocia bolo percentuálne zastúpenie žien rovnaké (21,5 %). Najobľúbenejším ovocím sú jablká, ktoré v dennej frekvencii konzumuje takmer 90 % žien. Pri konzumácii zeleniny sú najčastejšie konzumované 2 kusy (57,1 % žien s nižším BMI a 47 % žien s BMI ≥ 25 kg.m⁻²). V našej skupine žien sme zaznamenali pravidelnú konzumáciu paradajok, papriky, zemiakov a koreňovej zeleniny. Konzumácia strukovín bola najčastejšie uvádzaná v intervale 1 až 2-krát týždenne, pričom najpreferovanejšou strukovinou je fazuľa. Podľa mnohých autorov sú odporúčania na zvýšenie konzumácie ovocia a zeleniny stále aktuálne a naše diétne opatrenia by to mali zohľadňovať v čo najväčšej miere.

Pod'akovanie: Táto práca vznikla s podporou projektu „Identifikácia kritických antropometrických parametrov vo vzťahu k obezite a rizikovým zložkám potravinového reťazca“ Grantovej agentúry FAPZ SPU v Nitre (**05-GA FAPZ SPU-19**), 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. ALISSA, E.M. – FERNS, G.A. 2017. Dietary fruits and vegetables and cardiovascular diseases risk. *Critical Reviews in food science and nutrition* 2017;57(9):1950-1962. doi: 10.1080/10408398.2015.1040487
2. AUNE, D. – GIOVANNUCCI, E. – BOFFETTA, P. – FADNES, L.T. – KEUM, N. – NORAT, T. – GREENWOOD, D.C. – RIBOLI, E. – VATTEN, L.J. – TONSTAD, S. 2017. Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality-a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *International journal of epidemiology* 2017;46(3):1029-1056. doi: 10.1093/ije/dyw319.
3. BAZZANO, L.A. – HE, J. – OGDEN, L.G. – LORIA, C. – VUPPUTURI, S. – MYERS, L. – WHELTON, P.K. 2001. Legume consumption and risk of coronary heart disease in US men and women: NHANES I Epidemiologic Follow-up Study. *Archives of internal medicine* 2001;161(21):2573-8. doi: 10.1001/archinte.161.21.2573.
4. BAZZANO, L.A. – SERDULA, M.K. – LIU, S. 2003. Dietary intake of fruits and vegetables and risk of cardiovascular disease. *Current atherosclerosis reports* 2003;5(6):492-9. doi: 10.1007/s11883-003-0040-z.
5. BRANDHORST, S. – LONGO, V.D. Diétne obmedzenia a výživa pri prevencii a liečbe kardiovaskulárnych ochorení. *Circulation research* 2019;124(6):952-965. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.118.313352
6. BUIL-COSIALES, P. – TOLEDO, E. – SALAS-SALVADÓ, J. – ZAZPE, I. – FARRÀS, M. – BASTERRA-GORTARI, F.J. – DIEZ-ESPINO, J. – ESTRUCH, R. – CORELLA, D. – ROS, E. – MARTI, A. – GÓMEZ-GRACIA, E. – ORTEGA-CALVO, M. – ARÓS, F. – MOÑINO, M. – SERRA-MAJEM, L. – PINTÓ, X. – LAMUELA-RAVENTÓS, R.M. – BABIO, N. – GONZALEZ, J.I. – FITÓ, M. – MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M.A. 2016. Association between dietary fibre intake and fruit, vegetable or whole-grain consumption and the risk of CVD: results from the PREvención con DIeta MEDiterránea (PREDIMED) trial. *The British journal of nutrition* 2016;116(3):534-46. doi: 10.1017/S0007114516002099.
7. BUIL-COSIALES, P. – ZAZPE, I. – TOLEDO, E. – CORELLA, D. – SALAS-SALVADÓ, J. – DIEZ-ESPINO, J. – ROS, E. – FERNANDEZ-CREUET NAVAJAS, J. – MANUEL SANTOS-LOZANO, J. – ARÓS, F. – FIOL, M. – CASTAÑER, O. – SERRA-MAJEM, L. – PINTÓ, X. – LAMUELA-RAVENTÓS, R.M. – MARTI, A. – BASTERRA-GORTARI, F.J. – SORLÍ, J.V. – VERDÚ-ROTELLAR, J.M.^a – BASORA, J. – RUIZ-GUTIERREZ, V. – ESTRUCH, R. – MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M.Á. 2014. Fiber intake and all-cause mortality in the Prevención con Dieta Mediterránea (PREDIMED) study. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2014;100(6):1498–1507. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.093757>
8. DE SHUTTER, A. – LAVIE, C.J. – MILANI, R.V. 2014. The impact of obesity on risk factors and prevalence and prognosis of coronary heart disease — the obesity paradox. *Progress in cardiovascular diseases* 2014;5(4):401-408. doi: 10.1016/j.pcad.2013.08.003
9. DONINI, L.M. – PINTO, A. – GIUSTI, A.M. – LENZI, A. – POGGIOGALLE, E. 2020. Obesity or BMI Paradox? Beneath the Tip of the Iceberg. *Frontiers in nutrition* 2020;7:53. doi: 10.3389/fnut.2020.00053.
10. FATAHI, S. – DANESHZAD, E. – KORD-VARKANEH, H. – BELLISSIMO, N. – BRETT, N.R. – AZADBAKHT, L. 2018. Impact of Diets Rich in Whole Grains and Fruits and Vegetables on Cardiovascular Risk Factors in Overweight and Obese Women: A Randomized Clinical Feeding Trial. *Journal of the American College of Nutrition* 2018;37(7):568-577. doi: 10.1080/07315724.2018.1444520.

11. FRANK, N. 2015. Body Mass Index. *Nutrition Today* 2015;50(3):117-128. doi: 10.1097/NT.0000000000000092
12. GOMEZ-DELGADO, F. – KATSIKI, N. – LOPEZ-MIRANDA, J. – PEREZ-MARTINEZ, P. 2021. Dietary habits, lipoprotein metabolism and cardiovascular disease: From individual foods to dietary patterns. *Critical reviews in food science and nutrition* 2021;61(10):1651-1669. doi: 10.1080/10408398.2020.1764487.
13. KAHLEOVA, H. – LEVIN, S. – BARNARD, N.D. 2018. Vegetarian Dietary Patterns and Cardiovascular Disease. *Progress in cardiovascular diseases* 2018;61(1):54-61. doi: 10.1016/j.pcad.2018.05.002.
14. KAHLEOVA, H. – SALAS-SALVADÓ, J. – RAHELIĆ, D. – KENDALL, C.W. – REMBERT, E. – SIEVENPIPER, J.L. 2019. Dietary Patterns and Cardiometabolic Outcomes in Diabetes: A Summary of Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Nutrients* 2019;11(9):2209. doi: 10.3390/nu11092209.
15. KACHUR, S. – LAVIE, C.J. – DE SCHUTTER, A. – MILANI, R.V. – VENTURA, H.O. 2017. Obesity and cardiovascular diseases. *Minerva medica* 2017;108(3):212-228. doi: 10.23736/S0026-4806.17.05022-4.
16. KOLIAKI, C. – LIATIS, S. – KOKKINOS, A. 2019. Obesity and cardiovascular disease: revisiting an old relationship. *Metabolism* 2019;92:98-107. doi: 10.1016/j.metabol.2018.10.011.
17. LI, H. – LI, J. – SHEN, Y. – WANG, J. – ZHOU, D. 2017. Legume Consumption and All-Cause and Cardiovascular Disease Mortality. *Journal of biomedicine and biotechnology* 2017;2017:8450618. doi: 10.1155/2017/8450618.
18. LIDDLE, D.M. – LIN, X. – COX, L.C. – WARD, E.M. – ANSARI, R. – WRIGHT, A.J. – ROBINSON, L.E. 2021. Daily apple consumption reduces plasma and peripheral blood mononuclear cell-secreted inflammatory biomarkers in adults with overweight and obesity: a 6-week randomized, controlled, parallel-arm trial. *The American journal of clinical nutrition* 2021;114(2):752-763. doi: 10.1093/ajcn/nqab094.
19. MARVENTANO, S. – IZQUIERDO PULIDO, M. – SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, C. – GODOS, J. – SPECIANI, A. – GALVANO, F. – GROSSO, G. 2017. Legume consumption and CVD risk: a systematic review and meta-analysis. *Public health nutrition* 2017;20(2):245-254. doi: 10.1017/S1368980016002299.
20. OLAYA, B. – MONETA, M.V. – LARA, E. – MIRET, M. – MARTÍN-MARÍA, N. – MORENO-AGOSTINO, D. – AYUSO-MATEOS, J.L. – ABDULJABBAR, A.S. – HARO, J.M. 2019. Fruit and Vegetable Consumption and Potential Moderators Associated with All-Cause Mortality in a Representative Sample of Spanish Older Adults. *Nutrients* 2019;11(8):1794. doi: 10.3390/nu11081794.
21. OLIVEROS, E. – SOMERS, V.K. – SOCHOR, O. – GOEL, K. – LOPEZ-JIMENEZ, F. 2014. The concept of normal weight obesity. *Progress in cardiovascular diseases* 2014;56(4):426-33. doi: 10.1016/j.pcad.2013.10.003.
22. POIRIER, P. – GILES, T.D. – BRAY, G.A. – HONG, Y. – STERN, J.S. – PI-SUNYER, F.X. – ECKEL, R.H. 2006. Obesity and Cardiovascular Disease: Pathophysiology, Evaluation, and Effect of Weight Loss. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology* 2006; 26(5):968-76. doi: 10.1161/01.ATV.
23. Powell-Wiley, T.M. – Poirier, P. – Burke, L.E. – Després, J.P. – Gordon-Larsen, P. – Lavie, C.J. – Lear, S.A. – Ndumele, C.E. – Neeland, I.J. – Sanders, P. – St-Onge, M.P. – American Heart Association Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health – Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on Clinical Cardiology – Council on Epidemiology and Prevention; and Stroke Council. 2021. Obesity and Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2021;143(21):984-1010. doi: 10.1161/CIR.0000000000000973.

24. SATIJA, A. – HU, F.B. 2018. Plant-based diets and cardiovascular health. *Trends in cardiovascular medicine* 2018;28(7):437-441. doi: 10.1016/j.tcm.2018.02.004.
25. VIGUILIOUK, E. – GLENN, A.J. – NISHI, S.K. – CHIAVAROLI, L. – SEIDER, M. – KHAN, T. – BONACCIO, M. – IACOVIELLO, L. – MEJIA, S.B. – JENKINS, D.J.A. – KENDALL, C.W.C. – KAHLEOVÁ, H. – RAHELIĆ, D. – SALAS-SALVADÓ, J. – SIEVENPIPER, J.L. 2019. Associations between Dietary Pulses Alone or with Other Legumes and Cardiometabolic Disease Outcomes: An Umbrella Review and Updated Systematic Review and Meta-analysis of Prospective Cohort Studies. *Advances in nutrition* 2019;10(4):308-319. doi: 10.1093/advances/nmz113.
26. WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2021. *Cardiovascular diseases (CVDs)*. Dostupné na: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))

Kontaktná adresa

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

DYNAMIKA ANTOKYANOVÝCH FARBÍV PO SPRACOVANÍ ČUČORIEDOK NA DŽEM

DYNAMICS OF ANTHOCYANIN DYES AFTER PROCESSING BLUEBERRIES INTO JAM

Mendelová Andrea¹, Mendel Ľubomír², Kolesárová Anna¹, Mareček Ján¹, Solgajová Miriam¹

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

²Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum Nitra, Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany

Summary

Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) is one of the most popular small fruits with a high content of healthy substances. The most valuable nutritional components of blueberries are polyphenolic substances, which also include anthocyanin dyes. The aim of the work was to evaluate the content of anthocyanin dyes in selected varieties of blueberry. The work focused on changes in the content of dyes, which occur after processing the fruit into jam and its subsequent storage at 21 °C with access to light. In the work we used varieties Ramcocas, Record, Iranka, Nelson, Pemberton, Jersey and Coville. We determined the dye content spectrophotometrically. The content of dyes in fresh fruit of blueberries ranged from 9.88 g.kg⁻¹ SH (var. Jersey) to 18.56 g.kg⁻¹ SH (var. Nelson). After processing, the content of dyes decreased and in the final product it was from 1.65 g.kg⁻¹ dry matter (var. Jersey) to 3.48 g.kg⁻¹ dry matter (var. Ramcocas). The decrease was due to the decomposition of anthocyanins due to the high temperature during boiling of the product and also to the replacement of part of the dry matter in the product with sucrose. The average decrease in dyes in the blueberry jam was 69.0 %. After storage of the product, further decomposition of dyes occurred, which we evaluated at the level of 34.9 %. After storage, the dye content in the jam was 1.09 g.kg⁻¹ dry matter (var. Jersey) to 2.20 g.kg⁻¹ dry matter (var. Ramcocas).

Key words: blueberry, anthocyanin dyes, jam

ÚVOD

Čučoriedky (*Vaccinium corymbosum* L.) sa v posledných rokoch stali celosvetovo veľmi obľúbeným ovocím vďaka svojej jedinečnej chuti, farbe a bohatej zásobe nutrične významných látok, medzi ktoré patria vitamíny, antokyány a antioxidantné enzýmy (Wang et al., 2017; Zhou et al., 2019; Dong a Yang, 2019). Antokyány sú druhom prírodných pigmentov zo skupiny flavonoidov. Sú považované za zlúčeniny, ktoré nielenže chránia samotnú rastlinu pred fotooxidačným poškodením (Lee et al., 2005; Zhang et al., 2014; Lin et al., 2018), ale tiež poskytujú zdravotné výhody pre konzumentov pri liečbe kardiovaskulárnych chorôb (Toufektsian et al., 2008; Mateos et al., 2012; Navas et al., 2012), v rámci prevencie rakoviny (Kamei et al., 1998; Wang a Stoner, 2008), pri zlepšení videnia (Matsumoto et al., 2003) a liečenie zápalových ochorení rôznych tkanív (Shin et al., 2006).

Ako uvádzajú Burdulis et al. (2007), Riihinen et al. (2008) a Habánová et al. (2013) čučoriedka je bohatým zdrojom polyfenolov, účinných antioxidantov, ktoré zahŕňajú taníny, fenolové kyseliny, flavonoly a antokyaníny. Čučoriedky v porovnaní s inými druhmi drobného ovocia obsahujú širokú škálu antokyanínov. V plodoch prevládajú malvidín a delfinidín, v nižších koncentráciách sú zastúpené peonidín, kyanidín a petunidín. Li et al. (2016) študovali antokyanínové profily čučoriedok rôznych odrôd a dospeli k záveru, že dominantnými antokyanínmi sú malvidín (41,0 %), delfinidín (33,1 %) a petunidín (17,3 %).

Plody sú tiež dobrým zdrojom vlákniny, majú veľmi nízky obsah tuku a sodíka. Obsahujú vitamíny skupiny C a A, železo, horčík a draslík. Tieto zlúčeniny vykazujú vysokú antioxidačnú aktivitu a výrazne podporujú prirodzenú obranyschopnosť ľudského organizmu (Petti a Scully, 2009).

Avšak čučoriedky sú po zbere náchylné na mikrobiálnu kontamináciu, intenzívne enzymatické procesy a mechanické poškodenie, čo má za následok ich krátku trvanlivosť a prípadne stratu obchodnej hodnoty pri pozberovom skladovaní (Lacombe et al, 2015; Zhou et al, 2019). Podstatná časť produkcie čučoriedok sa preto na trh uvádza vo forme spracovaných plodov. Obľúbeným produktom je čučoriedkový džem. Čučoriedkový džem sa pripravuje varením čučoriedkovej dužiny, cukru, pektínu a kyseliny citrónovej (Basu a Shivhare, 2013). Farba džemu je jedným zo základných atribútov prijateľnosti výrobku u konzumentov (Connor et al., 2002; Ścibisz a Mitek, 2007; Javanmard et al., 2012; Poiana et al., 2012). Pri výrobe je prvoradým cieľom minimalizovať straty pôvodného obsahu antokyanínov. Je všeobecne známe, že antokyaníny sú nestabilné vplyvom tepelného spracovania. Na ich stabilitu vplýva teplota, pH, aktivita vody, prítomnosť sacharidov a enzymatická aktivita (Lee a Wrolstad, 2006; Pilizota et al., 2011; Martynenko a Chen, 2016). Ako uvádzajú Haffner et al. (2003) i Kim a Padila Zakour (2004) medzi najdôležitejšie faktory, ktoré ovplyvňujú kvalitu čučoriedkového džemu patrí kvalita a stupeň zrelosti základnej suroviny, zloženie výrobku, doba varu a spôsob stabilizácie a tiež podmienky skladovania hotového produktu.

Cieľom práce bolo hodnotenie obsahu antokyanínových farbív v rôznych odrodách čučoriedky chocholíkatej a sledovanie stability farbív po spracovaní plodov na džem a následnom skladovaní džemu pri teplote 21 °C a za prístupu svetla.

MATERIÁL A METÓDY

V práci sme hodnotili 7 odrôd čučoriedky chocholíkatej, ktoré pochádzali z Výskumnej stanice v Krivej na Orave. Výskumná stanica sa nachádza v nadmorskej výške 700 m n. m., oblasť má priemernú ročnú teplotu 6 °C, priemerný ročný úhrn zrážok dosahuje 800 - 900 mm, pôda je piesočnato-hlinitá s pH 3,8. Práve kyslá hodnota pH pôdy je dôležitým faktorom úspešného pestovania plodiny.

Do pokusu boli zaradené skoré odrody Ramcocas a Record, stredne skoré odrody Iranka, Nelson, Pemberton, Jersey a neskorá odroda Coville. Plody čučoriedok sa zbierali v štádiu plného vyfarbenia. Zber plodov bol uskutočnený ručný, prebierkový.

Džem sa pripravoval klasickým postupom, výrobok sa zahusťoval prídavkom sacharózy a varom za normálneho tlaku. Pomer sacharóza : čučoriedková dužina bol 1:1. Na zabezpečenie rôsolovatenia výrobku bol použitý pektínový prípravok, na úpravu kyslosti kyselina citrónová. Var džemu bol rýchly, s maximálnou dĺžkou trvania 3 minúty. Hotový výrobok bol plnený do sklenených obalov. Po výrobe sme produkt skladovali 6 mesiacov. Produkt bol skladovaný pri teplote 21 °C za prístupu svetla.

Obsah antokyanínových farbív sme stanovili spektrofotometricky. Homogenizované vzorky sme extrahovali v roztoku etanolu a kyseliny chlorovodíkovej v pomere 4:1. Opakovaná extrakcia farbív do úplného odfarbenia analyzovanej vzorky prebiehala za tepla. Obsah antokyanínových farbív bol následne stanovený meraním absorbancie na spektrofotometri UV-VIS Jenway pri vlnovej dĺžke 543 nm. Sušinu všetkých analyzovaných vzoriek sme stanovovali vázkovou metódou. Zhomogenizované vzorky sme sušili do konštantnej hmotnosti pri teplote 105 °C na laboratórnej sušiarňi WTC Binder.

Analýzy sme vykonali v troch opakovaniach. Výsledky sme spracovali štatistickým programom Statistica. Vplyv odrody na obsah antokyanínov bol sledovaný jednofaktorovou

analýzou rozptylu, vplyv spracovania na zmeny obsahu antokyanínov dvojfaktorovou analýzou rozptylu a vzájomné rozdiely medzi odrodami boli testované Fisherovým testom

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Celkový obsah antokyánov sa v sledovaných odrodách pohyboval v rozmedzí $1,92 \text{ g.kg}^{-1}$ ČH až $3,95 \text{ g.kg}^{-1}$ čerstvej hmoty (ČH). Podľa klesajúcej hodnoty obsahu farbív v čerstvých plodoch môžeme odrody zoradiť nasledovne: Ramcocas > Nelson ($3,73 \text{ g.kg}^{-1}$) >

Coville ($3,39 \text{ g.kg}^{-1}$) > Iranka ($3,10 \text{ g.kg}^{-1}$) > Pemberton ($3,01 \text{ g.kg}^{-1}$) > Record ($2,56 \text{ g.kg}^{-1}$) > Jersey.

Naše výsledky korešpondujú s výsledkami, ktoré vo svojej práci uvádzajú Wu et al. (2006), ktorí uvádzajú, že obsah antokyánových farbív sa v čučoriedkach pohybuje v rozmedzí 2,5 až $4,95 \text{ g.kg}^{-1}$.

K podobným výsledkom dospeli aj Cho et al. (2004), ktorí uvádzajú obsah antokyánov v rozmedzí 1,43 až $8,22 \text{ g.kg}^{-1}$. Nami namerané hodnoty však boli v porovnaní s priemernými hodnotami 0,45 – $1,25 \text{ g.kg}^{-1}$, ktoré uvádzajú Ścibisz a Mitek (2007) oveľa vyššie.

Stevenson a Scalzo (2012) sledovali vo svojej práci obsah antokyánových farbív v kultúrnych odrodách čučoriedky dopestovaných v rôznych krajinách sveta napr. na Novom Zélande, v Kanade, Číne, USA, Poľsku, Taliansku. V pokuse bolo hodnotených niekoľko desiatok odrôd čučoriedky chocholíkatej. Autori zistili, že lokalita pestovania má mimoriadne veľký význam na obsah antokyánov. Za odrody značne premenlivé v sledovanom znaku autori určili odrody Duke, v ktorej sa obsah farbív pohyboval od $1,01$ – $2,16 \text{ g.kg}^{-1}$, Elliott ($1,52$ – $2,61 \text{ g.kg}^{-1}$), Climax ($0,99$ – $2,56 \text{ g.kg}^{-1}$) a Powderblue ($1,65$ – $2,43 \text{ g.kg}^{-1}$). Autori sa snažili na základe priemerných hodnôt zo sledovaných lokalít vytipovať odrody s najvyšším obsahom antokyánových farbív. Medzi 10 najvýkonnejších odrôd zaradili odrody Rubel ($2,9 \text{ g.kg}^{-1}$), Darrow ($2,87 \text{ g.kg}^{-1}$), Elliot ($2,61 \text{ g.kg}^{-1}$), Northland ($2,38 \text{ g.kg}^{-1}$), Duke ($1,89 \text{ g.kg}^{-1}$), Jersey ($1,85 \text{ g.kg}^{-1}$), Caroline Blue ($1,54 \text{ g.kg}^{-1}$), Nui ($1,49 \text{ g.kg}^{-1}$), Hortblue Poppins ($1,39 \text{ g.kg}^{-1}$) a Blue Moon ($1,39 \text{ g.kg}^{-1}$). V našej práci sme použili zo skupiny najlepších odrôd odrodu Jersey, v ktorej sme zistili obsah antokyanových farbív v množstve $1,93 \text{ g.kg}^{-1}$, čo sú výsledky zrovnateľné so zisteniami Stevensona a Scalza (2012).

Pre objektívnejšie porovnanie obsahu farbív v čerstvých plodov a v džemoch sme obsah antokyanínov prepočítali na sušinu. Sušina čerstvých plodov čučoriedok bola 22,6 – 17,8 %. Podľa klesajúcej hodnoty obsahu antokyanínov v čerstvých plodoch v prepočte na sušinu môžeme odrody zoradiť nasledovne: Nelson > Ramcocas > Iranka > Pemberton > Coville > Record > Jersey.

Jednofaktorovou analýzou rozptylu sme sledovali vplyv odrody na obsah antokyánových farbív v plodoch čučoriedky chocholíkatej a zistili sme, že odroda má štatisticky preukazný vplyv na sledovaný parameter ($P < 0,01$). Testovaním Fisherovým LSD testom ($P < 0,05$) sme sledovali vzájomné rozdiely v obsahu farbív v jednotlivých odrodách. Sledované odrody vo forme čerstvých plodov vytvorili 5 homogénnych skupín, ktoré sa líšili v obsahu sledovanej zložky (tabuľka 1).

Tab. 1 Priemerné hodnoty obsahu antokyánových farbív (g.kg^{-1} sušiny) v čerstvých plodoch čučoriedky chocholíkatej a v čučoriedkových džemoch

Čerstvé plody	(g.kg^{-1} sušiny)	Čučoriedkový džem	(g.kg^{-1} sušiny)
Jersey	9,8781 ^a	Jersey	1,6452 ^a
Record	13,1826 ^b	Coville	1,7861 ^b
Coville	16,5724 ^c	Record	2,1616 ^c
Pemberton	16,8033 ^c	Iranka	2,3298 ^d
Iranka	17,4041 ^c	Pemberton	2,6748 ^e
Ramcocas	17,4393 ^c	Nelson	2,8579 ^f
Nelson	18,5553 ^d	Ramcocas	3,4756 ^g

Vysvetlivky: priemery označené rovnakým písmenom nie sú štatisticky významne rozdielne pri $P < 0,05$

Odroda Nelson má štatisticky preukazne najvyšší obsah antokyánových farbív a odroda Jersey preukazne najnižší. Najvyrovnanejšou skupinou odrôd v obsahu antokyánových farbív bola určená skupina, ktorú tvoria odrody Coville, Pemberton, Iranka a Ramcocas, medzi ktorými sme v čerstvých plodoch nezistili štatisticky preukazný rozdiel v obsahu antokyanínov.

Hodnotením obsahu antokyanových farbív v čučoriedkovom džeme sme najvyšší obsah zistili vo vzorkách z odrody Ramcocas $2,294 \text{ g.kg}^{-1}$ ČH a najnižší obsah vo vzorkách z odrody Jersey $1,127 \text{ g.kg}^{-1}$ čerstvej hmoty. Podľa klesajúcej hodnoty obsahu farbív v čučoriedkovom džeme môžeme odrody zoradiť nasledovne: Ramcocas $>$ Pemberton ($1,91 \text{ g.kg}^{-1}$) $>$ Nelson ($1,82 \text{ g.kg}^{-1}$) $>$ Iranka ($1,59 \text{ g.kg}^{-1}$) $>$ Record ($1,52 \text{ g.kg}^{-1}$) $>$ Coville ($1,15 \text{ g.kg}^{-1}$) $>$ Jersey.

Ścibisz a Mitek (2007) sledovali obsah antokyanových farbív v čučoriedkovom džeme pripravenom z odrody Bluecop. V čerstvých plodoch zistili obsah farbív v množstve $0,946 \text{ g.kg}^{-1}$, v džeme s vysokým obsahom cukru to bolo $0,32 \text{ g.kg}^{-1}$, a v džeme s nízkym obsahom cukru a bez cukru len $0,28 \text{ g.kg}^{-1}$, čo sú hodnoty nižšie ako sme zistili v našej práci. Odrodu Bluecop použili vo svojej práci aj Ehlenfeldt a Prior (2001) ktorí zistili obsah antokyanínov v džeme $1,82 \text{ g.kg}^{-1}$, čo sú hodnoty zrovnateľné s našimi zisteniami.

Rdbotten et al. (2005) porovnávali farebnosť čučoriedkových džemov vyrobených z plodov divokorastúcich čučoriedok *Vaccinium myrtillus* L. a plodov *Vaccinium corymbosum* L. odrody Berkley a Bluecop z oblasti severného Nórska. Autori zistili vyššiu farebnosť u džemov vyrobených z plodov divokorastúcich čučoriedok ako z plodov kultúrnych odrôd, ale zároveň poukazujú na vysokú nutričnú a zdravotnú kvalitu džemov vyrobených z rôznych druhov a foriem čučoriedok.

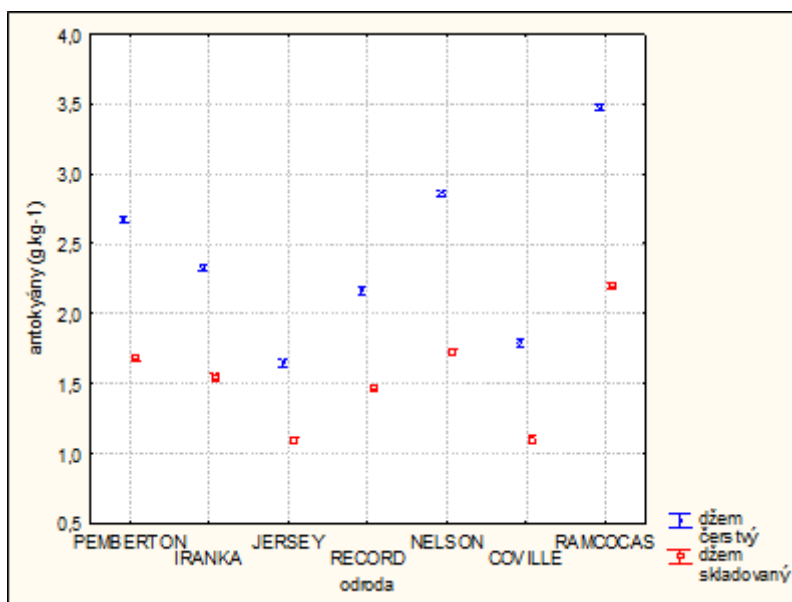
Schmidt et al. (2005) sledovali antioxidačnú aktivitu, obsah polyfenolov a obsah antokyánových farbív v plodoch veľkoplodých kultúrnych čučoriedok (*Vaccinium corymbosum* L.) a divokorastúcich plodoch (*Vaccinium angustifolium* Ait.) v rôznych produktoch ako napr. mrazené plody, džemy, šťavy, koncentráty, sušené a lyofilizované plody. V oboch druhoch zistili pokles sledovaných parametrov ak pri technológii spracovania bola použitá vysoká teplota. Podobné zistenia uvádza vo svojej práci i Oliveira et al. (2010), ktorí tvrdia, že rozklad antokyánov prebieha už pri teplote 70°C .

Wrolstadt et al. (2005) vo svojej práci uvádzajú pokles antokyánových farbív v čučoriedkovom džeme oproti čerstvým plodom o 81-84 %. K podobným zisteniam dospeli aj Šavikin et al. (2009), ktorí uvádzajú pokles antokyánov v džeme až o 85 %. Pinto et al. (2007) a Brownmiller et al. (2008) uvádzajú, že antokyaníny sú veľmi citlivé na teplotu a kombinácia teplota – čas môžu spôsobiť výrazný pokles farbív v konečnom produkte. Straty monomérnych antokyánov sú s najväčšou pravdepodobnosťou ako dôsledok vzniku polymérov alebo kondenzačných reakcií medzi antokyanmi a prokyanidínmi počas prípravy džemov a tiež počas skladovania hotových výrobkov.

Hodnoty sušiny v pripravenom čučoriedkovom džeme sa pohybovali v rozmedzí od 63,5 % do 71,3 %. Najnižšie hodnoty boli pri odrode Nelson a najvyššie Pemberton. Podľa klesajúcej hodnoty obsahu antokyánových farbív v džeme po prepočte na sušinu môžeme odrody zoradiť nasledovne: Ramcocas > Nelson > Pemberton > Iranka > Record > Coville > Jersey (tabuľka 1).

Fisherovým LSD testom sme zistili, že všetky džemy pripravené z jednotlivých odrôd sa štatisticky preukazne líšili v obsahu antokyanínov. Ak vieme, že na výrobu džemu sa použilo 50 % čučoriedkovej drene, tak stabilita antokyanínových farbív v čučoriedkovom džeme bola na úrovni 21,5 – 39,9 %. Najlepšiu stabilitu dosahovali v džeme čučoriedky odrody Ramcocas (39,9 %) za ňou nasledovali odrody Jersey (33,3 %), Record (32,8 %), Pemberton (31,8 %), Nelson (30,8 %), Iranka (26,8 %) a Coville (21,6 %).

Obsah antokyanínov v čučoriedkovom džeme po 6 mesiacoch skladovania sa pohyboval od 0,71 g.kg⁻¹ čerstvej hmoty v odrode Coville po 1,46 g.kg⁻¹ čerstvej hmoty v odrode Ramcocas. Po prepočte na sušinu sme zistili obsah antokyanínov od 1,09 g.kg⁻¹ sušiny v džemoch z odrody Jersey po 2,20 g.kg⁻¹ sušiny v džemoch z odrody Ramcocas (Obrázok 1). Zistili sme, že počas skladovania dochádza v džeme k ďalšiemu znižovaniu obsahu antokyanínov.



Obr. 1 Porovnanie marginálnych priemerov obsahu antokyánových farbív (g.kg⁻¹ sušiny) v čučoriedkovom džeme

Pokles obsahu antokyánových farbív v džeme po skladovaní bol v rozsahu 32,12 % v džeme z odrody Record až 39,77 % pri odrode Nelson. Priemerný pokles obsahu antokyánových farbív v čučoriedkovom džeme počas skladovania bol 35,93 %. Häkkinen et al. (2000) uvádzajú, že počas 6 mesiacov skladovania džemu bolo zachovaných 87 % antokyanínov oproti pôvodnému množstvu, čo sú hodnoty vyššie ako sme zistili v našej práci.

Štatistickým spracovaním získaných dát o obsahu antokyanínov v čučoriedkovom džeme a v čučoriedkovom džeme po skladovaní sme dvojfaktorovou analýzou rozptylu zistili štatisticky preukazný vplyv odrody, z ktorej je džem pripravený i skladovania na obsah antokyanínových farbív (tabuľka 2).

Tab. 2 Štatistická významnosť vplyvu odrody a skladovania na obsah antokyánových farbív v čučoriedkovom džeme na základe dvojfaktorovej analýzy rozptylu

Zdroj variability	Suma štvorcov	df	Priemerné štvorce	F
A:skladovanie džemu	8,03703	1	8,03703	422,97**
B:odroda	9,37793	6	1,56299	82,26**
chyba	0,646046	34	0,0190014	
spolu	18,061	41		

Vysvetlivky: ** štatistická významnosť $P < 0,01$; df stupne voľnosti; $n = 42$

Naše zistenia potvrdili aj Brownmiller et al. (2008), ktorí vo svojej práci uvádzajú, že v džeme sa obsah antokyánových farbív v priebehu skladovania znižuje. Uvádzajú, že v džemoch bez cukru sa zachovali vyššie hodnoty antokyánov ako v džemoch s prídavkom cukru. Ďalej dodávajú, že straty antokyánov sú menšie keď sa džemy skladujú pri nízkych teplotách. Howard et al. (2010) sledovali zmeny obsahu flavonoidov a antioxidačnú aktivitu v čučoriedkových džemoch pripravených s cukrom a bez cukru. Prvotným spracovaním došlo k výrazným stratám antokyánov, polyfenolov, chlorogénových kyselín, avšak flavonoly boli pomerne dobre zachované. Následne džemy hodnotili po 6 mesiacoch a zistili, že džemy ktoré boli skladované pri teplote 4 °C si udržali vyššie hodnoty antokyánov a mali menšie farebné zmeny ako džemy, ktoré sa skladovali pri teplote 25 °C.

ZÁVER

Čučoriedka chocholíkatá je veľmi cenný ovocný druh, vysoko hodnotený po nutričnej i senzorickej stránke. V našej práci sme hodnotili obsah antokyánových farbív vo vybraných odrodách čučoriedky chocholíkatej (*Vaccinium corymbosum* L.) dopestovaných vo Výskumnej stanici v Krivej na Orave. Plody sme po zbere hodnotili v čerstvom stave a tiež sme z nich pripravili čučoriedkový džem, ktorý sme hodnotili bezprostredne po spracovaní a po 6- mesačnom skladovaní pri teplote 21 °C za prístupu svetla. Naším cieľom bolo sledovať zmeny obsahu farbív, ktoré nastávajú po spracovaní a počas skladovania. Z hľadiska obsahu antokyánových farbív v čerstvých plodoch za najcennejšiu považujeme stredne skorú odrodu Nelson s obsahom antokyánov 18,56 g.kg⁻¹ SH.

Hodnotením retencie antokyánových farbív po spracovaní plodov na džem sme zistili, že vo výrobkoch sa zachovalo v priemere len 31,0 % farbív. Obsah farbív v čučoriedkovom džeme bol 1,65 – 3,48 g.kg⁻¹ SH. Najvyšší obsah sme zistili vo výrobku z odrody Ramcocas. Počas skladovania džemu dochádzalo k ďalším stratám antokyánových farbív, pričom priemerný pokles bol vyhodnotený na úrovni 35,93 %.

Pod'akovanie: Práca vznikla s podporou projektu KEGA 044SPU-4/2019 Tvorba vysokoškolskej učebnice Skladovanie a spracovanie rastlinných surovín a potravín

LITERATÚRA

1. BASU, S. – SHIVHARE, U. S. 2013. Rheological, textural, microstructural, and sensory properties of sorbitol-substituted mango jam. *Food and Bioprocess Technology*, vol. 6, no. 6, pp. 1401-1413. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0795-8>
2. BROWNMILLER, C. – HOWARD, L. – PRIOR, R. 2008. Processing and storage effects on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed blueberry products. *Journal Food Science*, vol. 73, pp. 72-79. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00761.x>

3. BURDULIS, D. – IVANAUSKAS, L. – DIRSĖ, V. – KAZLAUSKAS, S. – RAŽUKAS, A. 2007. Study of diversity of anthocyanin composition in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) fruits. *Medicina*, vol. 43, pp. 971-977. <https://doi.org/10.3390/medicina43120127>
4. CONNOR, A. – LUBY J. – HANCOCK, J. – BERKHEIMER, S. – HANSON, E. 2002. Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 50, pp. 893-898. <https://doi.org/10.1021/jf011212y>
5. DONG, X. Y. – YANG, Y. L. 2019. A novel approach to enhance blueberry quality during storage using cold plasma at atmospheric air pressure. *Food Bioprocess Technol.*, vol. 12, no. 8, pp. 1409-1421. <https://doi.org/10.1007/s11947-019-02305-y>
6. EHLENFELDT, M. – PRIOR, R. 2001. Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and phenolic and anthocyanin concentration in fruit and leaf tissues of highbush blueberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 49, pp. 2222-2227. <https://doi.org/10.1021/jf0013656>
7. HABÁNOVÁ, M. – HABÁN, M. – CHLEBO, P. – SCHWARZOVÁ, M. 2013. Changes of plasma lipids in to the regular consumption of bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.). *Potravinárstvo*, vol. 7, no.1, p. 1-6. <https://doi.org/10.5219/233>
8. HAFFNER, K. – FINSTAD BYE, M. B. – ROSENFELD, H. J. – SKREDE G.. 2003. Color of raspberry jam as influenced by cultivar, temperature and light during storage. *ISHS Acta Horticulturae 628: XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Postharvest Horticulture*, pp. 829-834. <https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.2003.628.105>
9. HÄKKINEN, S. – HEINONEN, M. – KARENLAMPI, S. – MYKKANEN, H. – SUUSKANEN, J. 2000. Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries. *Food Research International*, vol. 32, pp. 345-353. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(99\)00095-2](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(99)00095-2)
10. HOWARD, L. – CASTRODALE, CH. – BROWNMILLER, C. – MAUROMOUSTAKOS, A. 2010. Jam processing and storage effects on blueberry polyphenolics and antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 58, no. 7, pp. 4022–4029. <https://doi.org/10.1021/jf902850h>
11. CHO, M. J. – HOWARD, L.R. – PRIOR, L. R. – CLARK, J. R. 2004. Flavonoid glycosides and antioxidant capacity of various blackberry, blueberry and red grape genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 84, pp. 2149-2159. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1885>
12. JAVANMARD, M. – CHIN, N. L. – MIRHOSSEINI, S. H. – ENDAN, J. 2012. Characteristics of gelling agent substituted fruit jam: studies on the textural, optical, physico-chemical and sensory properties. *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 47, pp. 1808-1818. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03036.x>
13. KAMEI, H. – HASHIMOTO, Y. – KOIDE, T. – KOJIMA, T. – HASEGAWA, M., 1998. Anti-tumor effect of methanol extracts from red and white wines. *Cancer Biotherapy & Radiopharmaceuticals*, vol. 13, no. 6, pp. 447–452. <https://doi.org/10.1089/cbr.1998.13.447>
14. KIM D. O. – PADILA ZAKOUR O.I. 2004. Jam processing effect on phenolics and antioxidant capacity in anthocyanin-rich fruits: cherry, plum and raspberry. *Journal of Food Science*, vol. 69, no. 9, pp. 396-400. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb09956.x>
15. LACOMBE, A. – NIEMIRA, B. A. – GURTLE, J. B. – FAN, X. T. – SITES, J., BOYD, G. – CHEN, H. Q. 2015. Atmospheric cold plasma inactivation of aerobic microorganisms on blueberries and effects on quality attributes. *Food Microbiology*, vol. 46, pp. 479–484. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.09.010>
16. LEE, J. – DURST, R. W. – WROLSTAD, R. E. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH

- differential method: collaborative study. *Journal of AOAC International*, vol. 88, no. 5, pp. 1269–1278. <https://doi.org/10.1016/10.1093/jaoac/88.5.1269>.
17. LEE, J. – WROLSTAD, R. E. 2006. Extraction of Anthocyanins and Polyphenolics from Blueberry Processing Waste. *Journal of Food Science*, vol. 69, no. 7, pp. 564–573. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb13651.x>
18. LI D. – MENG, X. – LI, B. 2016. Profiling of anthocyanins from blueberries produced in China using HPLC-DAD-MS and exploratory analysis by principal component analysis. *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 47, pp. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.09.005>
19. LIN, Y. – WANG, Y. H. – LI, B. – TAN, H. – LI, D. N. – LI, L. – LIU, X. – HAN, J. C. – MENG, X. J. 2018. Comparative transcriptome analysis of genes involved in anthocyanin synthesis in blueberry. *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 127, pp. 561–572. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.04.034>
20. MARTYNENKO, A. – CHEN, Y. G. 2016. Degradation kinetics of total anthocyanins and formation of polymeric color in blueberry hydrothermodynamic (HTD) processing. *Journal of Food Engineering*, vol. 171, pp. 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.10.008>
21. MATEOS, A. R. – ISHISAKA, A. – MAWATARI, K. – VIDAL-DIEZ, A. – SPENCER, J. P. E. – TERAOKA, J. 2012. Blueberry intervention improves vascular reactivity and lowers blood pressure in high-fat-, high-cholesterol-fed rats. *British Journal of Nutrition*, vol. 109, no. 10, pp. 1746–1754. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114512003911>
22. MATSUMOTO, H. – NAKAMURA, Y. – TACHIBANAKI, S. – KAWAMURA, S. – HIRAYAMA, M., 2003. Stimulatory effect of cyanidin 3-glycosides on the regeneration of rhodopsin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 51, no. 12, pp. 3560–3563. <https://doi.org/10.1021/jf034132y>.
23. NAVAS, M. – MORENO, A., BUENO, J., PLAZA, P., ASUERO, G. 2012. Analysis and antioxidant capacity of anthocyanin pigments. Part III: An Introduction to Sample Preparation and Extraction. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, vol. 42, no. 4, 284–312. <https://doi.org/10.1080/10408347.2012.680341>
24. OLIVIERA, C. – AMARO, L. F. – PINHO, O. – FERREIRA, I. M. 2010. Cooked blueberries: anthocyanin and anthocyanidin degradation and their radical-scavenging activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 58, no.16, pp. 9006–9012. <https://doi.org/10.1021/jf101923w>
25. PETTI, S. – SCULLY, C. 2009. Polyphenols, oral health and disease: a review. In *Journal of Dentistry*, vol. 37, no. 6, pp. 413–423. doi: 10.1016/j.jdent.2009.02.003
26. PILIZOTA, V. – KOPJARA, M. – ZUPANIC, N. – BALIJA, N. 2011. Anthocyanin content and antioxidant activity of reduced-calorie blueberry jams fortified with green tea or pine bark extracts. *Acta Alimentaria*, vol. 41, pp. 424–432. <https://doi.org/10.1556/aalim.41.2012.4.4>
27. PINTO, M. – LAJOLO, F. – GENOVESE, M. 2007. Bioactive compounds and antioxidant capacity of strawberry jams. *Plant Foods for Human Nutrition*, vol. 62, no. 3, pp. 127–131. <https://doi.org/10.1007/s11130-007-0052-x>
28. POIANA, M. A. – ALEXA, E. – MATEESCU, C. 2012. Tracking antioxidant properties and color changes in low-sugar bilberry jam as effect of processing, storage and pectin concentration. *Chemistry Central Journal*, vol. 6, no. 4. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-6-4>
29. RDBOTTEN, M. – MARTINSEN, B. – HANS, J. – ROSENFELD, L. – HAFFNER, K. 2005. Quality of highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) and Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) Jam. *International Journal of Fruit Science*, vol. 5, no. 2, pp. 61–71. https://doi.org/10.1300/J492v05n02_07
30. RIIHINEN, K. – JAAKOLA, L. – KÄRENLAMPI, S. – HOHTOLA, A. 2008. Organ-specific distribution of phenolic compounds in bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and

- 'northblue' blueberry (*Vaccinium corymbosum* x *V. angustifolium*). *Food Chemistry*, vol. 110, no 1, pp. 156-160 <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.01.057>
31. ŚCIBICZ, I. – MITEK, M. 2007. The changes of antioxidant properties in highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) during freezing and long-term frozen storage. *Acta Science Polonorum*, vol. 6, no. 4, pp. 75-82.
 32. SHIN, W. H. – PARK, S. J. – KIM, E. J. 2006. Protective effect of anthocyanins in middle cerebral artery occlusion and reperfusion model of cerebral ischemia in rats. *Life Science*, vol. 79, no. 2, pp. 130–137. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2005.12.033>
 33. SCHMIDT, B. – ERDMAN, J. – LILA, M. A. 2005. Effects of food processing on blueberry antiproliferation and antioxidant activity. *Journal Food Science*, vol. 70, no. 6, pp. 389-394. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb11461.x>
 34. STEVENSON, D. – SCALZO, J. 2012. Anthocyanin composition and content of blueberries from around the world. *Journal of Berry Research*, vol. 2, no. 4, pp. 179-189. <https://doi.org/10.3233/JBR-2012-038>
 35. ŠAVIKIN, K. – ZDUNIĆ, G. – JANKOVIĆ, T. – TASIĆ, S. – MENKOVIĆ, N., STEVIĆ, T. – DORDEVIĆ, B. 2009. Phenolic content and radical scavenging capacity of berries and related jams from certificated area in Serbia. *Plant Foods Human Nutrition*, vol. 64, p p. 212-217. <https://doi.org/10.1007/s11130-009-0123-2>
 36. TOUFEKTSIAN, M. C. – LORGERIL, M. – NAGY, N. – SALEN, P. – DONATI, M.B. – GIORDANO, L. – MOCK, H.P. – PETEREK, S. – MATROS, A. – PETRONI, K. – PILU, R. – ROTILIO, D. – TONELLI, C. – LEIRIS, J. – BOUCHER, F. – MARTIN, C. 2008. Chronic dietary intake of plant-derived anthocyanins protects the rat heart against ischemia-reperfusion injury. *Journal of Nutrition*, vol. 138, no. 4., pp. 747-752. <https://doi.org/10.1093/jn/138.4.747>
 37. WANG, C. – GAO, Y. – TAO, Y. – WU, X. Z. – ZHIBO, C. 2017. Influence of γ -irradiation on the reactive-oxygen metabolism of blueberry fruit during cold storage. *Innovation of Food Science Emerging Technologies*, vol. 41, pp. 397–403. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.04.007>.
 38. WANG, L. S. – STONER, G. D. 2008. Anthocyanins and their role in cancer prevention. In *Cancer Letter*, vol. 269, no. 2, pp. 281–290. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2008.05.020>
 39. WROLSTADT, R. – DURST, R., LEE, J. 2005. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. *Trends Food Sci Technology*. vol. 16, pp. 423-428. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.03.019>
 40. WU, X. – BEECHER, G. – HOLDEN, J. – HAYTOWITZ, D. – GEBHARDT, S. – PRIOR, R.. 2006. Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 54, no. 11, pp. 4069-4075. <https://doi.org/10.1021/jf060300l>
 41. ZHANG, Y. – BUTELLI, E. – MARTIN, C. 2014. Engineering anthocyanin biosynthesis in plants. *Current Opinion in Plant Biology*, vol. 19, pp. 81–90. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2014.05.011>
 42. ZHOU, D. – WANG, Z. – TU, S. – CHEN, S. – PENG, J. – TU, K. 2019. Effects of cold plasma, UV-C or aqueous ozone treatment on *Botrytis cinerea* and their potential application in preserving blueberry. *Journal of Applied Microbiology*, vol. 127, no. 1, pp. 175–185. <https://doi.org/10.1111/jam.14280>

Kontaktná adresa

doc. Ing. Andrea Mendelová, PhD., Ústav potravinárstva FBP SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: andrea.mendelova@uniag.sk

HODNOTENIE KVALITY CHLEBA S PRÍDAVKOM RASTLINNÝCH OLEJOV

THE EVALUATION OF BREAD WITH AN ADDITION OF THE VEGETABLE OILS

Mikolášová Lucia¹, Ivanišová Eva², Tokár Marián³, Balážová Želmíra¹

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

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

³Pekáreň Bánov, Štúrová 43, Bánov

Summary

The aim of this work was to observe the influence of the addition of the different types of vegetable oils on the bakery quality of the bread. The specific volume, volumetric yield, product volume, sample yield, baking loss and vaulting were determined by baking experiment. Baking losses were in the optimum range of 9-12%. The highest specific volume was determined for a loaf with the addition of 1.5 % pumpkin oil, 424.2 cm³.100 g⁻¹ of product. The yield was reduced only by a negligible amount by the addition of individual oils. The volume of loaves increased, the highest increase was recorded for the sample with the addition of 1.5 % sunflower oil. Volume increase was higher about 32 % compared to the control. The shape and vaulting were optimal, the volumetric yield of the loaves increased proportionally with the addition of individual oils.

Key words: vegetable oils, bakery experiment, wheat bread

ÚVOD

Chlieb je jedným z najviac konzumovaných základných potravín na svete. Výroba chleba je zložitý proces zahŕňajúci miešanie cesta, fermentáciu, pečenie a chladenie. Spomedzi týchto krokov má pečenie najväčší význam (Zhang et al., 2018). Chlieb je možné obohatiť pridaním zložiek, ktoré sa odstraňujú v procese mletia, alebo prídavkom komponentov, ktoré môžu zlepšiť napríklad jeho chuť alebo vlastnosti (Wandersleben et al., 2018). Súčasným trendom je pridávanie zdravších tukov do potravín, ktoré môžu mať vo všeobecnosti pozitívny vplyv na zloženie potravín z hľadiska spracovania, kvality, organoleptických a textúrnych vlastností (Osuna et al., 2018). Cieľom práce bolo sledovanie vplyvu prídavkov vybraných druhov olejov v ceste zo pšeničnej hladkej múky v rôznych pomeroch a na základe získaných výsledkov bolo cieľom posúdiť ich vplyv na pekársku kvalitu. Muchová (2007) uvádza, že tuky okrem priaznivej interakcie s lepkom pôsobia ako kypridlo, stabilizátor, homogenizátor a emulgátor. Môžeme sa domnievať, že prídavok rastlinných olejov priaznivo vplyva na technologickú kvalitu a tým sa priamo podieľa na zvyšovaní kvality chleba.

MATERIÁL A METÓDY

Na analýzy bola ako základná surovina použitá pšeničná hladká múka T-650, získaná v mlyne Kolárovo a. s., Vitaflora. Do múky boli pridávané vybrané druhy rastlinných olejov v uvedených množstvách:

- 0,5 %, 1 %, 1,5 % rastlinného oleja z tekvicových semien (od výrobcu z Rakúska).
- 0,5 %, 1 %, 1,5 % jedlého rastlinného repkového oleja (od výrobcu zo Slovenskej republiky).

• 0,5 %, 1 %, 1,5 % jedlého jednodruhového rastlinného oleja slnečnicového (od výrobcu z Maďarska).

Pri realizácii pekárskoho pokusu boli použité: NaCl – kuchynská soľ, destilovaná voda, čerstvé pekárske droždie, kryštálový cukor, suroviny, ktoré boli zakúpené v obchodnej sieti Slovenskej republiky.

Metóda realizácie pekárskych pokusov

Pokusné pečenia boli vykonané v laboratórnych podmienkach. Z návažky 1000 g základných surovín (pri kontrole 100 % pšeničná múka T-650, droždie 4 %, cukor 1 %, kuchynská soľ 1,8 % a voda podľa väznosti), nasledovalo miesenie na laboratórnom miesiči Diosna SP12 (program – 10 sekúnd pri 20 Hz, 120 sekúnd pri 25 Hz a 300 sekúnd pri 50 Hz). Po vymiesení bolo cesto vybrané z miesiča a rozdelené na 4 klonky rovnakej hmotnosti. Klonky boli vložené do teflónových foriem a následne do kysiarne. Kysnutie prebiehalo v elektronicky regulovanej etážovej peci s kysiarňou (MIWE Condo) počas 35 minút pri teplote 30 °C. Po vykysnutí nasledovalo pečenie so zaparením a to 10 minút pri počiatočnej teplote 240 °C, potom 25 minút pri teplote 220 °C. Pri ostatných variantoch sme dodržali rovnaký postup, rozdiel bol vo vstupných surovinách (Tokár et al., 2011).

Metódy hodnotenia pekárskoho pokusu

Po upečení a vybratí bochníkov z foriem boli vychladené pri laboratórnej teplote po dobu 2 hodín. Pri vychladených bochníkoch boli hodnotené sledované parametre:

- hmotnosť chleba pred pečením a po upečení [g],
- objem výrobku [cm³] (objemomer OBK 2, MEZOS-SQ, spol. s r.o. Slovakia),
- merný objem [cm³.100 g⁻¹ výrobku] – objem bochníka prepočítaný na 100 g výrobku,
- objemová výťažnosť [cm³.100 g⁻¹ múky] – objem bochníka získaný zo 100 g múky,
- tvar výrobku (klenutie) – pomer výšky bochníka k šírke vyjadrený pomerovým číslom,
- výťažnosť hotového výrobku [%] – hmotnosť výrobku vypečeného zo 100 g múky s prísadami (voda, soľ, cukor, droždie),
- straty pečením [%] – rozdiel hmotnosti cesta a hotového výrobku (Tokár, 2013).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri pekárskom pokuse sme stanovovali vo všetkých vzorkách merný objem, objemovú výdatnosť, objem výrobkov, stanovovali sme ich klenutie, ktoré sa určuje ako pomer výšky a šírky. Zamerali sme sa na výťažnosť jednotlivých vzoriek a straty pri pečení, hodnoty pre jednotlivé ukazovatele sú uvedené v tabuľke 1.

Chin et al. (2010) vo svojej práci uvádzajú, že prídavok palmového oleja do 10 % mal vplyv na hustotu a objem chleba. Prídavok palmového oleja znižoval hustotu chleba a zvyšoval jeho objem. Zistili aj to, že prídavok palmového oleja predĺžil trvanlivosť chleba a spôsobil bledšie zafarbenie kôrky.

Podľa nami získaných informácií môžeme konštatovať, že objem jednotlivých bochníkov narastal so zvyšujúcim sa percentuálnym podielom jednotlivých druhov olejov takmer vo všetkých analyzovaných vzorkách. Najvyšší objem sme namerali v bochníku s 1,5 % prídavkom slnečnicového oleja (1581,3 cm³), čo predstavuje oproti kontrole s objemom 1195 cm³ nárast takmer o 24 %. Hmotnosť jednotlivých bochníkov sme stanovovali meraním dvoch bochníkov a následne sme vypočítali ich priemerný objem.

Ekonomickým aspektom a jedným z hlavných ukazovateľov výroby je výťažnosť výrobku, informuje nás o spotrebe múky (Bojňanská et al., 2013). Po porovnaní kontroly s ostatnými vzorkami môžeme konštatovať, že prídavok rôznych druhov olejov, v našom prípade tekvicového, repkového a slnečnicového oleja, nemal výrazný vplyv na ich finálnu

výtťažnosť. Prídavky olejov znížili výtťažnosť len v zanedbateľnom množstve, najvyššia výtťažnosť bola stanovená 144,8 % (T-650 kontrola) a najnižšiu sme namerali 142,5 % (T-650 + 0,5 % slnečnicový olej).

Literárne zdroje uvádzajú, že straty pečením pre chlieb by sa mali pohybovať optimálne od 9 do 12 %. Najvyššiu stratu pri pečení sme namerali pre vzorku s 1,5 % prídavkom tekvicového oleja (13,1 %). V tejto vzorke bol zistený zároveň jeden z najvyšších nárastov objemu výrobku (1525 cm^3), čo predstavuje nárast o 21 % oproti kontrole T-650 (1195 cm^3). Najnižšia strata 9,9 % bola paradoxne nameraná pri vzorke s prídavkom 1 % tekvicového oleja.

Tvar pekárského výrobku má byť klenutý, zaguľatený na prechode kôrky, tiež má mať vysoký pomer výšky k šírke. Zlá kvalita múky môže vyvolať plochý tvar výrobku, naopak, guľatý tvar svedčí o príliš tuhom ceste a krátkom kysnutí (Bojňanská et al., 2013). Za optimálne alebo veľmi dobré môžeme považovať hodnoty vyššie ako 0,7 %, všetky naše namerané hodnoty obsiahnuté v tabuľke 1 zodpovedajú tejto požiadavke.

Merný objem bochníkov (T-650 kontrola) $330,1 \text{ cm}^3 \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ výrobku a $339,9 \text{ cm}^3 \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ výrobku (T-650 + 0,5 % tekvicový olej) hodnotíme ako dobrý výsledok. Zvyšné hodnoty z tabuľky 1 môžeme definovať ako veľmi dobré. Merný objem má s rastúcim prídavkom jednotlivých olejov prevažne stúpajúci charakter. Najvyššie hodnoty boli zistené po prídavku 1,5 % tekvicového oleja ($424,2 \text{ cm}^3 \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ výrobku) a 1,5 % slnečnicového oleja ($438,9 \text{ cm}^3 \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ výrobku) ako uvádzame v tabuľke 1. Pre bochník s prídavkom repkového oleja sme stanovili najväčší merný objem po prídavku 1 % repkového oleja ($411 \text{ cm}^3 \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ výrobku).

Rovnako ako predchádzajúce parametre aj objemová výdatnosť stúpala so zvyšujúcim sa prídavkom oleja. Veľmi dobré hodnoty boli zistené už po prídavku 0,5 % repkového ($576,3 \text{ cm}^3 \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ múky) a slnečnicového oleja ($563,9 \text{ cm}^3 \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ múky). V porovnaní s kontrolou s nameranou objemovou výdatnosťou $484,6 \text{ cm}^3 \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ múky mala najväčšiu objemovú výdatnosť vzorka s prídavkom 1,5 % slnečnicového oleja ($632,1 \text{ cm}^3 \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ múky), to predstavuje nárast o 30 %.

Tab. 1 Výsledky vyhodnotenia pekárskeho pokusu

	Ø Hmotnosť cesta pred upečením [g]	Ø Hmotnosť chleba po upečení [g]	Merný objem [$\text{cm}^3 \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ výrobku]	Objem. výdatnosť [$\text{cm}^3 \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ výrobku]	Objem výrobku (cm^3)	Tvar výrobku	Výtťažnosť [%]	Straty pečením [%]
Múka T-650	407,4	362,0	330,1	484,6	1195	0,9	144,8	11,1
T-650+0,5%TO	406,8	361,1	339,9	498,4	1227,5	1,0	144,4	11,3
T-650+1 % TO	401,5	361,9	362,6	539,5	1312,5	1,1	144,8	9,9
T-650+1,5%TO	413,9	359,5	424,2	604,0	1525	1,2	143,8	13,1
T-650+0,5%RO	408,1	358,1	401,4	576,3	1437,5	1,1	143,2	12,3
T-650+1%RO	409,6	357,9	411,0	589,7	1471,3	1,1	143,2	12,6
T-650+1,5%RO	408,5	357,1	399,0	570,7	1425,0	1,3	142,8	12,6
T-650+0,5%SO	405,0	356,2	394,8	563,9	1406,3	1,1	142,5	12,1
T-650+1%SO	409,4	357,3	409,7	584,6	1463,8	1,2	142,9	12,6
T-650+1,5%SO	412,1	360,2	438,9	632,1	1581,3	1,1	144,1	12,6

Vysvetlivky: Ø – priemer; TO – tekvicový olej; RO – repkový olej; SO – slnečnicový olej

ZÁVER

V práci sme pozorovali vplyv prídavku slnečnicového, repkového a tekvicového oleja v rôznych pomeroch na pekársku kvalitu výrobkov. Pre stanovenie pekárskeho pokusu sme si

cesto pripravili podľa receptúry na Farinografe. Merný objem, objemovú výdatnosť, objem výrobkov, výťažnosť vzoriek, straty pečením a klenutie sme stanovovali pekárskym pokusom. Straty pečením sa pohybovali v optimálnom rozpätí od 9 do 12 %. Najvyšší merný objem bol stanovený pre bochník s prídavkom 1,5 % tekvicového oleja ($424,2 \text{ cm}^3 \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ výrobku). Výťažnosť sa prídavkom jednotlivých druhov olejov znížila len v zanedbateľnom množstve. Objem bochníkov narastal, najvyšší nárast sme zaznamenali pre vzorku s prídavkom 1,5 % slnečnicového oleja s nárastom objemu o 32 % v porovnaní s kontrolou. Tvar a klenutie boli optimálne, objemová výdatnosť bochníkov narastala priamoúmerne s prídavkom jednotlivých olejov.

Po zhodnotení výsledkov jednotlivých meraní môžeme konštatovať, že použitie rastlinných olejov má priaznivý vplyv na jednotlivé ukazovatele pekárskeho pokusu. Prídavok jednotlivých druhov olejov nemožno považovať za finančne náročnú vstupnú surovinu. Možno konštatovať, že prídavok rastlinných olejov zlepšuje celkovú technologickú kvalitu, a tým priamoúmerne prispieva aj k lepšej kvalite finálnych výrobkov.

LITERATÚRA

1. BOJŇANSKÁ, T. - MUCHOVÁ, Z. - FRANČÁKOVÁ, H. - URMINSKÁ, D. - MENDELOVÁ, A. - MAREČEKJ. - SOLGAJOVÁ, M. - VIETORIS, V. - CZAKO, P. 2013. Hodnotenie surovín a potravín rastlinného pôvodu. Nitra: SPU. 335 s. ISBN 978-80-552-1086-5.
2. CHIN, N. - RAHMAN, R. - HASHIM, D. - KOWNG, S. 2010. Palm Oil Shortening Effects on Baking Performance of White Bread. *Journal of Food Precess Engineering* [online], vol. 33, no. 3, pp. 413-433 [cit. 2021-03-28]. ISSN 1745-4530. Dostupné na: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-4530.2008.00282.x>>.
3. MUCHOVÁ, Z. 2007. Technológia spracovania cereálií. Nitra: SPU. 194 s. ISBN 978-80-8069-980-2.
4. OSUNA, B. - ROMERO, C.A. - ROMERO, A. A. - JUDIS, M. A. - BERTOLA, N. C. 2018. Proximal composition, sensorial properties and effect of ascorbic and ? - tocopherol on oxidative stability of bread made with whole flours andvgetable oils. *LWT - Food Science and Technology*; 98: 54-61. doi: doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.012
5. TOKÁR, M. - BOJŇANSKÁ, T. - IVANIŠOVÁ, E. - DRÁB, Š. 2011. Effect of inulin addition on technological and baking quality of wheat bread. In *Potravinárstvo*, roč. 5, s. 326-321. Dostupné na: http://www.potravinarstvo.com/dokumenty/mc_februar_2011/pdf/3/tokar.pdf.
6. TOKÁR, M. 2013. Využitie polysacharidov pri výrobe potravín s definovanými vlastnosťami. Dizertačná práca, Nitra: SPU. 148 s.
7. WANDERSLEBEN, T. - MORALES, E. - BURGOS-DÍAZ, C. - BARAHONA, T. - LABRA, E. - RUBILAR, M. - SALVO-GARRIDO, H. 2018. Enhancement of functional and nutritional properties of bread using mix of natural ingredients from novel varieties of flaxseed and lupine. *LWT - Food Science and Technology*;91: 48-54. doi: doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.029
8. ZHANG, L. - BOOM, R. - CHEN, X. - SCHUTYSER, M. 2018. Recent developments in functional bakery products and the impact of baking on active ingredients. In 21st IDS 2018- 21 st International Drying Symposium; 667-674. doi: 10.4995/IDS2018.2018.7593

Kontaktná adresa

Ing. Lucia Mikolášová, Ústav biotechnológie FBP SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: xmikolasova@uniag.sk

BETA-CASOMORPHIN-7 AND ITS OPIOID ACTIVITY BETA-KAZOMORFÍN-7 A JEHO OPIOIDNÁ AKTIVITA

Miluchová Martina, Gábor Michal, Dudášová Simona

Institute of Nutrition and Genomics, Faculty of Agrobiological Sciences, Slovak University of Agriculture in Nitra

Summary

Milk is meant to be the first and sole food for mammalian offspring, and thus is an almost complete food. It contains in a balanced form all the necessary and digestible elements for building and maintaining the human body. Milk and dairy products have been identified as one of the largest contributors of bioactive peptides among food-derived peptides. The first isolated milk-derived peptide was beta-casomorphin-7. Beta-casomorphin-7 exerts its function by binding to the μ -opioid receptors in the body. Beta-casomorphin-7, derived from A1 betacasein might have negative effects on the central nervous system, a certain relationship with sudden infant death syndrome, atherosclerosis, cardiovascular disease, insulin-dependent diabetes mellitus, autism, schizophrenia and postpartum psychosis. It may also be implicated in an additional range of auto-immune conditions.

Key words: milk, beta-casomorphins, BCM-7

INTRODUCTION

Milk as a source of opioid peptides

In many countries, milk and dairy products provide 5 – 10 % of the total calories of the daily human diet (Muehlhoff et al., 2013). Milk and dairy products have been identified as one of the largest contributors of bioactive peptides among food-derived peptides (Moller et al., 2008; Aslam et al., 2019). The total protein component of milk is composed of numerous specific proteins. Milk proteins are classified in two groups: caseins, including alpha S1 (CSN1S1), alpha S (CSN1S2), beta (CSN2) and kappa (CSN3), constitute about 80 % of the protein content of milk. The remaining approximately 20 % of milk protein content consists of whey proteins, including beta-lactoglobulin (LGB) and alpha-lactalbumin (LALBA) (Bagnicka et al., 2010; Gálik et al., 2011; Szwajkowska et al., 2011).

A major protein component of cow's milk is beta-casein (CSN2), which constitutes up to 45 % of the casein in bovine milk. The most common forms of beta-casein in dairy cattle breeds are A1 and A2 (Farrell et al., 2004; Kamiński et al., 2007; Keating et al., 2008). The beta-casein A1 variant differ from the A2 variant at position 67, where a histidine (CAT) replaces a proline (CCT). Importantly, it is the change to histidine at position 67 that has the potential to result in cleavage upon digestion and a bioactive peptide, beta-casomorphin, being liberated (Stewart et al., 1987; Damiani et al., 1992; Lien et al., 1992).

Beta-casomorphin-7

Opioids were first identified in 1975 and consist of small molecules of 5 – 80 amino acids (Hughes et al., 1975). They diffuse locally and act on another adjacent neuron in much lower concentration as compared with neurotransmitters and give a more prolonged response (Gulpinar and Yegen, 2004). Beta-casomorphin-7 (BCM-7) was first isolated as a peptide having morphine-like activity in 1979 (Brantl et al., 1979). This bioactive peptide exhibits a strong opioid activity (Kurek et al., 1992). It can be counteracted by administration of naloxone, but BCM-7 has very strong binding affinity, and ten times more naloxone is required to counteract a molecule of BCM-7 than is required to counteract a molecule of ordinary morphine (Woodford, 2008). BCM-7 has been shown to stimulate human T

lymphocyte proliferation *in vitro* (Gill et al., 2000). It also has cytomodulatory properties (Meisel and Bockelmann, 1999).

The sequence of BCM-7 corresponds to positions 60 – 66 (*Tyr-Pro-Phe-Pro-Gly-Pro-Ile*) of the bovine beta-casein amino acid sequence. This peptide has seven amino acids with the sequence *Tyr-Pro-Phe* at the N-terminus and has opiate properties within or close to the BCM-7 sequence (Kamiński et al., 2007).

In vitro the bioactive peptide BCM-7 is yielded by the successive gastrointestinal proteolytic digestion of beta-casein A1 and B (but not A2) by pepsin, pancreatic elastase, and leucine aminopeptidase (Elliott et al., 1999). Elastase cleaves the peptide bond between *Ile* and *His*, releasing the carboxyl terminus of BCM-7. Pepsin and leucine aminopeptidase are required to release the amino terminus of this peptide (Jinsmaa and Yoshikawa, 1999). Release of beta-casomorphin 7 occurs from the beta-casein variant A1, but not from variant A2, is shown in Fig. 1.

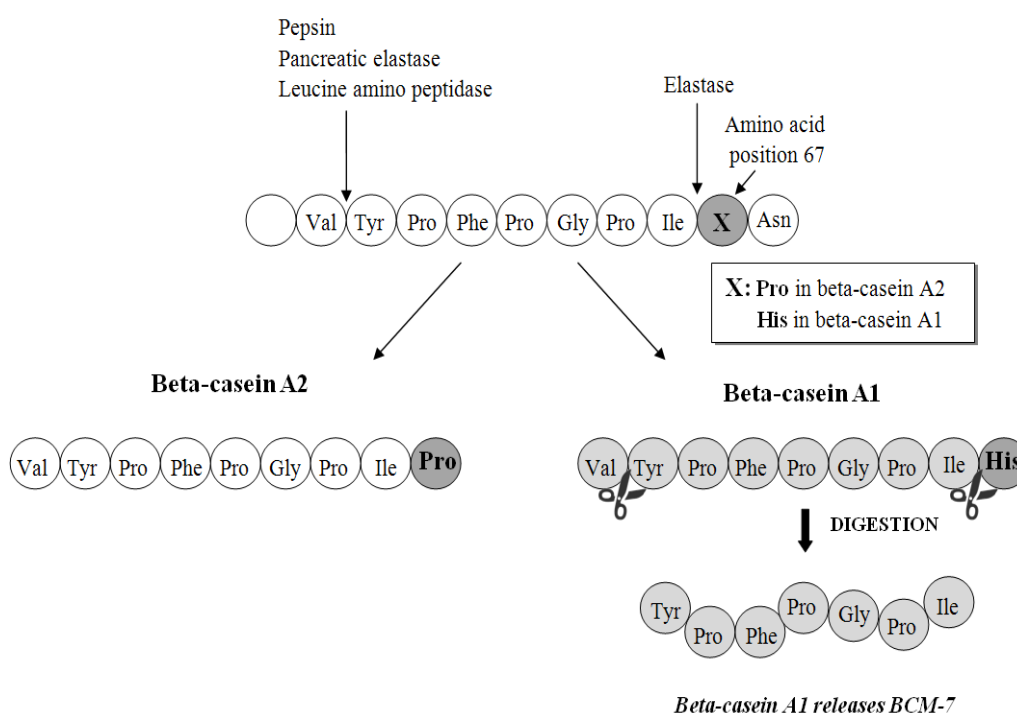


Fig. 1 Release of beta-casomorphin 7 from beta-casein variant A1 but not from A2
(according to Kamiński et al., 2007)

Mostly exogenous opioid peptides are generated in the gastrointestinal tract and are absorbed in the bloodstream. They are also known to resist breakdown by intestinal enzymes such as proteases and can cross the blood-brain barrier to interact with opiate receptors (Zioudrou et al., 1979; Tyagi et al., 2020).

Transport of opioid peptides in the blood stream

After digestion, the proteins consumed in food have been broken down into single amino acids, dipeptides, and tripeptides. These protein ‘pieces’ are actively transported across the duodenum and jejunum. In healthy adults, the absorption of peptides larger than di-tripeptides is usually highly restricted and is related to their concentration and transit speed through the gastrointestinal tract (Zong et al., 2007).

Nutrients from the gut are dissolved directly in the plasma for transport. The issue of peptide transport in the circulation is complex. Blood contains substantial peptidase enzymes activities. The half-life of certain peptides in plasma is very short, with an order of magnitude

of one minute (Gardner, 1998); angiotensin II degradation even occurs within seconds (Moskowitz, 2003). Nevertheless, peptides can also be more resistant to hydrolysis in blood because they may weakly bind to carrier proteins that can protect them (Dennis et al., 2002). Transferrin (Tf), an iron-transporting glycoprotein, also appears to be an appropriate candidate as a peptide carrier, utilising transcellular transport due to the high expression of the Tf receptor on both the brain endothelium and the gastrointestinal epithelium (Tuma and Hubbard, 2003).

Transfer of opioid peptides across the blood-brain barrier (BBB)

The BBB is a physical and metabolic barrier that separates the microenvironment of the central nervous system (CNS) from the peripheral circulation. It is located at the level of cerebral microvessel endothelial cells, which possess morphological and enzymatic properties distinct from those of capillaries from other body sections (Egleton and Davis, 1997). The anatomical site of the BBB is the endothelial wall of the microvasculature in the brain. The BBB is comprised of two membranes in a series, the luminal and abluminal membranes of the brain capillary endothelium, which are separated by about 200 nm of endothelial cytoplasm (Brightman and Reese, 1969). Some regions of the CNS do not express the classical BBB capillary endothelial cells, but have microvessels similar to those of the periphery. These areas are adjacent to the ventricles of the brain and are called the circumventricular organs (CVOs). The CVOs are involved in neurohormonal secretion and monitoring of blood composition; in these regions the capillaries are more permeable to solutes (Egleton and Davis, 1997). Due to the presence of epithelial-like, high-resistance tight junctions within the brain capillary endothelium, the intercellular pores that exist in the endothelial barriers in peripheral organs are absent in the endothelial barrier in the brain. In addition, there is minimal fluid-phase pinocytosis in brain capillary endothelium (Brightman and Reese, 1969).

The absence of paracellular or transcellular channels within the BBB means that molecules in circulation gain access to brain ISF (interstitial fluid) via only one of two mechanisms: (1) lipid-mediated free diffusion through the BBB or (2) carrier- or receptor-mediated transport (RMT) through the BBB (Reiber and Felgenhauer, 1987).

Four different peptide transport systems (PTS) have been described for the transfer of peptides across the BBB. They are referred to as PTS-1, PTS-2, PTS-3 and PTS-4. Among these four, only PTS-1 recognises opioid peptides. The substrates of PTS-1 include Tyr-MIF-1, Met-enkephalin, Leu-enkephalin, BCM-7, and dynorphin 1–8 (Ganapathy et al., 2005). Turner et al. (1998) have shown that dynorphin 1–13 can cross the BBB in normal cat hippocampus, cortex and cerebellum tissue. De Noni et al. (2009) reported the possibility that an opioid peptide, present and available in the blood, can cross the BBB.

The BBB is the principal interface between blood and the ISF that bathes synaptic connections within the parenchyma of the brain. A separate barrier system in the brain is localised to the epithelial cells of the choroid plexus, which form the blood-cerebrospinal fluid (CSF) barrier (BCSFB). The choroid plexus is the principal interface between the blood and CSF that bathes the surface of the brain. The BCSFB is leaky compared to the BBB, and all molecules in the blood enter the CSF at a rate inversely related to molecular weight (MW) (Reiber and Felgenhauer, 1987).

CONCLUSION

Food-derived peptides, depending on their absorption from the GI tract and their subsequent distribution in the body, can potentially act on different tissues and organs. However, the majority of studies to date are related to their possible effects on the GI tract, CNS and cardiovascular system. Many studies have shown that the consumption of the beta-

casein A1 in humans is associated with a higher incidence of certain diseases, such as diabetes mellitus type I and ischemic heart disease. It is assumed that this is due to the fact that during the gastrointestinal digestion of the beta-casein, A1 can be released as beta-casomorphin 7 (BCM-7).

Acknowledgements: This publication was supported by the Slovak Research and Development Agency (grant no. APVV-17-0060), Cultural and Educational Grant Agency of the Ministry of Education, Science, Research and Sport of the Slovak Republic (grant no. 012SPU-4/2019) and 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. ASLAM, H. – RUUSUNEN, A. – BERK, M. – LOUGHMAN, A. – RIVERA, L. – PASCO, J.A. – JACKA, F.N. 2020. Unravelling facets of milk derived opioid peptides: a focus on gut physiology, fractures and obesity. *Int J Food Sci Nutr*. 2020;71(1):36-49. doi: 10.1080/09637486.2019.1614540.
2. BAGNICKA, E. – STRZAŁKOWSKA, N. – JÓŹWIK, A. – KRZYŹEWSKI, J. – HORBAŃCZUK, J.O. – ZWIERZCHOWSKI, L. 2010. Defensins in farm animals, their expression and polymorphism. *Acta Biochimica Polonica* 2010;57(4):487-497.
3. BRANTL, V. – TESCHEMACHER, H. – HENSCHEN, A. – LOTTSPREICH, F. 1979. Novel opioid peptides derived from casein (beta-casomorphins). I. Isolation from bovine casein peptone. *Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie* 1979;360(9):1211-1216. doi: 10.1515/bchm2.1979.360.2.1211
4. BRIGHTMAN, M.W. – REESE, T.S. 1969. Junctions between intimately apposed cell membranes in the vertebrate brain. *Journal of Cell Biology* 1969;40(3):648-677. doi: 10.1083/jcb.40.3.648.
5. DAMIANI, G. – PILLA, F. – LEONE, P. – CACCIO, S. 1992. Direct sequencing and bidirectional allele specific polymerase chain reaction of the bovine β -casein B variant. *Animal Genetics* 1992;23(6):561-565. doi: 10.1111/j.1365-2052.1992.tb00180.x
6. DE NONI, I. – FITZGERALD, R.J. – KORHONEN, H.J.T. – LE ROUX, Y. – LIVESEY, CH.T. – THORSDOTTIR, I. – TOMÉ, D. – WITKAMP, R. 2009. Review of the potential health impact of β -casomorphins and related peptides. Report of the DATEX Working Group on β -casomorphins. *EFSA Scientific Report* 2009;231:1-107. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.231r>
7. DENNIS, M.S. – ZHANG, M. – MENG, Y.G. – KADKHODAYAN, M. – KIRCHHOFFER, D. – COMBS, D. – DAMICO, L.A. 2002. Albumin binding as a general strategy for improving the pharmacokinetics of proteins. *Journal of Biological Chemistry* 2002;277(38):35035-35043. doi: 10.1074/jbc.M205854200
8. EGLETON, R.D. – DAVIS, T.P. 1997. Bioavailability and transport of peptides and peptide drugs into the brain. *Peptides* 1997;18(9):1431-1439. doi: 10.1016/s0196-9781(97)00242-8
9. ELLIOTT, R.B. – HARRIS, D.P. – HILL, J.P. – BIBBY, N.J. – WASMUTH, H. E. 1999. Type I (insulin-dependent) diabetes mellitus and cow milk: Casein variant consumption. *Diabetologia* 1999;42(3):292-296. doi: 10.1007/s001250051153
10. FARRELL, H.M. JR. – JIMENEZ-FLOREZ, R. – BLECK, G.T. – BROWN, E.M. – BUTLER, J.E. – CREAMER, L.K. – HICKS, C.L. – HOLLAR, C.M. – NG-KWAI-HANG, K.F. – SWAISGOOD, H.E. 2004. Nomenclature of the proteins of cows' milk –

- sixth revision. *Journal of Dairy Science* 2004;87(6):1641-1674. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73319-6
11. GÁLIK, B. – ŠIMKO, M. – JURÁČEK, M. – BÍRO, D. – HORNIÁKOVÁ, E. – ROLINEC, M. – PASTIERIK, O. – KOLESÁROVÁ, A. – MAIORANO, G. – GAMBACORTA, M. – TAVANIELLO, S. – BEDNARCZYK, M. 2011. *Biotechnology and animal food quality*. Nitra : SPU, 2011. 130 p. ISBN 978-80-552-0708-7.
 12. GANAPATHY, V. – MIYAUCHI, S. 2005. Transport systems for opioid peptides in mammalian tissues. *The AAPS Journal* 2005;7(4): 852-856. doi: 10.1208/aapsj070482
 13. GARDNER, J. – ROTHWELL, N. – LUHESHI, G. 1998. Leptin affects food intake via CRF-receptor-mediated pathways. *Nature Neuroscience* 1998;1(2):103. doi: 10.1038/353
 14. GILL, H. S. – DOULL, F. – RUTHERFURD, K.J. – CROSS, M. L. 2000. Immunoregulatory peptides in bovine milk. *British Journal of Nutrition* 2000;84(S1):111-117. doi: <https://doi.org/10.1017/S0007114500002336>
 15. GULPINAR, M.A. – YEGEN, B.C. 2004. The Physiology of Learning and Memory: Role of Peptides and Stress. *Curr. ProteinPept. Sci.* 2004;5(6):457–473. doi: 10.2174/1389203043379341
 16. HUGHES, J. – SMITH, T. – KOSTERLITZ, H. – FOTHERGILL, L.A. – MORGAN, B. – MORRIS, H. 1975. Identification of two related pentapeptides from the brain with potent opiate agonist activity. *Nature* 1975;258(5536):577-580. doi: 10.1038/258577a0
 17. JINSMAA, Y. – YOSHIKAWA, M. 1999. Enzymatic release of neocasomorphin and beta-casomorphin from bovine beta-casein. *Peptides* 1999;20(8):957-962. doi: 10.1016/s0196-9781(99)00088-1
 18. KAMIŃSKI, S. – CIEŚLIŃSKA, A. – KOSTYRA, E. 2007. Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health. *Journal of Applied Genetics* 2007;48(3):189-198. doi: 10.1007/BF03195213
 19. KEATING, A. F. – SMITH, T. J. – ROSS, R. P. – CAIRNS, M. T. 2008. A note on the evaluation of a beta-casein variant in bovine breeds by allele-specific PCR and relevance to β -casomorphin. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 2008;47: 99–104.
 20. KUREK, M. – PRZYBILLA, B. – HERMANN, K. – RING, J. 1992. A naturally occurring opioid peptide from cow's milk, beta-casomorphine-7, is a direct histamine releaser in man. *International Archives of Allergy and Immunology* 1992;97(2):115-120. doi: 10.1159/000236106
 21. LIEN, S. – ALESTROM, P. – KLUNGLAND, H. – ROGNE, S. 1992. Detection of multiple β -casein alleles by amplification created restriction sites (ACRS). *Animal Genetics* 1992;23:333-338. doi: 10.1111/j.1365-2052.1992.tb00155.x
 22. MEISEL, H. – BOCKELMANN, W. 1999. Bioactive peptides encrypted in milk proteins: proteolytic activation and thropho-functional properties. *Antonie Van Leeuwenhoek* 1999; 76:207-215. doi: 10.1023/A:1002063805780
 23. MOLLER, N.P. – SCHOLZ-AHRENS K.E. – ROOS, N. – SCHREZENMEIR, J. 2008. Bioactive peptides and proteins from foods: indication for health effects. *Eur J Nutr* 2008;47(4):171-182. doi: 10.1007/s00394-008-0710-2
 24. MOSKOWITZ, D.W. 2003. Pathophysiologic Implications of Angiotensin I-Converting Enzyme as a mechanosensor: Diabetes. *Diabetes Technology & Therapeutics* 2003;5(2):189-199. doi: 10.1089/152091503321827858
 25. MUEHLHOFF, E. – BENNETT, A. – MCMAHON, D. 2013. *Milk and dairy product in human nutrition*. Rome : FAO, 377 p. ISBN 978-92-5-107864-8.
 26. REIBER, H. – FELGENHAUER, K. 1987. Protein transfer at the blood cerebrospinal fluid barrier and the quantitation of the humoral immune response within the central

- nervous system. *Clinica Chimica Acta* 1987;163(3):319-328. doi: 10.1016/0009-8981(87)90250-6
27. STEWART, A.F. – BONsing, J. – BEATTIE, C.W. – SHAH, F. – WILLIS, I.M. – MACKINLEY, A.G. 1987. Complete nucleotide sequences of bovine α s2- and β -casein cDNAs: comparison with related sequences in other species. *Molecular Biology and Evolution* 1987;4(3):231-241. doi: 10.1093/oxfordjournals.molbev.a040437
28. SZWAJKOWSKA, M. – WOLANCIUK, A. – BARŁOWSKA, J. – KRÓL, J. – LITWIŃCZUK, Z. 2011. Bovine milk proteins as the source of bioactive peptides influencing the consumers' immune system. *Animal Science Paper and Reports* 2011;29(4):269-280.
29. TUMA, P.L. – HUBBARD, A. 2003. Transcytosis: Crossing Cellular Barriers. *Physiological Reviews* 2003;83(3):871-932. doi: 10.1152/physrev.00001.2003
30. TURNER, T.D. – BROWNING, J.L. – WIDMAYER, M.A. – BASKIN, D.S. 1998. Penetration of dynorphin 1–13 across the blood-brain barrier. *Neuropeptides* 1998;32(2):141-149. doi: 10.1016/s0143-4179(98)90029-4
31. TYAGI, A. – DALIRI, E.B. – KWAMI OFOSU, F. – YEON, S.J. – OH, D.H. 2020. Food-Derived Opioid Peptides in Human Health: A Review. *Int J Mol Sci*. 2020;21(22):8825. doi:10.3390/ijms21228825
32. WOODFORD, K. 2008. *A1 Beta-casein, Type 1 Diabetes and Links to other Modern Illnesses*. International Diabetes Federation Western Pacific Congress, Wellington, 2 April 2008. pp. 1–20.
33. ZIOUDROU, C. – STREATY, R.A. – KLEE, W.A. Opioid peptides derived from food proteins. The exorphins. *J. Biol. Chem.* 1979;254(7):2446–2449.
34. ZONG, Y.F. – CHEN, W.H. – ZHANG, Y.S. – ZOU, S.X. 2007. Effects of intra-gastric beta-casomorphin-7 on somatostatin and gastrin gene expression in rat gastric mucosa. *World Journal of Gastroenterology* 2007;13(14):2094-2099. doi: 10.3748/wjg.v13.i14.2094

Corresponding address

doc. Ing. Martina Miluchová, PhD., Institute of Nutrition and Genomics FAFR SUA in Nitra, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, e-mail: martina.miluchova@uniag.sk; martina.miluchova@centrum.sk

PREVALENCE OF THE *RS1801133* POLYMORPHISM OF THE *MTHFR* GENE IN A SELECTED COHORT OF AN YOUNG ADULTS PREVALENCIA POLYMORFIZMU *RS1801133* GÉNU *MTHFR* VO VYBRANEJ SKUPINE MLADÝCH DOSPELÝCH

Miluchová Martina, Gábor Michal, Dudášová Simona

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

Summary

Obesity is associated with clear health risks, including cardiovascular diseases, diabetes, and cancer. Obesity is a multifactorial disease involves environmental and genetic factors, including the *MTHFR* gene encodes the vitamin-dependent enzyme, methylenetetrahydrofolate reductase. Common polymorphisms of the methylenetetrahydrofolate reductase (*MTHFR*) have been linked to obesity in some populations. One of these genetic variants (*rs1801133*) has been related to an increased risk of obesity. This report aimed to evaluate genetic polymorphism and genetics structure of *MTHFR* gene for SNP *rs1801133*. The target group consisted of 73 students from SPU in Nitra. Genomic DNA was isolated from the buccal swabs using a commercial kit Qiagen DNA Mini Kit and used in order to estimate *MTHFR rs1801133* genotypes by PCR-RFLP method. In the population included in the study were detected homozygote genotype CC (34.25 %), heterozygote genotype CT (54.79 %) and homozygote genotype TT (10.96 %). Therefore allele C (61.64 %) dominated above the allele T (38.36 %). Our results indicate a superiority of CT genotype and C allele for the *MTHFR* (SNP *rs1801133*) gene in the tested population. The homozygous genotype TT, which increase risk of overweight/obesity, was the least represented.

Key words: obesity, *MTHFR* gene, SNP *rs1801133*, PCR-RFLP

INTRODUCTION

Obesity is explained as the complex disorder amongst which excess fat has been deposited in the human body, which significantly increases the morbidity and mortality (Mozafarizadeh et al., 2019). Central obesity is a major contributor to the development of metabolic diseases such as hypertension, atherosclerosis, type 2 *diabetes mellitus* (T2DM), metabolic syndrome (MetS), cancer and cardiovascular diseases (Di Renzo et al., 2006; Sultana et al., 2020) affecting the whole population irrespective of age, gender and ethnic group (Lewis et al., 2008). A several number of genes are associated with obesity and fat mass include the methylenetetrahydrofolate reductase gene (*MTHFR*), located in 1p36.3, of which the *rs1801133* polymorphism (677C>T; A222V) is the most common and majorly studied (Leal-Ugarte et al., 2019).

Methylenetetrahydrofolate reductase (*MTHFR*) is a key rate-limiting enzyme accounting for the conversion of 5,10-methylenetetrahydrofolate to 5-methyltetrahydrofolate, which serves as a crucial enzymatic process in the remethylation of homocysteine (*Hcy*) to methionine and maintains the normal levels of *Hcy* in the body. *MTHFR* activity is modulated by common polymorphism in the *MTHFR* gene, the C to T substitution at position 677 (alanine to valine), that encodes for a thermolabile variant with a reduced enzymatic function (Frosst et al., 1995; Di Renzo et al., 2006; Fu et al., 2019), which leads to reduced folate level and elevated plasma *Hcy* level (Frosst et al., 1995; Pereira et al., 2004). An increased plasma *Hcy* level has consistently been shown to be an independent risk factor for several chronic

disease including cardio-vascular disorders, colorectal cancer, and risk of neural tube defects in several meta-analyses (Boushey et al., 1995; Ueland et al., 2000).

The homozygous MTHFR 677TT genotype is associated with a reduction in the availability of folate, high homocysteine levels, reduced enzyme activity, and thermolabile enzyme (Frosst et al., 1995; Leal-Ugarte et al., 2019). Previous epidemiological studies have indicated that Hcy concentration and folate level were associated with an enhanced risk of overweight/obesity (Jacques et al., 2001; Marchesini et al., 2002; Martos et al., 2006).

MATERIAL AND METHODOLOGY

The target group consisted of 73 students from SPU in Nitra. Genomic DNA was isolated from the buccal swabs using a commercial kit Qiagen DNA Mini Kit (Qiagen). The concentration and purity of DNA was measured using a spectrophotometer NanoPhotometer™ (Implen GmbH). All DNA samples were stored at -20°C.

MTHFR selected single nucleotide polymorphism *rs1801133* was performed by PCR-RFLP analysis described by Deeparani et al. (2009). The PCR reactions were optimized on a thermocycler C1000™ (Biorad) in total volume 25 µl containing 50 ng DNA, 1.5 U Taq polymerase (Thermo Scientific), 1X PCR buffer (750 mM Tris-HCl, pH 8.8, 200 mM (NH₄)₂SO₄, 0.1% Tween 20), 2 mM MgCl₂, 200 µM dNTP, 5 pM of each primer. The following amplification parameters were applied: 95°C for 3 minutes followed by 30 cycles: 95 °C for 10 seconds, 54 °C for 20 seconds, 72 °C for 30 seconds. The reaction was completed by the final synthesis: 72 °C for 5 minutes.

After PCR reaction was finalized the genotyping of samples was carried out by RFLP analysis. The PCR products of 198 bp were digested with 5 units of the *HinfI* restriction enzyme (Thermo Scientific). Restriction digestion fragments were loaded on 3 % agarose gel (Invitrogen) containing GelRed™ (Biotium) in 1 × SB buffer (Brody and Kern, 2004) at 180 V for 15 minutes. Then the gels were analyzed with the UV rays and a documentary system Olympus C-7070 was used to record the results.

Based on molecular genetics analyses we established genotype structure for *MTHFR* gene and calculated allelic frequencies. Significance of differences between experimental and theoretically expected frequencies of genotypes we verified with χ^2 -test. Effectiveness of allele incidence was evaluated with following parameters: expected heterozygosity (H_{exp}), observed heterozygosity (H_{obs}), polymorphism information content (PIC), expected homozygosity (E), effective number of alleles (N_e), level of possible variability realisation (V%).

RESULTS AND DISCUSSION

The *MTHFR* genotypes of analysed population were determined by using PCR-RFLP method with the following separation of alleles specific fragments in 3 % agarose gel (Fig.1).



Fig. 1 Illustration of *MTHFR* rs1801133 genotypes on agarose gels

1, 7 – DNA ladder 100 bp (Fermentas); 2, 6, – genotype CT (198 bp, 175 bp, 23 bp);
3, 5 – genotype CC (198 bp); 4 – genotype TT (175 bp, 23 bp).

In the total population included in the study were detected all three genotypes, homozygote genotype TT (16 individuals), heterozygote genotype CT (34 individuals) and homozygote genotype CC (23 individuals). In the total population heterozygotes CT – 0.5479 were the most frequent, while homozygotes TT – 0.1096 were the least frequent ones. This suggests slight a superiority of allele C (0.6164). Detailed frequencies of genotypes and alleles are presented in Tab. 1.

Tab. 1 Genotype and allele frequencies of *MTHFR* rs1801133

LOCUS	GENOTYPE FREQUENCIES			ALLELIC FREQUENCIES		χ^2 d.f.=2	P
	CC	CT	TT	C	T		
<i>MTHFR</i> <i>rs1801133</i>	0.3425	0.5479	0.1096	0.6164	0.3836	1.840	0.3985

Genetic equilibrium of analysed population was evaluated on the base χ^2 -test. In the total population included in the study non-significant differences in frequencies of genotypes were found for *MTHFR* gene.

The expected homozygosity for gene *MTHFR* is in the population stated a slight increase in homozygosity (0.5271). This caused a slight decrease in the level of possible variability realization (47.95 %), which corresponds to the effective number of alleles (1.8972). The population genetic indices for *MTHFR* gene in population presented Tab. 2.

Tab. 2 The population genetic indices for *MTHFR* gene in analysed population

Locus	Alleles	He _{obs}	He _{exp}	PIC	E	Ne	V %
<i>MTHFR</i> <i>rs1801133</i>	C; T	0.5479	0.4077	0.2959	0.5271	1.8972	47.95

The mutant *MTHFR* 677T allele is associated with reduced folate availability (Frosst et al., 1995) and the increased plasma Hcy (Fu et al., 2019; Zaghloul et al., 2019), and is considered risk allele. Several studies suggested that *MTHFR* 677T allele has been linked with overweight/obesity risk, dyslipidemias, and diabetes in several populations (Lambrinouadaki et al., 2008; Tavakkoly-Bazzaz et al., 2010; Liu et al., 2017). In our analyzed population was a superiority of allele C (61.64 %) over allele T (38.36 %). The distribution of *MTHFR* C677T varies amongst different geographical regions and ethnicities. It has been reported that the distribution of T alleles is the highest amongst the European population (24.5

%–43.8 %), followed by the Asian population (2.5%–36 %) and African population (4.9 %–9.1 %) (Botto and Yang, 2000). We detected that risk TT genotype was least represented. In tested population was predominated heterozygote genotype CT for *MTHFR rs1801133* marker with frequency of occurrence to 54.79 %. Our data correspond with results referred by other authors. Considerable a predominance of heterozygote genotype CT and least occurrence of genotype TT found Terruzi et al. (2007) in Italian population, Bokor et al. (2011) in France population, Chedraui et al. (2016) in population of Ecuador and Shen et al. (2016) in Canadian population. Frosst et al. (1995) suggest that *MTHFR* 677TT genotype is associated with reduced folate availability. Many authors agree that *MTHFR* 677TT genotype is associated with mildly higher elevations of plasma homocysteine than the wild type (CC) and heterozygous genotypes (Frosst et al., 1995; Pereira et al., 2004; Fu et al., 2019; Zaghloul et al., 2019; Song et al., 2020). Moreover, Song et al. (2020) suggest that *MTHFR* 677CT genotype, *MTHFR* 677TT genotype, smoking, family history of hypertension, Hcy, and triglycerides were independent risk factors for the severity of hypertension. Other studies indicate that the *MTHFR* 677T allele and *MTHFR* 677TT genotype leads to the susceptibility of obesity (Lewis et al., 2008; Fu et al., 2019).

CONCLUSION

Obesity has a multifactorial origin of disease that involves environmental and genetic factors. It is the elucidation of the role of genes that affect cardiovascular health and their association with obesity that may be an important approach to prevent obesity for all population groups. The homozygous genotype *MTHFR* 677TT, which is associated with several chronic diseases and an increase risk of overweight/obesity, was the least represented in our tested population. The detection of genetic polymorphisms in metabolic markers that have caused overweight / obesity could be of great importance in providing more effective intervention programs to reduce the incidence of obesity.

Acknowledgments: This publication was created thanks to support under the Operational Programme Integrated Infrastructure for the project: Long-term strategic research of prevention, intervention and mechanisms of obesity and its comorbidities, IMTS: 313011V344, co-financed by the European Regional Development Fund.

REFERENCES

1. BOKOR, S. – MEIRHAEGHE, A. – RUIZ, J.R. – ZACCARIA, M. – WIDHALM, K. – GONZALEZ-GROSS, M. – AMOUYEL, P. – MORENO, L.A. – MOLNÁR, D. – DALLONGEVILLE J. – on behalf of the HELENA Study group. 2011. Common polymorphisms in six genes of the methyl group metabolism pathway and obesity in European adolescents. *International Journal of Pediatric Obesity* 2011;6(3):336-344. doi: 10.3109/17477166.2010.500386
2. BOTTO, L.D. – YANG, Q. 2000. 5, 10-methylenetetrahydrofolate reductase gene variants and congenital anomalies: a huge review. *American Journal of Epidemiology* 2000;151(9):862–877. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a010290
3. BRODY, R.J. – KERN, S.E. 2004. Sodium boric acid: a Tris-free, cooler conductive medium for DNA electrophoresis. *Biotechniq* 2004;36:214-216. doi: 10.2144/04362BM02
4. DEEPARANI, T. – RADHAKRISHNA PILLAI, M. – ELAVAZHAGAN, T. 2009. Detection of *MTHFR* C677T and A1298C Gene Polymorphism in Congenital Heart Disease. *Middle-East Journal of Scientific Research* 2009;4(2):127-132.

5. DI RENZO, L. – BIGIONI, M.F. – BOTTINI, G. – DEL GOBBO, V. – PREMROV, M.G. – CIANCI, R. – DE LORENZO, A. 2006. Normal Weight Obese syndrome: role of single nucleotide polymorphism of IL-15Ralpha and MTHFR677C→T genes in the relationship between body composition and resting metabolic rate. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* 2006;10:235-245.
6. FROSST, P. – BLOM, H.J. – MILOS, R. – GOYETTE, P. – SHEPPARD, C.A. – MATTHEWS, R.G. – BOERS, G.J. – DEN HEIJER, M. – KLUIJTMANS, L.A. – VAN DEN HEUVEL, L.P. – ROZEN, R. 1995. A candidate genetic risk factor for vascular disease: a common mutation in methylenetetrahydrofolate reductase. *Nature Genetics* 1995;10:111-113. doi:10.1038/ng0595-111
7. FU, L. – LI, Y. – LUO, D. – DENG, S. – HU, Y. 2019. Plausible relationship between homocysteine and obesity risk via MTHFR gene: a meta-analysis of 38,317 individuals implementing Mendelian Randomization Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity. *Targets and Therapy* 2019;12:1201-1212. doi: 10.2147/DMSO.S205379
8. CHEDRAUI, P., – PEREZ-LOPEZ, F.R. – ESCOBAR, G.S. – ESPINOZA-CAICEDO, J.A. – MONTT-GUEVARA, M. – GENAZZANI, A.R. – SIMONCINI, T. – Research Group for the Omega Women's Health Project. 2016. Polymorphisms of the FTO and MTHFR genes and vascular, inflammatory and metabolic marker levels in postmenopausal women. *J Endocrinol Invest.* 2016;39(8):885–890. doi:10.1007/s40618-016-0443-7
9. JACQUES, P.F. – BOSTOM, A.G. – WILSON, P.W. – RICH, S. – ROSENBERG, I.H. – SELHUB, J. 2001. Determinants of plasma total homocysteine concentration in the Framingham Offspring cohort. *Am J Clin Nutr* 2001;73(3):613–621. doi:10.1093/ajcn/73.3.613
10. KUPCINSKIENE, K. – MURNIKOVAITE, M. – VARKALAITIS, G. – JUZENAS, S. – TREPENAITIS, D. – PETEREIT, R. – MALECKAS, A. – KUPCINSKAS, J. – MACAS, A. 2016. Thrombosis related ABO, F5, MTHFR, and FGG gene polymorphisms in morbidly obese patients. *Dis Markers.* 2016;2016:7853424. doi:10.1155/2016/7853424
11. LAMBRINOUDAKI, I. – KAPAROS, G. – PAPADIMITRIOU, D. – SERGENTANIS, T.N. – CREATSA, M. – ALEXANDROU, A. LOGOTHETIS, E. – CHRISTODOULAKOS, G. – KOUSKOUN, E. 2008. Methylene - tetrahydrofolate reductase C677T polymorphism is associated with central adiposity and increased androgenicity in healthy postmenopausal women. *Eur J Endocrinol* 2008;159: 233–41. doi: 10.1530/EJE-07-0848
12. LEAL-UGARTE, E. – PERALTA-LEAL, V. – MEZA-ESPINOZA, J.P. – DURÁN-GONZÁLEZ, J. – MACÍAS-GÓMEZ, N. – BOCANEGRA-ALONSO, A. – LARA-RAMOS, J.R. 2019. Association of the MTHFR 677c>t polymorphism with obesity and biochemical variables in a young population of Mexico. *J Med Biochem* 2019;38:461–467. doi: 10.2478/jomb-2018-0046
13. LEWIS, S. J. – LAWLOR, D.A. – NORDESTGAARD, B.G. – TYBJÆRG-HANSEN, A. – EBRAHIM, S. – ZACHO, J. – NESS, A. – LEARY, S. – SMITH, G.D. 2008. The methylenetetrahydrofolate reductase C677T genotype and the risk of obesity in three large population-based cohorts. *European Journal of Endocrinology* 2008;159:35-40. doi: 10.1530/EJE-08-0056
14. LIU, Y. – LI, K. – VENNERS, S.A. – HSU, Y.H. – JIANG, S. – WEINSTOCK, J. – WANG, B. – TANG, G. – XU, X. 2017. Individual and joint associations of methylene - tetrahydrofolate reductase C677T genotype and plasma homocysteine with dyslipidemia in a Chinese population with hypertension. *Clin Appl Thromb Hemost* 2017;23: 287–93. doi: 10.1177/1076029615609686

15. MARCHESINI, G. – MANINI, R. – BIANCHI, G. – SASSI, S. – NATALE, S. – CHIERICI, S. – VISANI, F. – BARALDI, L. – FORLANI, G. – MELCHIONDA, N. 2002. Homocysteine and psychological traits: a study in obesity. *Nutrition* 2002;18(5):403-407. doi: 10.1016/s0899-9007(01)00803-6
16. MARTOS, R. – VALLE, M. – MORALES, R. – CANETE, R. – GAVILAN, M.I. – SANCHEZ-MARGALET V. 2006. Hyperhomocysteinemia correlates with insulin resistance and low-grade systemic inflammation in obese prepubertal children. *Metabolism* 2006;55(1):72–77. doi:10.1016/j.metabol.2005.07.008
17. MOZAFARIZADEH, M. – MOHAMMADI, M. – SADEGHI, S. – HADIZADEH, M. – TALEBZADE, T. – HOUSHMAND, M. 2019. Evaluation of FTO rs9939609 and MC4R rs17782313 polymorphisms as prognostic biomarkers of obesity: a population-based crosssectional study. *Oman Med J* 2019;34(1):56-62. doi: 10.5001/omj.2019.09.
18. PEREIRA, A.C. – SCHETTERT, I.T. – MORANDINI FILHO, A.A. – GUERRA-SHINOHARA, E.M. – KRIEGER, J.E. 2004. Methylenetetrahydrofolate reductase (MTHFR) c677t gene variant modulates the homocysteine folate correlation in a mild folate deficient population. *Clin Chim Acta* 2004;340(1–2):99-105. doi: 10.1016/j.cccn.2003.09.016
19. SONG, J. – HOU, J. – ZHAO, Q. – LIU, X. – GUO, Q. – YIN, D. – SONG, Y. – LI, X. – WANG, S. – WANG, X. – DUAN, J. 2020. Polymorphism of MTHFR C677T Gene and the Associations with the Severity of Essential Hypertension in Northern Chinese Population. *International Journal of Hypertension* 2020;2020:1878917. doi: 10.1155/2020/1878917
20. SULTANA, T. – IFTIKHAR, IZA. – SULTANA, S. – AL-GHANIM, K.A. – AL-MISNED, F. – SHAHID, T. – MAHBOOB, S. 2020. C677T genotypes in methyltetrahydrofolate reductase gene in student obesity. *Journal of King Saud University – Science* 2020;32(1):920-923. doi: 10.1016/j.jksus.2019.05.009
21. TAVAKKOLY-BAZZAZ, J. – SHOJAPOOR, M. – NAZEM, H. – AMIRI, P. – FAKHRZADEH, H. – HESHMAT, R. – PARVIZI, M. – HASANI RANJBAR, S. – AMOLI, M.M. 2010. Methylenetetra -hydrofolate reductase gene polymorphism in diabetes and obesity. *Mol Biol Rep* 2010;37(1):105-109. doi: 10.1007/s11033-009-9545-z
22. TERRUZZI, I. – SENESI, P. – FERMO, I. – LATTUADA, G. – LUZI, L. 2007. Are genetic variants of the methyl group metabolism enzymes risk factors predisposing to obesity? *J Endocrinol Invest* 2007;30(9):747-753. doi:10.1007/BF03350812
23. UELAND, P.M. – REFSUM, H. – BERESFORD, S.A. – VOLLSET, S.E. 2000. The controversy over homocysteine and cardiovascular risk. *Am J Clin Nutr* 2000;72(2):324-32. doi: 10.1093/ajcn/72.2.324
24. ZAGHLOUL, A. – IORGOVEANU, C. – DESAI, A. – BALAKUMARAN, K. – CHEN, K. 2019. Methylenetetrahydrofolate reductase polymorphism and premature coronary artery disease. *Cureus* 2019;11(6):e5014. doi: 10.7759/cureus.5014.

Corresponding address

doc. Ing. Martina Miluchová, PhD., Institute of Nutrition and Genomics FAFR SUA in Nitra, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, e-mail: martina.miluchova@uniag.sk; martina.miluchova@centrum.sk

ZMENA ŽIVOTNÉHO ŠTÝLU A ÚSPEŠNOSŤ LIEČBY ODVYKANIA OD FAJČENIA V DOSPELEJ POPULÁCIÍ LIFESTYLE CHANGE AND THE SUCCESS OF SMOKING CESSATION TREATMENT IN THE ADULT POPULATION

Mrázová Jana¹, Lesová Patrícia¹, Kopčecová Jana¹, Kolesárová Anna², Gažarová Martina¹, Lenártová Petra¹, Habánová Marta¹

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

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

Summary

Tobacco smoking is considered to be one of the most serious problems in the world today. This smoking habit is a significant risk factor that can trigger many health complications and is therefore associated with recommendations for their prevention. The most important role in the process of quitting smoking is played by the motivation, which is the same for most smokers to improve their health and lifestyle, as well as the financial costs associated with smoking. The aim of the research was to evaluate the success of smoking cessation treatment in the adult population and to monitor their lifestyle changes. Based on the survey made, there was obtained the necessary information to evaluate the reasons and motivation to start as well as quit smoking among respondents and evaluate their success in the treatment of smoking cessation. The evaluation of the answers provided by the questionnaire form in 122 respondents of various age categories, with a higher proportion of women 54.9% than men 45.1%. The reason for starting smoking in most respondents was the influence of peers in 73.7%, others stated the reason for interest and desire to smoke (18%), and for 16.4% of respondents, the main stimulus was stress conditions/employment. As many as 38.6% of respondents reported starting smoking at the age of 16 – 19. Most respondents to the survey were aged 18 – 25 (55.7%), with up to 34.4% women. According to the achieved education, the survey consisted of 47.5% of smokers of secondary education with a high school diploma. Another criterion was the treatment itself, where 68% underwent non-pharmacological treatment, 21.3% received psychological treatment and only 10.7 % received pharmacological treatment. During smoking, respondents most often reported associated health complications cough (32%), difficulty breathing (16.4%), and tooth decay (14%). Side effects during smoking cessation of respondents included nervousness (41.8%), hunger (25.4%), stress (24.6%), and fatigue (18.9%). Significant statistical differences were observed in the change in eating habits during smoking cessation between women and men ($P < 0,05$). Based on the results, was concluded that the observed group of respondents started smoking at a young age and only 48.4 % did not return to smoking again, which means that respondents are informed about the consequences of smoking on the body, but continue to smoke habit.

Key words: smoking, smoking cessation, treatment, nicotine.

ÚVOD

Fajčenie je jedným zo závažných celosvetových problémov v súčasnosti. Jeho nežiadúce účinky pre ľudské zdravie sú dnes vedecky dokázané. Zo zdravotného hľadiska predstavujú fajčiari rizikovú skupinu obyvateľstva, ktorá vyžaduje zvýšenú zdravotnú starostlivosť a pomoc na odstránenie vzniknutého návyku a fajčenia (Novák, 2012).

Podľa Centra pre kontrolu a prevenciu chorôb, fajčenie tabaku zvyšuje riziko úmrtia po všetkých stránkach, ktoré súvisia s užívaním tabaku. Fajčenie ako také, ovplyvňuje dýchací systém, obehový systém, reprodukčný systém, pokožku, oči a zvyšuje riziko mnohých druhov rakoviny (Gaudiani, 2018). Medzi najčastejšie druhy karcinómu podmienené fajčením patria:

rakovina dýchacích ciest, pažeráku, žalúdka, obličiek a močového mechúra (Myers et al., 2020).

Cigaretový dym aktívneho fajčiara obsahuje 8 % dechtu a 92 % plyných zložiek. Dôkazy o tom, že aktívne fajčenie je rizikovým faktorom pre kardiovaskulárne choroby a hlavnou príčinou úmrtí, ktorým sa dá predísť sú preukazné. Vystavenie pasívnemu cigaretovému dymu má však tiež značné nepriaznivé účinky na vaskulárnu homeostázu, pričom väčšina z týchto účinkov sa vyznačuje rýchlym nástupom (Vani et al., 2015).

Väčšina jedincov, ktorí fajčia v dospelosti začali s fajčením už ako adolescenti. Skúsenosti s fajčením od mladosti a aktívne fajčenie sa spája s vyšším rizikom pravidelného fajčenia. V spojitosti s touto skutočnosťou sa uskutočnila v rokoch 2009 – 2010 štúdia na Slovensku, ktorá potvrdila vysokú prevalenciu fajčenia u detí vo veku 13 – 15 rokov (Buková, 2018). Na základe obsahovej analýzy viac ako 200 štúdií sa formulovali štyri oblasti faktorov, ktoré podmieňujú vznik fajčiarskeho návyku: sociálno-demografické, environmentálne, behaviorálne faktory a osobné faktory. K rizikovým faktorom na strane adolescenta, teda k osobným faktorom patria napr. stres, depresia, nízka sebaúcta či pozitívne postoje k fajčeniu (Bačíková et al., 2016). Podľa Orosovej et al. (2007), sú definované rizikové faktory fajčenia adolescentov na úrovni individuálnej, rodinnej, rovesníckej a komunitnej.

Začiatok fajčenia ovplyvňuje silný preventívny vplyv, pozitívny príklad v rodine, kde sa nefajčí, dostupnosť poznatkov a informácií o škodlivosti fajčenia, ktoré mladý človek dokáže akceptovať. S ohľadom na prevenciu závažných ochorení by mali byť najmä mladí ľudia dobre informovaní o celospoločenskom programe boja proti fajčeniu so všetkými rizikami vyplývajúcimi z fajčenia (Berandič et al., 2008). Medzi nefarmakologické stratégie a postupy na odvykanie patria poradenské intervencie, ktoré poskytujú motiváciu vedúcu k ukončeniu fajčenia, podporu zvyšovania zručností pri riešení problémov a zvládání problémov s fajčením (Chamberlain et al., 2017).

Cieľom prieskumu bolo na základe informácií, ktoré sme získali vyhodnotením dotazníka zhodnotiť zmeny životného štýlu a úspešnosť liečby odvykania od fajčenia v dospeljej populácii.

MATERIÁL A METÓDY

Do prieskumu sa zapojilo 122 respondentov, pričom 54,9 % tvorili ženy a 45,1 % muži. Najpočetnejšiu skupinu žien tvorili slobodné (76,1 %), ostatné boli vydaté (22,4 %) a zvyšok tvorili dôchodkyne (1,5 %). Skupina mužov bola taktiež zastúpená vysokým počtom slobodných (78,2 %), ďalej nasledovala skupina ženatých (20 %) a skupina dôchodcov (1,8 %).

Dotazník tvorili uzavreté otázky, ako aj s možnosťou dopísania odpovede. Prvá časť dotazníka bola zameraná na osobnú anamnézu – pohlavie, vek, bydlisko, vzdelanie a sociálny status. Druhá časť dotazníka bola zameraná na vek začiatku fajčenia respondentov, dôvody fajčenia, frekvenciu fajčenia a zdravotné komplikácie respondentov. V tretej časti dotazníka sme spracovali otázky zamerané na rozhodnutia ukončenia fajčenia respondentov. Liečbu, ktorú podstúpili pri odvykaní, výskyt vedľajších príznakov počas odvykania a na zmenu stravovacích návykov, životného štýlu a pohybovej aktivity pri odvykaní od fajčenia.

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

Na sledovanom prieskume sa zúčastnili ženy aj muži vo veku od 18 do 41 a viac rokov. Najväčšie zastúpenie v súbore predstavovali fajčiari vo veku 18 – 25 rokov (55,7 %) a najmenšie zastúpenie fajčiarov boli vo veku 26 – 30 rokov (10,7 %). Percentuálne zastúpenie respondentov podľa pohlavia a veku uvádzame v tab.1.

V sledovanom súbore osôb sme zistili najvyšší podiel fajčiarov so stredoškolským vzdelaním s maturitou (47,5 %). Ďalšiu skupinu fajčiarov (31,1 %) tvorili respondenti s ukončeným vysokoškolským vzdelaním I. stupňa a 16,4 % respondentov s vysokoškolským vzdelaním II. stupňa.

Tab. 1 Percentuálne zastúpenie respondentov podľa veku a pohlavia

	ŽENY (%)	MUŽI (%)	SPOLU (%)
18 – 25 rokov	34,42	21,31	55,7
26 – 30 rokov	2,45	8,19	10,7
31 – 40 rokov	4,91	7,37	12,3
41 a viac rokov	11,47	9,83	21,3

Výsledky projektu európskych školských prieskumov o alkohole a iných drogách (ESPAD) z roku 2015 uvádzajú, že najvyššia miera prevalencie fajčenia u študentov bola zistená v Českej republike (66 %), za ktorou nasledovala Litva (65 %), Chorvátsko a Slovensko (62 %). Najnižšiu mieru fajčenia zaznamenali na Islande (16 %), v Nórsku (28 %) a na Malte (29 %) (ESPAD, 2017).

V hodnotenom súbore respondentov tvorilo až 44 % študentov a ostatní pracovali (43 %) alebo boli nezamestnaní (13 %). Vyšší výskyt fajčiarov pochádza z mesta (57,4 %), avšak Doogan et al. (2017) konštatuje, že vidiecky život sa javí ako dôležitý rizikový faktor fajčenia mladých ľudí. Dôvody začiatku fajčenia respondenti uvádzajú rôznorodé. Až 73,7 % uviedlo, že začiatok ich fajčenia bol podmienený vplyvom rovesníkov v mladšom veku, 18 % uviedlo zvedavosť a záujem o fajčenie, ďalší uviedli ako hlavný dôvod stres v práci a rodine (16,4 %).

Fajčenie cigariet v detstve a dospievaní spôsobuje medzi mladými ľuďmi značné zdravotné problémy vrátane zvyšovania počtu a závažnosti respiračných ochorení, znižovania fyzickej zdatnosti a možných účinkov na rast a funkciu pľúc. Dôležité je, že v mladom veku nastáva závislosť od fajčenia, ktorá často trvá až do dospelosti. Medzi dospelými, ktorí niekedy fajčili, až 87 % vyskúšalo svoju prvú cigaretu do veku 18 rokov (American Lung Association, 2020). Na základe získaných informácií sme upriamili pozornosť aj na vek respondentov, v ktorom začali fajčiť. Prevažna respondentov (65,1 %) začali fajčiť vo veku 12 – 19 rokov a prekvapivo až 9,8 % respondentov začali fajčiť vo veku 12 rokov. Percentuálne zastúpenie respondentov začiatku fajčenia uvádzame v tab. 2. Pri porovnaní výsledkov, sme zaznamenali štatisticky preukazný rozdiel medzi mužmi a ženami ($P = 0,0234$), pričom ženy o 24 % viac ako muži začali fajčiť vo veku 16 – 19 rokov.

Tab. 2 Začiatok fajčenia respondentov podľa veku a pohlavia

	ŽENY (%)	MUŽI (%)	SPOLU (%)
< ako 12 rokov	1,6	8,2	9,8
12 – 15 rokov	13,9	12,3	26,2
16 – 19 rokov	23,8	14,8	38,6
20 – 25 rokov	12,3	9,8	22,1
> ako 25 rokov	3,3	–	3,3

Frekvencia fajčenia u respondentov bola odlišná. Až 70 % z opýtaných uviedlo, že fajčí 1 – 10 kusov cigariet denne, 19 % fajčí 11 – 20 kusov cigariet denne a zvyšní respondenti fajčia viac ako 20 cigariet denne.

Ľahké a prerušované fajčenie so sebou nesie takmer rovnaké riziko kardiovaskulárnych chorôb ako denné fajčenie. U denných fajčiarov je riziko úmrtia na rakovinu pľúc viac ako 23-krát vyššie u mužov a približne 13-krát vyššie u žien ako nefajčiarov. Faktom je nielen nepravidelné fajčenie, ktoré sa spája s infekciami dolných dýchacích ciest vrátane predĺženého trvania respiračných príznakov (najmä kašľa a sťaženého dýchania), katarakty, zhoršeného reprodukčného zdravia a zvýšeného rizika mimomaternicového tehotenstva (Schane et al., 2010).

Respondenti bez zdravotných komplikácií v sledovanom súbore tvorili najvyššie zastúpenie 53,3 %. Prítomnosť kašľa bola prítomná u 32 % respondentov. K často označovanej odpovedi patrilo aj sťažené dýchanie v zastúpení 16,4 % a prítomnosť zubného kazu 14 %. Hypertenzia sa vyskytla u 7 % respondentov a kardiovaskulárne ochorenie sme zaznamenali u 2 zúčastnených. Karcinóm bol označený u 1 respondenta.

V prieskume sme taktiež upriamili pozornosť na dôvody odvykania a ukončenia fajčenia. Hlavným dôvodom ukončenia fajčiarskeho návyku respondentov boli finančné náklady (42,8 %), zdravotné komplikácie (32 %) a rodina (31,1 %). Vzhľadom k tomu, že veľa fajčiarov sa pokúša odvykať od fajčenia opakovane a zlyhá pri viacerých pokusoch. Je zrejmé, že k pokusom o odvykanie dochádza často, a že na zníženie prevalencie fajčenia v populácii môže viesť aj zvyšovanie frekvencie a tiež miery úspešnosti týchto pokusov.

Odvykanie od fajčenia ovplyvňuje energetickú rovnováhu spomalením metabolizmu a zvýšenie chuti do jedla. Konzumácia jedla je často náhradou po ukončení fajčenia. Menej zdravé stravovanie, o ktorom je známe, že je kaloricky bohaté, môže spôsobiť energetickú nerovnováhu a podporiť prírastok hmotnosti. Asi 80 % fajčiarov po ukončení fajčenia zaznamená prírastok hmotnosti (Leslie et al., 2012).

V tomto prieskume 48,4 % respondentov sa nevrátilo k fajčeniu a to v zastúpení 32 % žien a 16,4 % mužov. Po týždni nefajčenia sa k fajčeniu vrátilo viac mužov 10,7 % ako žien 5,7 %. Naopak po mesiaci nefajčenia, začalo s fajčením vyššie percento žien 5,7 % ako mužov 4,1 %. Začiatok fajčenia po 3 mesiacoch odvykania udáva 4,1 % žien a 7,4 % mužov. Po roku nefajčenia začalo s fajčením 7,4 % žien a 4,1 % mužov. Pri porovnaní výsledkov, sme nezaznamenali štatisticky preukazné rozdiely medzi mužmi a ženami ($P = 0,15$).

Zmeny stravovacích návykov abstinujúcich fajčiarov, sú uvedené v tab. 3. Poukazuje na to, že u 57,3 % respondentov sa stravovacie návyky po ukončení fajčenia nezmenili a 36,1 % respondentov uviedlo, že konzumovali podstatne viac stravy. Štatisticky významné rozdiely sme zaznamenali na úrovni $P = 0,048$, pričom vyššie zastúpenie žien neuvádza zmenu v stravovacích návykov. K vedľajším príznakom počas odvykania od fajčenia respondentov bola uvedená nervozita (41,8 %), hlad (25,4 %), stres (24,6 %) a únava (18,9 %).

Tab. 3 Zmena stravovacích návykov respondentov

Stravovacie návyky	ŽENY (%)	MUŽI (%)	SPOLU (%)
Nezmenili sa	36,8	20,5	57,3
Konzumovali viac	14,8	21,3	36,1
Konzumovali menej	3,3	3,3	6,6

V hodnotení sme sa zamerali aj na zmenu životného štýlu pri odvykaní od fajčenia u respondentov. Na základe vyhodnotenia môžeme konštatovať, že 27 % respondentov zmenilo svoj životný štýl tým, že začali viac športovať a rovnako 27 % uviedlo zmenu k lepšiemu a zdravšiemu stravovaniu. 20,6 % abstinujúcich sa vyhýba spoločnosti kde sa fajčí, 12,2 % obmedzilo alkohol a 9 % obmedzilo konzumáciu kávy. Len 4,2 % respondentov uviedlo, že životný štýl nezmenilo.

Zistenia štúdie Keyworthovej (2017) poukazujú na ochranný účinok pohybovej aktivity aj strednej intenzity pri odvykaní od fajčenia pred vznikom nikotínovej závislosti, ktorý môže pomôcť odvykaniu od fajčenia znížením závažnosti abstinenčných príznakov. Pohybová aktivita v čase odvykania od fajčenia sa u 41 % respondentov nezmenila. Pozitívne však môžeme zhodnotiť, že 59 % respondentov, zvýšili svoju fyzickú aktivitu, čo predstavuje zlepšenie celkového zdravotného stavu.

ZÁVER

Fajčenie tabaku sa pokladá za jeden z najzávažnejších celosvetových problémov súčasnosti. Začiatok fajčenia spôsobuje dlhodobý návyk až závislosť na nikotíne, ktorá podmieňuje vznik mnohých zdravotných komplikácií, preto je osвета prevencie dôležitá. Medzi najväčšiu skupinu spotrebiteľov cigariet tejto doby patria adolescenti a mladí ľudia. Významné štatistické rozdiely v prieskume sme zaznamenali v zmene stravovacích návykov počas odvykania fajčenia medzi ženami a mužmi ($P < 0,05$). Na základe výsledkov sme dospeli k záveru, že sledovaná skupina respondentov začína s fajčením už v mladom veku života a iba 48,4 % sa nevrátila k opätovnému fajčeniu, pričom respondenti sú informovaní o následkoch fajčenia na organizmus, ale napriek tomu pokračujú vo fajčiarskom návyku.

PodĎakovanie: Príspevok vznikol za finančnej podpory vedeckých projektov KEGA 004SPU-4/2019 a VEGA 1/0159/21.

LITERATÚRA

1. AMERICAN LUNG ASOCIATION. 2020. Tobacco Use Among Children and Teens 2020. Dostupné na: <https://www.lung.org/quit-smoking/smoking-facts/tobacco-use-among-children/>

2. BAČÍKOVÁ, M. – BERINŠTEROVÁ, M. – OROSOVÁ, O. 2016. Early adolescents' smoking experience and parental smoking; moderating role of parental education level. *Individual and Society* 2016;19(1):76-84 ISSN 1335-3608.
3. BERANDIČ, M. – MÁCOVÁ, Ž. – BERNADIČOVÁ, H. – ČIERNY, G. – VALENT, M. 2008. Fajčenie ako závislosť, rizikový faktor a diagnóza. *Psychiatria-psychoterapia-psychosomatika* 2008; 15(2):117-126 ISSN 1338-7030
4. BUKOVÁ, A. 2018. *Životný štýl a zdravotný stav vysokoškoláčok v reflexii ich športovej aktivity*. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. 158 s. ISBN 978-80-8152-684-8.
5. DOOGAN, N. J. – ROBERTS, M.E. – WEWERS, M.E. – STANTON, C.A. – KEITH, D.R. – GAALEMA, D.E. – KURTI, A.N. – REDNE, N. – CEPEDA-BENITO, A. - BUNN, J.Y. - LOPEZ, A.A. – HIGGINS, S.T. 2017. A growing geographic disparity: Rural and urban cigarette smoking trends in the United States. *Preventive medicine* 2017; 104: 79- 85. doi: 10.1016/j.ypmed.2017.03.011
6. ESPAD. 2017. *European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction*, 104 p., ISBN 978-92-9497-110-4.
7. GAUDIANI, J.L. 2018. How does purging physically affect the body? In *Sick Enough*. New York: Routledge. 276 p., ISBN 9781351184731.
8. CHAMBERLAIN, C. – O'MARA-EVES, A. – PORTER, J. – COLEMAN, T. – PERLEN, S.M. – THOMAS, J. – MCKENZIE, J.E. 2017. Psychosocial interventions for supporting women to stop smoking in pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;2(2) doi: 10.1002/14651858.CD001055.pub5
9. KEYWORTH, H. – GEORGIU, P. – ZANOS, P. – RUEDA, A.V. – CHEN, Y. – KITCHEN, I. – CAMARINI, R. – CROPLEY, M. – BAILEY, A. 2017. Wheel running during chronic nicotine exposure is protective against mecamylamine-precipitated withdrawal and up-regulates 56 hippocampal $\alpha 7$ nACh receptors in mice. *British Journal of Pharmacology* 2017; 175:1928-1943. doi: 10.1111/bph.14068
10. LESLIE, W. S. – KOSHY, P.R. – MACKENZIE, M. – MURRAY, H.M. – BOYLE, S. – LEAN, M.EJ. – WALKER, A. - HANKEY, C.R. 2012. Changes in body weight and food choice in those attempting smoking cessation: a cluster randomised controlled trial. *BMC Public Health* 2012;12(386):1-11. doi: 10.1186/1471-2458-12-389
11. MYERS, J. D. – HOPPIN, P. – JACOBS, M. – CLAPP, R. – KRIEBEL, D. 2020. Cancer rates not explained by smoking: a county-level analysis. *Environmental health* 2020;19(64) doi: 10.1186/s12940-020-00613-x
12. NOVÁK, M. 2012. *O kouření*. Praha : Avicenum, Zdravotnické nakladatelství. 164 s. ISBN 08-060-80.
13. OROSOVÁ, O. – GAJDOŠOVÁ, B. – MADARASOVÁ GECKOVÁ, A. – DIJK, J.P. 2007. Rizikové faktory užívania drog dospievajúcimi: Risk factors in prevention of drug dependences. *Československá psychologie: časopis pro psychologickou teorii a praxi*. 2007; 51(1):32-47 ISSN 0009-062X.
14. SCHANE, R. E. – LING, P.M. – GLANTZ, S.A. 2010. Health Effects of Light and Intermittent Smoking: A Review. *Circulation* 2010;121(13):1518-1522.
15. VANI, G. – ANBARASI, K. – SHYMALADEVI C. S. 2015. Bacoside A: Role in Cigarette Smoking Induced Changes in Brain. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine* 2015;15:16. doi: 10.1155/2015/286137

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

DETEKCIA ZLOŽIEK KÁVY OVPLYVŇUJÚCICH JEJ KVALITU DETECTION OF COFFEE COMPONENTS AFFECTING ITS QUALITY

Poláková Katarína, Bobková Alica, Demianová Alžbeta, Žiak Miroslav, Jurčaga Lukáš,
Bobko Marek, Belej Ľubomír, Jakobová Silvia

Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

Summary

Quality is a key criteria that can help producers win the global coffee market. Coffee quality can be expressed by physical, organoleptic as well as biochemical compositions. The aim of work was to evaluate selected important physicochemical parameters that affect the quality of coffee. The individual analyses focused spectrophotometric determination of total antioxidant activity using 2,2-difeny-1-pikrylhydrazyl method according to Brand-Williams, total polyphenol content modified by Folin-Ciocalteu reagent, determination of chlorogenic acid content by high-performance liquid chromatography method. The coffee samples we analysed were single-species 100% *Coffea arabica* originating from America in green and at the same time in roasted form. The samples were medium grade roasted.

Key words: quality, coffee, roast

ÚVOD

Kvalita je kľúčovým kritériom ovplyvňujúcim globálny trh s kávou. Kvalitu kávy je možné vyjadriť jej fyzikálnymi, organoleptickými ako aj biochemickými vlastnosťami. Medzi významné faktory, ktoré vo výraznej miere ovplyvňujú konečný produkt, zaradíme odrodu, genetické vlastnosti, geografický pôvod, spôsob pestovania, techniku a postupy spracovania, praženie a skladovanie. Medzi konkrétne vlastnosti, ktoré sú ovplyvňované uvedenými faktormi zaradíme vzhľad, veľkosť, farbu kávového zrna, arómu, príchuť a najdôležitejšie je biochemické zloženie. Všetky vstupujúce faktory interferujú s výsledným biochemickým profilom kávového zrna (Sualehe et al., 2020).

Rovnako aj Worku et al. (2018) uvádzajú, že všetko od rozmanitosti rastliny, chemického zloženia pôdy, počasia, množstva zrážok a slnečných lúčov a dokonca aj od presnej nadmorskej výšky, v ktorej káva rastie, môže mať vplyv na chuť a kvalitu výsledného produktu. Tieto kľúčové premenné v kombinácii so spôsobom akým sa kávové zrná po zbere spracovávajú, prispievajú k rozdielom medzi jednotlivými kávami z rôznych krajín, pestovateľských oblastí a plantáží na celom svete. Kombinácia faktorov je taká zložitá, že dokonca aj na jednej plantáži možno nájsť rozdiely v kvalite a chuti.

Podľa Hermansena (2019) je káva nositeľom povzbudivých a stimulačných vlastností. Zlepšuje fyzický výkon a slúži ako prevencia pred rôznymi ochoreniami. Tieto vlastnosti sú výsledkom množstva prospešných zložiek a zlúčenín skrytých v kávových zrnách.

Káva je biologický materiál, ktorý obsahuje veľké množstvo organických a anorganických látok. Medzi najdôležitejšie obsahové látky okrem vody v káve zaradíme chlorogénové kyseliny, kofeín a ostatné purínové alkaloidy, bielkoviny, fenolové látky, diterpény (cafestol a kahweol), sacharidy, lipidy, minerálne látky. Zaujímavosťou je rozdiel množstva obsahových látok v zelených a pražených kávových zrnách vzhľadom na konkrétnu zlúčeninu (Sualehe et al., 2020).

Cieľom tejto štúdie bolo detegovať základné fyzikálno chemické parametre zelených a pražených vzoriek kávy, ktoré spájalo niekoľko spoločných znakov, ako hlavné ukazovatele kvality kávy. Ďalším cieľom bolo poukázať na konkrétne faktory, ktoré vo významnej miere ovplyvňujú práve fyzikálno chemické parametre a zároveň aj výslednú kvalitu kávy. Zamerali

sme sa na stanovenie celkovej antioxidačnej kapacity (TAC), obsah chlorogénových kyselín (CGA) a obsah celkových polyfenolov (TPC).

MATERIÁL A METÓDY

Materiál

Výskum sme realizovali v období december 2020 až apríl 2021 v laboratórnych priestoroch Katedry hygieny a bezpečnosti potravín a vo výskumnom centre Agrobiotech SPU v Nitre. Na analýzu bolo použitých 12 vzoriek káv 100 % *Coffea arabica*., 6 vzoriek zelených a 6 vzoriek čerstvo pražených jednodruhových amerických káv (Nicaragua Arabica, Supremo Arabica, Guatemala Arabica, Kolumbia Arabica, Mexico Arabica). Kávy pochádzali z rovnakej krajiny avšak z rozličných pestovateľských oblastí. Stupeň praženia pri jednotlivých kávach bol rovnaký, a to stredný stupeň praženia. Kávy boli po zbere spracované mokrým spôsobom, každá vzorka bola rozličnej variety a nadmorská výška z ktorej kávy pochádzali sa pohybovala v rozsahu 1100 až 2180 m n. m.

Metódy

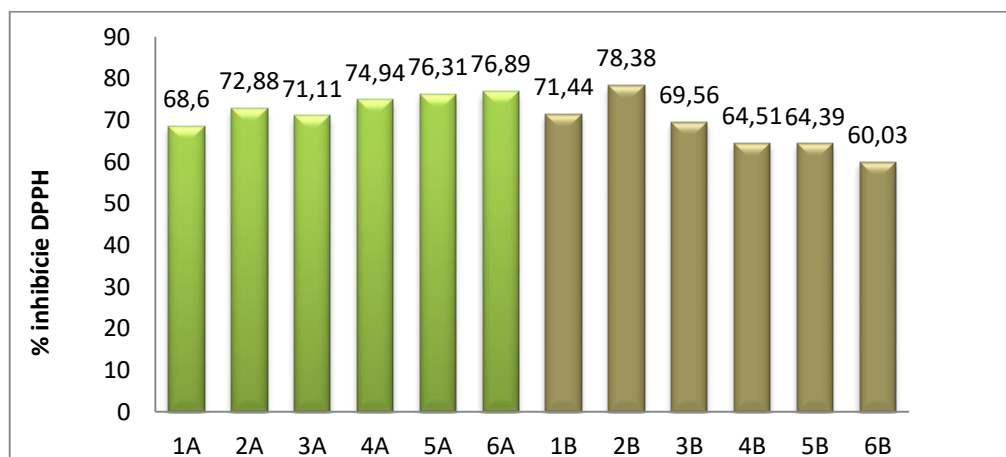
Stanovenie celkovej antioxidačnej aktivity sme uskutočnili pomocou radikálu DPPH. Zlúčenina DPPH (2,2-difeny-1-pikrylhydrazyl) sa v roztoku prevedie na svoju radikálovú formu, ktorá je relatívne stabilná a zároveň farebná. Po pridaní vzorky sa v prítomnosti redukčných faktorov radikál zháša a tým odfarbuje. Táto zmena sa hodnotí spektrofotometricky.

Celkový obsah polyfenolov sme stanovovali pomocou modifikovanej metódy s Folin-Ciocalteuovým činidlom, spektrofotometrickou metódou podľa Lachmana (2003). Podstatou vybranej metódy je reakcia Folin-Ciocalteuovho činidla s polyfenolmi obsiahnutými vo vzorke, následkom čoho vzniká modro sfarbený komplex. Intenzita sfarbenia komplexu závisí od množstva prítomných polyfenolov.

Kvalitatívne a kvantitatívne stanovenie obsahu chlorogénových kyselín vo vzorkách kávy sme uskutočnili prostredníctvom HPLC metódy.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri porovnaní celkovej antioxidačnej kapacity jednotlivých vzoriek vplyvom praženia môžeme pri niekoľkých vzorkách pozorovať nárast, ale pri väčšine vzoriek sme zaznamenali pokles TAC (obr. 1).



Obr. 1 Celková antioxidačná kapacita zelených a pražených vzoriek káv

Pri hodnotení celkovej antioxidačnej kapacity zelených káv sa hodnoty pohybovali v rozsahu 68,6 – 76,89 %. Najvyššia priemerná hodnota bola 76,89 % vo vzorke 6A (zelená Peru) a najnižšia hodnota bola 68,6 % vo vzorke 1A (zelená Nicaragua).

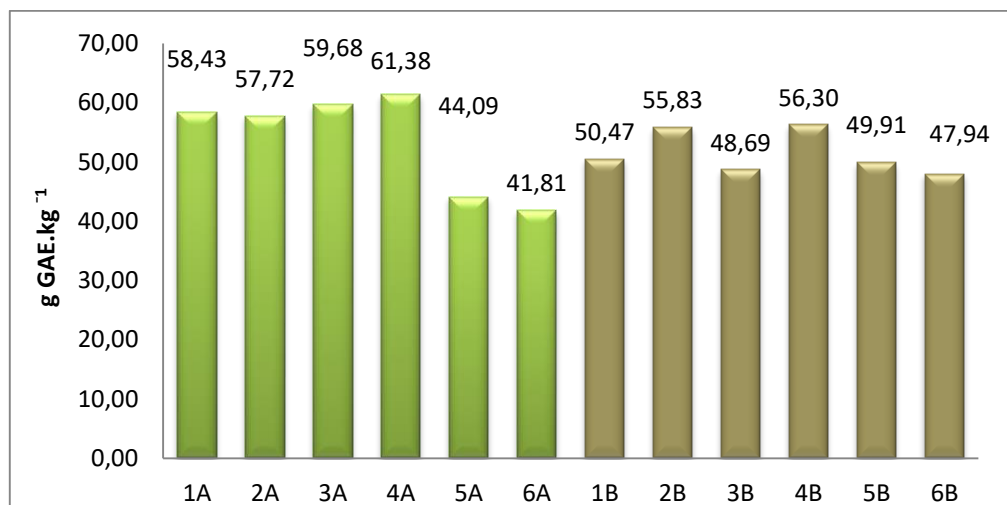
Pri hodnotení celkovej antioxidačnej kapacity pražených káv sa hodnoty pohybovali v rozsahu 60,03 – 73,38 %. Najvyššia priemerná hodnota TAC bola 73,38 % vo vzorke 2B (pražená Kolumbia Supremo) a najnižšia priemerná hodnota TAC bola 60,03 % vo vzorke 6B (pražená Peru).

Skutočnosť, že praženie zvyšuje antioxidačnú aktivitu v niektorých vzorkách a znižuje ju v iných, možno vysvetliť aj rozličným fenolovým zložením týchto odrôd. Je známe, že praženie vo výraznej miere ovplyvňuje chemické zloženie kávových zŕn v dôsledku použitých vysokých teplôt. Príkladom je tvorba nových zlúčenín, ako sú melanoidíny, ktoré vykazujú taktiež antioxidačnú aktivitu, zatiaľ čo iné zložky, ako napríklad chlorogénové kyseliny, sa štiepia (Priftis et al., 2015).

Yashin et al. (2013) uvádzajú, že celkový obsah antioxidantov vyjadrených ako percento inhibície DPPH, závisí od druhu kávy, spôsobu prípravy nápoja, stupňa praženia, respektíve od dĺžky praženia. Medzi ďalšie faktory ovplyvňujúce výslednú celkovú antioxidačnú kapacitu zaraďujú geografický pôvod, spôsob spracovania, skladovania a mletie.

Pri porovnaní našich výsledkov s výsledkami od iných autorov pozorujeme malé rozdiely, čo mohlo byť spôsobené rozličným charakterom a špecifickými vlastnosťami vzoriek.

Ďalším ukazovateľom kvality, na ktorý sme sa zamerali bol celkový obsah polyfenolov. Trend vývoja obsahu a možných zmien vplyvom praženia mal podobný priebeh ako pri TAC. Pri väčšine vzoriek sme pozorovali pokles TPC vplyvom praženia (obr. 2).



Obr. 2 Celkový obsah polyfenolov zelených a pražených vzoriek káv

Pri hodnotení celkového obsahu polyfenolov zelených káv sa hodnoty pohybovali v rozsahu 41,88 – 61,38 g GAE.kg⁻¹. Najvyššia priemerná hodnota bola 61,38 g GAE.kg⁻¹ vo vzorke 4A (zelená Kolumbia) a najnižšia hodnota bola 41,48 g GAE.kg⁻¹ vo vzorke 6A (zelená Peru).

Pri hodnotení celkového obsahu polyfenolov pražených káv sa hodnoty pohybovali v rozsahu 47,94 – 56,30 g GAE.kg⁻¹. Najvyššia priemerná hodnota bola 56,30 g GAE.kg⁻¹ vo vzorke 4B (pražená Kolumbia) a najnižšia priemerná hodnota TPC bola 47,94 g GAE.kg⁻¹ vo vzorke 6B (pražená Peru).

Hečimović et al. (2011) vo svojej štúdii definujú, že polyfenolové zlúčeniny sú vysoko termolabilné zlúčeniny, ktoré sa ľahko rozkladajú účinkom vysokej teploty (nad 80 °C).

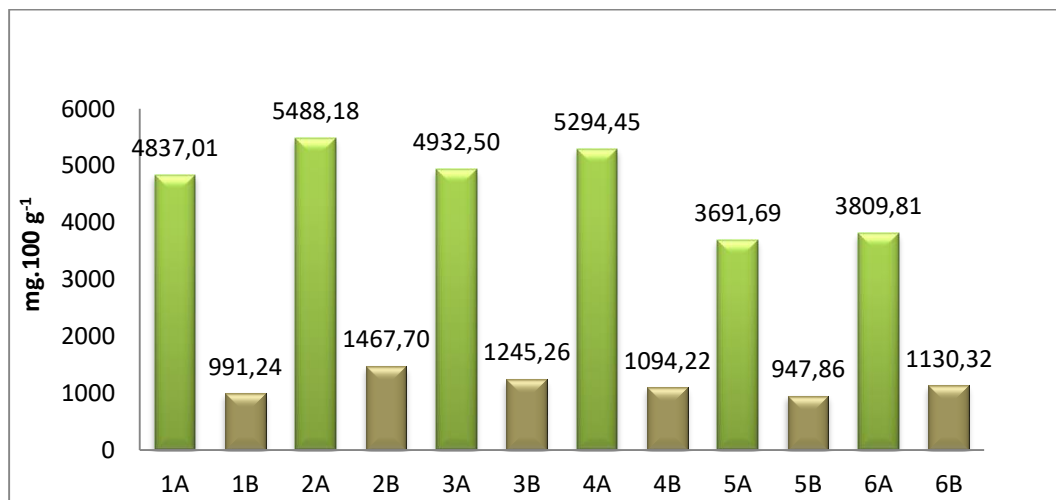
Pri porovnaní obsahu polyfenolov vplyvom praženia môžeme pri dvoch vzorkách 5A, 5B, 6A, 6B pozorovať nárast a pri ostatných štyroch sme zaznamenali pokles. Doba, pri vzorkách u ktorých pozorujeme odlišnosť, medzi zberom a pražením bola podstatne dlhšia, ako pri ostatných vzorkách. Konkrétne pri vzorkách 5A, 5B, 6A, 6B bola doba medzi zberom a pražením dva roky a u ostatných to bol rok, poprípade niekoľko mesiacov. Tento fakt mohol mať za následok nami zistené rozdiely. Túto hypotézu potvrdzuje aj Katarzyna et al. (2020).

Autori vo svojej publikácii uvádzajú pozorovaný pokles polyfenolových zlúčenín počas dlhšej doby skladovania surového kávového zrna, čo je spojené s degradáciou kyseliny chlorogénovej, ktorá ovplyvňuje celkovú bioaktivitu. Vplyv skladovania na obsah polyfenolov popisujú aj Król et al. (2019), ktorí taktiež zaznamenali pokles obsahu polyfenolov vplyvom praženia vzhľadom na dlhšiu dobu skladovania.

V našom prípade u väčšiny vzoriek môžeme pozorovať vyššiu prítomnosť polyfenolov u zelených vzoriek káv a môžeme vysloviť hypotézu, že vplyvom praženia dochádza k poklesu obsahu polyfenolov. Našu hypotézu potvrdzujú aj výsledky publikácie, v ktorej Odžaković et al. (2016) uvádzajú, že celkový obsah polyfenolov bol významne vyšší v zelenej káve v porovnaní s praženou kávou a celkový obsah polyfenolov klesá so zvyšovaním teploty praženia.

Koncentrácia vysoko aktívnych polyfenolov v zelených zrnách je podľa Cämmerer a Kroh (2006) ovplyvnená druhom a jeho pôvodom a v kávových nápojoch závisí od spôsobu varenia. Počas praženia sa fenolové zlúčeniny čiastočne degradujú alebo viažu na polymérne štruktúry v závislosti od podmienok praženia.

Pri vzájomnom porovnaní hodnôt obsahu chlorogénových kyselín zelených a pražených káv môžeme pozorovať výrazný pokles vplyvom praženia (obr. 3).



Obr. 3 Obsah chlorogénových kyselín zelených a pražených vzoriek káv

Vo vzorkách zelených káv sa hodnoty obsahu chlorogénových kyselín pohybovali v intervale od 3691,69 do 5488,18 mg.100 g⁻¹. Z grafu vyplýva, že spomedzi zelených káv sme najnižšiu hodnotu namerali vo vzorke 6A (zelená Peru), a to 3691,69 mg.100 g⁻¹. Naopak najvyššiu hodnotu 5488,18 mg.100g⁻¹ dosiahla vzorka zelenej kávy 2A (zelená Kolumbia Supremo).

Vo vzorkách pražených káv bol obsah chlorogénových kyselín v intervale od 947,86 do 1467,70 mg.100 g⁻¹. Z grafu vyplýva, že spomedzi pražených káv sme najnižšiu hodnotu namerali vo vzorke 5B (pražená Mexico), a to 947,86 mg.100 g⁻¹. Naopak, najvyššiu hodnotu 1467,70 mg.100 g⁻¹ dosiahla vzorka 2B (pražená Kolumbia).

Farah a Lima (2019) uvádzajú, že chlorogénové kyseliny sú termolabilné zlúčeniny to znamená, že značné množstvo sa degraduje počas praženia.

S týmto tvrdením súhlasí aj Król et al. (2019), ktorí taktiež uvádzajú pokles chlorogénových kyselín vplyvom praženia. Uvádzajú tiež, že zmeny obsahu chlorogénových kyselín v zelených kávových zrnách ovplyvňuje geografický pôvod a taktiež pestovanie. Rozdiely obsahu sú pozorované už pri jednotlivých regiónoch.

Farah a Duarte (2015) uvádzajú, že sa celkový obsah chlorogénových kyselín v semenách zelenej kávy môže líšiť v závislosti od genetických druhov, spôsobu spracovania, stupňa zrenia, poľnohospodárskeho pestovania, podnebia a pôdy.

S týmto tvrdením sa stotožňujú aj Narita a Inouye (2015), ktorí uvádzajú, že obsah chlorogénových kyselín v zrnkách zelenej kávy sa líši podľa genetického charakteru kávy, druhov, podnebia, obsahu živín v pôde, procesu spracovania, ako je dekofeinácia, a stupňa zrelosti.

ZÁVER

Kávové zrná, a z nich pripravená káva, sú komoditou, ktorá sa úzko viaže na dnešnú modernú civilizáciu. Kvalita kávy je v súčasnej globálnej nadprodukcii považovaná za hlavné výberové kritérium. Kvalitu pomáha definovať množstvo genetických, ale aj negenetických faktorov (environmentálne, technologické) a hlavným ukazovateľom sú biochemické zlúčeniny.

Problematika kávy je veľmi diskutovanou témou a na otázku ohľadom pokroku v testovaní kvality je určite odpoveďou naďalej zapájanie potravinárskej vedy využívanie odborných a vedeckých panelov, senzorických metód a nových postupov zaoberajúcich sa kvalitou.

Vyhodnotím získaných výsledkov je možné konštatovať, že aj napriek množstvu podobných znakov, ktoré mali naše vzorky, pozorujeme mierne rozdiely pri stanovení jednotlivých parametrov kvality. Na základe mierne odlišných hodnôt medzi vzorkami kávy, získaných analýzou vybraných parametrov môžeme vyvodiť záver, že existuje množstvo faktorov (nadmorská výška, genetické faktory, krajina pôvodu, spôsob pestovania, technologické kroky), ktoré vo výraznej miere ovplyvňujú kvalitu výsledného produktu, biochemické zloženie obsahových látok, ako aj variabilitu.

PodĎakovanie: Tento výskum bol realizovaný vďaka projektu VEGA 1/0734/20 a KEGA 024SPU-4/2021.

LITERATÚRA

1. CÄMMERER, B. – KROH, W. L. 2006. Antioxidant activity of coffee brews. *European Food Research and Technology* [online], vol 223, pp. 469 – 474. Dostupné na: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-005-0226-4>>. doi: 10.1007/s00217-005-0226-4
2. FARAH, A. – DUARTE, G. 2015. Bioavailability and Metabolism of Chlorogenic Acids from Coffee. *Coffee in Health and Disease Prevention* [online]. Dostupné na: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124095175000875>>. doi: 10.1016/B978-0-12-409517-5.00087-5
3. FARAH, A. – LIMA, J.P. 2019. Consumption of chlorogenic Acids through Coffee and Health Implications. *Beverages* [online], vol 5. Dostupné na: <<https://www.mdpi.com/2306-5710/5/1/11>>. doi: 10.3390/beverages5010011
4. HEČIMOVIĆ, I. et al. 2011. Comparative study of polyphenols and caffeine in different coffee varieties affected by the degree of roasting. *Food Chemistry* [online], vol 129, pp. 991–1000. Dostupné na:

- <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881461100762X>>. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.05.059
5. HERMANSEN, K. 2019. Coffee, polyphenols and cardiovascular disease. *Coffee&health* [online]. Dostupné na: <https://www.coffeeandhealth.org/wp-content/uploads/2019/03/Coffee-polyphenols-and-CVD-report_FINAL_150319.pdf>.
 6. KATARZYNA, K. et al. 2020. The content of polyphenols in coffee beans as roasting, origin and storage effect. *European Food Research and Technology* [online], vol 246, pp. 33 – 39. Dostupné na: <<https://search.proquest.com/docview/2343688890?fromopenview=true&pq-origsite=gscholar>>. doi: 10.1007 / s00217-019-03388-9
 7. KRÓL, K. et al. 2019. The content of polyphenols in coffee beans as roasting, origin and storage effect. *European Food Research and Technology* [online], vol 246, pp. 33 – 39. Dostupné na: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-019-03388-9>>. doi: 10.1007/s00217-019-03388-9
 8. LACHMAN, J. – HEJTMÁNKOVÁ, A. – DUDJAK, E. 2003. Content polyphenolic antioxidants and phenolcarboxylic acids in selected parts of yacon. *Vitamins 2003 – Přírodní antioxidanty a volné radikály*, s. 89 – 97. ISBN 80 – 7194 – 549 - 8
 9. NARITA, Y. – INOUE, K. 2015. Chlorogenic Acids from Coffee. *Coffee in Health and Disease Prevention* [online], pp. 189 – 199. Dostupné na: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124095175000218#t0010>>. doi: 10.1016/B978-0-12-409517-5.00021-8
 10. ODŽAKOVIĆ, B. et al. 2016. Effect of roasting degree on the antioxidant activity of different Arabica coffee quality classes. *Acta Scientiarum polonorum. Technologia Alimentaria* [online], vol 4, pp. 409 – 417. Dostupné na: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28071018/>>. doi: 10.17306 / J.AFS.2016.4.39.
 11. PRIFTIS, A et al. 2018. Comparison of antioxidant activity between green and roasted coffee beans using molecular methods. *Molecular Medicine Reports* [online], pp. 7293 – 7302. Dostupné na: <<https://www.spandidos-publications.com/10.3892/mmr.2015.4377>>. doi: 10.3892/mmr.2015.4377
 12. SUALEHE, A. et al. 2020. Biochemical composition of green and roasted coffee beans and their association with coffee quality from different districts of southwest Ethiopia. *Heliyon* [online], vol 6. Dostupné na: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844020326554>>. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e05812
 13. WORKU, M. et al. 2018. Effect of altitude on biochemical composition and quality of green arabica coffee beans can be affected by shade and postharvest processing method. *Food Research International* [online], vol 105, pp. 278 – 285. Dostupné na: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996917307858>>. doi: doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.016
 14. YASHIN, A. et al. 2013. Antioxidant and Antiradical Activity of coffee. *Antioxidants* [online], vol 2 (4), pp. 230 – 245. Dostupné na: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4665516/>>. doi: 10.3390/antiox2040230

Kontaktná adresa

Ing. Katarína Poláková, Ústav potravinárstva FBP SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,
e-mail: xpolakovak1@uniag.sk

SKRÍNING POTRAVINÁRSKY VÝZNAMNÝCH GENOTYPOV ĽANU SIATEHO MARKÉRMÍ NA BÁZE MIKRORNA

THE SCREENING OF FOOD-RELEVANT GENOTYPES OF FLAX BY MARKERS BASED ON MICRORNA

Ražná Katarína¹, Hlavačková Lucia², Nôžková Janka¹, Vargaová Angéla¹, Harenčár Ľubomír¹

¹Ústav rastlinných a environmentálnych vied, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

²Novofruct SK, s.r.o., Nové Zámky

Summary

The interest for functional foods and food supplements increases the demands for quality verification and scientifically based information on the added value of such food sources. Functional markers containing sequences of microRNA regulatory molecules provide a useful tool for targeted screening of food-important genotypes. A key factor in this tool is the identification of a suitable type of functional marker. In our study, four different types of miRNA markers (miR156, miR168, miR171 and miR414) were applied, of which the miR156 and miR168 markers were identified as the most effective, enabling genotypic, tissue and developmental-specific screening of oil genotypes of high and middle content of alpha-linolenic acid.

Key words: linseed, *Linum usitatissimum* L., molecular markers, alpha-linolenic acid, DNA polymorphism

ÚVOD

Ľan siaty je hospodársky a nutrične cennou plodinou, s významným genetickým potenciálom. Pre vysoký obsah nutrične významnej kyseliny alfa-linolénovej (ALA) a špecifického zdroja fytoestrogénov, lignanov (Magee, 2009), je ľan označovaný za funkčnú potravinu alebo nutraceutikum. Za funkčné potraviny sa považujú tie, ktoré okrem základných nutričných vlastností obsahujú aj látky s významnými zdravotnými účinkami (Diplock et al., 1999). Funkčné potraviny pozitívne ovplyvňujú telesný a duševný stav, pôsobia pri prevencii chorôb alebo pri liečbe rôznych ochorení (Jarossová, 2015). Aby však potravinársky výrobok mohol byť považovaný za funkčný, musí byť jeho účinok podľa predpisu Codes Alimentarius FAO/WHO, Rady Európy a príslušných národných orgánov, vedecky podložený a overený (Piskula et al., 2011; Jarossová, 2015).

Zloženie ľanového semena, a teda aj obsah nutrične cenných zložiek sa môže líšiť v závislosti od prostredia pestovania, genetickej predispozície, spôsobu spracovania a metodických analytických postupov (Ganorkar a Jain, 2013; Bernacchia et al., 2014). Jedným z efektívnych postupov hodnotenia genetického polymorfizmu a objasnenia molekulárnej podstaty mechanizmov metabolizmu nutričov je aplikácia funkčných molekulových markérov. K takýmto patria aj markéry vytvorené na báze malých, konzervovaných, nekódujúcich molekúl mikroRNA (*MikroRNA-based molecular markers*) (Fu et al., 2013; Yadav et al., 2014). Molekulárne markéry sa vo výskume a v šľachtení rastlín stali obľúbeným nástrojom. Sú definované ako biologické nástroje, determinované alelickými formami génov alebo lokusov. Používajú sa ako experimentálne sondy alebo značky na monitorovanie jedinca, pletiva, bunky, jadra, chromozómu alebo génu (Deng et al., 2010).

Molekuly mikroRNA (miRNA) majú, aj napriek svojej dĺžke 19 až 24 nukleotidov, dôležitú funkciu v regulácii mnohých bunkových, metabolických, adaptačných

a signalizačných procesov (Moss a Cullis, 2012; Barvkar et al., 2013). Posttranskripčná regulácia exprese génov prostredníctvom miRNA vedie k modifikácii, až k útlmu exprese cieľových sekvencií genómu, čo sa premieňa v kaskáde ďalších procesov bunky a organizmu (Neutelings et al., 2012). MikroRNA markéry sú odvodené od konzervovaných sekvencií slučkovitých štruktúr prekursorov miRNA. Uvedený markérovací systém je efektívnym stabilným, reprodukovateľným, nízko nákladovým a protokolovo prenosným postupom skrínungu genetických zdrojov rastlín (Fu et al., 2013; Mondal a Ganie, 2014; Yadav et al., 2014).

MATERIÁL A METÓDY

Pre analýzy genetického polymorfizmu v kontexte potravinárskeho využitia bolo vybraných 9 genotypov ľanu siateho (*Linum usitatissimum* L.). Genotypy olejného hospodárskeho typu boli zastúpené odrodami Amon, Flanders, Libra a Raciol. Genotypy priadneho hospodárskeho typu boli zastúpené odrodami Lilas, Liral II a Marina. Krajové odrody boli zastúpené genotypmi Albocoeruleum a Deubgrc 28197. Biologický materiál bol získaný z Génovej banky Slovenskej republiky a zo spoločnosti AGRITEC výzkum, šlechtění a služby, s.r.o. v Českej republike. Charakteristiku genotypov uvádza tabuľka 1. Z uvedených genotypov bola genomická DNA izolovaná z 10-dňových semenáčikov ľanu siateho dopestovaných nakličovaním semien v laboratórnych podmienkach.

Tab. 1 Charakteristika genotypov ľanu siateho použitých v štúdiu

Genotyp	Hospodársky typ	Pôvod
Flanders	olejný	Holandsko
Libra	olejný	Holandsko
Raciol	olejný	Česko
Amon	olejný/olejno-priadny	Česko
Lilas	priadny	Francúzsko
Liral II	priadny	Veľká Británia
Marina	priadny	Holandsko
Albocoeruleum	krajová odroda	neznámy
Deubgrc 28197	krajová odroda	neznámy

Pre účely skrínungu genotypov, z hľadiska zastúpenia funkčných markérov súvisiacich s procesmi tvorby potravinársky cenných častí rastlín ľanu (semien), boli použité genotypy Amon, Libra a Raciol. Pre izoláciu DNA boli čerstvé rastlinné pletivá (púčiky, korunné lupienky a tobolky) odoberané v príslušných fenologických fázach (BBCH 55, BBCH 65, BBCH 71) z rastlín dopestovaných na experimentálnej ploche KGŠR SPU v Nitre. Odber bol realizovaný z 10 náhodne vybraných rastlín. Izolácia celkovej genomickej DNA bola vykonaná podľa modifikovaných metód autorov Rogers a Bendich (1994) a Padmalatha a Prasad (2006). Pre genomický skrínung boli použité funkčné markéry tried miR156, miR168, miR171 a miR414. Sekvencie prajmerov navrhnutých na základe molekúl mikroRNA uvádza tabuľka 2. Podmienky genomického skrínungu genotypov ľanu siateho, ako aj následná analýza výsledkov, boli realizované podľa Ražná et al. (2015).

Tab. 2 Zoznam použitých prajmerov a ich sekvencie

Názov prajmera	Sekvencie prajmera (5'-3')
miR156_F	TGACAGAAGAGAGAGAGCACA
miR156_R	GTGCAGGGTCCGAGGT
miR168_F	CCAGTGCAGGGTCCGAGGTA
miR168_R	CCAGTGCAGGGTCCGAGGTA
miR171_F	TGAGCCGTGCCAATATCACGA
miR171_R	GTGCAGGGTCCGAGGT
miR414_F	AGAGTACAGGGAAATGGAGGA
miR414_R	CCA GTG CAG GGT CCG AGG TA

VÝSLEDKY A DISKUSIA

K druhovo univerzálnym, najrozšírenejším a evolučne najstabilnejším patrí trieda molekúl mikroRNA označovaná ako miR156. Uvedený typ molekúl je súčasťou regulačných mechanizmov rastu a vývinu rastlín, pričom reguluje prechod z juvenilnej do vegetatívnej fázy (Xie et al., 2012; Barvkar et al., 2013; Xu et al., 2016). Keďže priadne a olejné hospodárske typy ľanu siateho sa odlišujú stavbou stonky a typom vetvenia, bola pre návrh ďalšieho typu markéra použitá vysoko konzervovaná trieda miR171 (Singh et al., 2008; Ma et al., 2015). Markéry miR414 boli navrhnuté na základe sekvencií molekúl tejto triedy, ktoré sú zapojené do regulácie fyziologických a metabolických procesov rastlín, a spolu s triedou miR168 aj do obranných a adaptačných mechanizmov (Li et al., 2012; Bej a Basak, 2014).

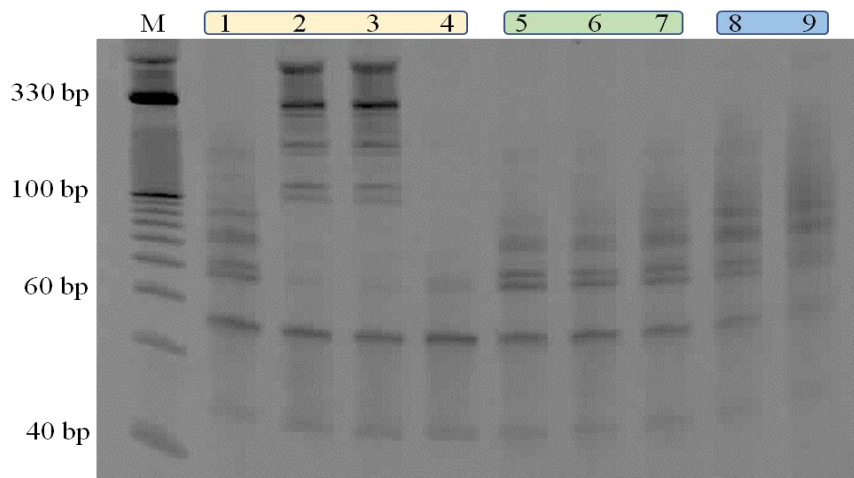
Počet jednoznačných amplifikovaných miRNA lokusov olejných genotypov varíroval od 7 do 10 na genotyp, pričom veľkosť PCR produktov sa pohybovala od 50 bp do 400 bp. V prípade priadnych a krajových genotypov sa počet zreteľne amplifikovaných miRNA lokusov pohyboval od 2 do 9 na genotyp a PCR produkty dosahovali veľkosť od 30 do 100 bp (obr. 1). Prvýkrát boli markéry báze miRNA sekvencií aplikované pre odlišenie 6 druhov rodu kapusta (*Brassica*) autormi Fu et al. (2013). Dĺžka amplifikovaných PCR produktov varírovala od 150 do 500 bp. Yadav et al. (2014) použili rovnaký typ markérov na odlišenie 18 druhov z rodu trávy *Setaria* a ich príbuzných druhov. Veľkosť amplifikovaných fragmentov sa pohybovala od 70 do 380 bp.

Najvyšší polymorfizmus bol detegovaný pri genotypoch olejného hospodárskeho typu Libra (vysoký obsah kyseliny alfa-linolénovej; 58,9 %) a Raciol (stredný obsah kyseliny alfa-linolénovej; 33,4 %). Uvedené odrody boli na molekulárnej úrovni odlišiteľné pomocou markérov miR156, miR168, miR171 a miR414 (obr. 2). Pomocou markéra miR168 boli získané jedinečné miRNA profily genotypu Libra a Raciol (obr. 2).

Keďže práve olejné genotypy ľanu siateho sú z potravinárskeho a nutričného hľadiska významné, môžeme markér miR168 považovať za efektívny a vhodný pre mapovanie polymorfizmu genómu ľanu siateho vzhľadom na jeho hospodársky typ využitia. Ohľadom hospodárskeho zaradenia genotypu Amon (nízky obsah kyseliny alfa-linolénovej; 3,5 %), nie sú jednoznačné informácie (olejný verus olejno-priadny), i keď je uvedený genotyp uvádzaný ako odroda olejného ľanu s vyhovujúcimi parametrami pre potravinárske využitie. Morfologická charakteristika diskriminujúcich znakov tiež naznačuje olejno-priadny charakter tohto genotypu (Bjelková et al., 2017). Podľa pozorovaného profilu miRNA lokusov sa skôr prikláňame k zaradeniu tohto genotypu medzi hospodársky typ olejno-priadny, ako to uvádzajú pasportné údaje genetických zdrojov najväčšej svetovej kolekcie genetických zdrojov ľanu siateho VIR v Petrohrade (Brutch a Porokhovinova, 2011).

Napriek vysokému obsahu kyseliny alfa-linolénovej genotypu Flanders (57,4 %) (Bjelková et al., 2017), nedošlo na molekulárnej úrovni k jeho dostatočnej profilácii. Jedným z dôvodov by mohlo byť vysoké zastúpenie antinutričných zložiek, kyanogénnych

glykozidov, ktoré je pri genotype Flanders zo všetkých testovaných odrôd najvyššie (5519,5 mg.kg⁻¹). Podobne aj genotyp Amon má vysoký obsah týchto zložiek (4187,5 mg.kg⁻¹) (Bjelková et al., 2017).



Obr. 1 Genetický polymorfizmus genotypov ľanu siateho zaznamenaný markérom miR156

Vysvetlivky: M - veľkostný markér (10 bp DNA Ladder Invitrogen), 1 – Amon, 2 – Libra, 3 – Raciol, 4 – Flanders, 5 – Lilas, 6 – Marina, 7 – Liral II, 8 – Albocoeruleum, 9 – Deubrgc 28197. Farebné označenie zobrazuje jednotlivé hospodárske typy - olejné (žlté), priadne (zelené) a krajové odrody (modré).

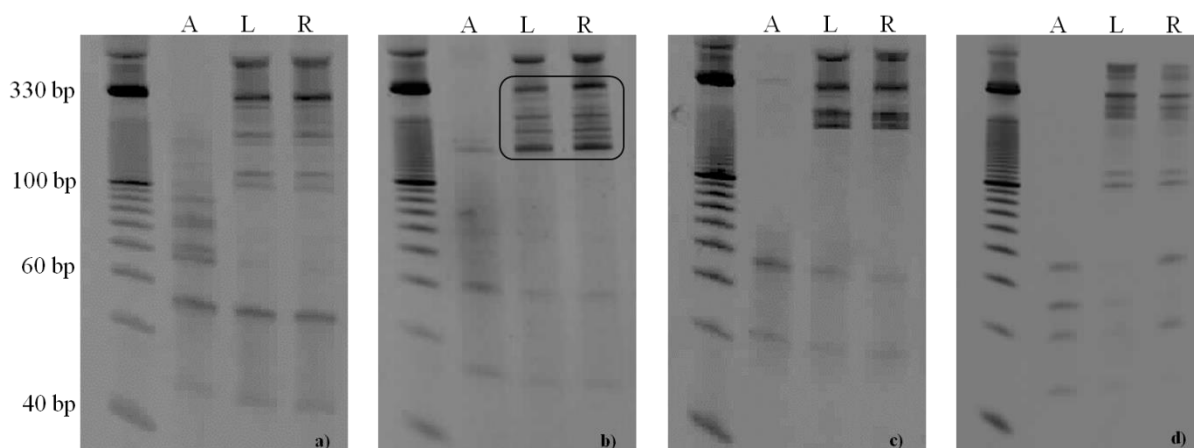
Rozlišovanie genotypov ľanu siateho podľa ich hospodárskeho využitia je možné aj na základe ich fenotypového prejavu. Ideotyp ľanu siateho pre dva rôzne hospodárske typy (olejný a priadny) má presne definovaný fenotypový prejav niektorých kvantitatívnych a kvalitatívnych znakov. Týka sa to znakov na stonke, a to technická dĺžka stonky, epikotylové rozkonárenie stonky, hrúbka stonky a olistenie stonky. Ďalej k diskriminačným znakom patrí hrúbka hypokotylu, tvar súkvetia, priemer otvoreného kvetu, počet toboliek na rastlinu a hmotnosť tisíc semien. V tabuľke 3 sú uvedené prejavy týchto znakov pre oba hospodárske typy podľa klasifikátora zostaveného kolektívom autorov (Nôžková et al., 2011).

Tab. 3 Ideotyp olejných a priadnych genotypov ľanu siateho v kvantitatívnych a kvalitatívnych znakoch (Nôžková et al., 2011)

Znak	Olejný typ	Priadny typ
Technická dĺžka stonky	veľmi krátka – stredne krátka	stredne dĺžka – veľmi dlhá
Epikotylové rozkonárenie	viacstonkové	jednostonkové
Tvar súkvetia	rozkonárené	kompaktné
Olistenie stonky	stredné – silné	slabé – stredné
Hrúbka stonky	stredná – hrubá	tenká – stredná
Hrúbka hypokotylu	stredný – hrubý	tenký – stredný
Priemer otvorenej koruny kvetu	stredný – veľmi veľký	veľmi malý – stredný
Počet toboliek na rastlinu	stredný – veľmi vysoký	veľmi nízky – stredný
Hmotnosť tisíc semien	stredné – veľmi veľké	veľmi malé – malé

Keďže hlavným, potravinársky využiteľným produktom ľanu siateho typu olejného sú semená, zaujímalo nás, či bude možné pomocou funkčných markérov pozorovať genomický polymorfizmus aj vo vybraných rastových fázach, ktoré predchádzajú tvorbe embrya

a následne semena. Pre tieto účely boli použité rastliny ľanu siateho odrôd Amon, Libra a Raciol, dopestované na experimentálnych poličkach pracoviska.

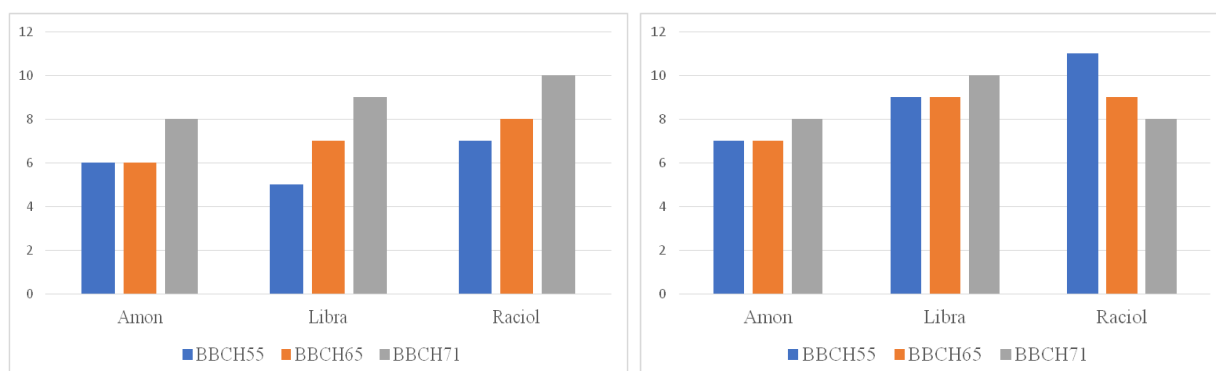


Obr. 2 miRNA profil vybraných olejných genotypov ľanu siateho markérom miR156 (a), miR168 (b), miR171 (c) a miR414 (d)

Vysvetlivky: A – Amon, L – Libra, R – Raciol.

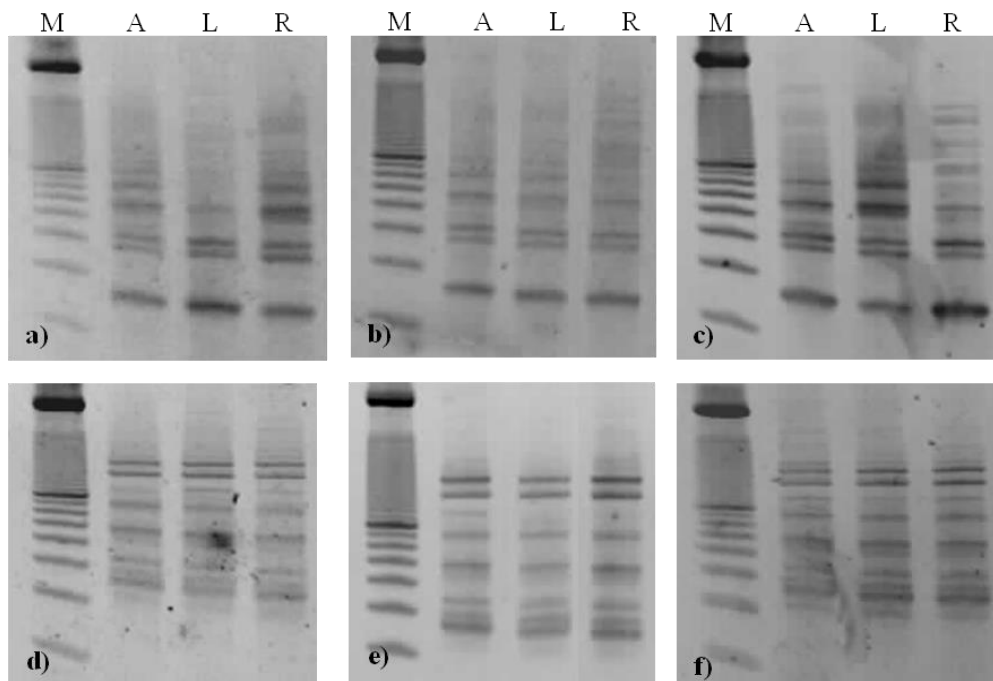
Biologický materiál bol odoberaný v rastovej fáze BBCH 55 tesne pred otvorením kvetu (pracovné označenie „kvetné púčiky“). Rastová fáza BBCH 65 je fázou plného kvitnutia (50 % kvetov je otvorených) a poslednou analyzovanou fázou bola fáza BBCH 71, kedy 10 % toboliek má konečnú veľkosť. Uvedené dve fázy mali pracovné označenie „korunné lupienky“ a „tobolky“.

S ohľadom na skríning polymorfizmu vo fenologických fázach rastu reprodukčných orgánov ľanu siateho boli vybrané markéry z triedy miR156 a miR168. Úloha miR156 pri kontrole doby kvitnutia bola pozorovaná viacerými autormi (Huijser a Schmid, 2011; Rubio-Somoza a Weigel, 2011; Spanudakis a Jackson, 2014). Najvyššia aktivita miR168 bola pozorovaná v peľniciach a v kvetoch ľanu siateho (Barvkar et al., 2013). Počet amplifikovaných miRNA lokusov sa menil v závislosti od vybraných rastových fáz ľanu siateho. Môžeme konštatovať zvyšujúci sa počet miRNA lokusov v závislosti od rastovej fázy reprodukčných orgánov ľanu siateho (obr. 3). Rozsah veľkosti miRNA fragmentov pomocou markéra miR156 sa pohybovala od 35 do 120 bp, pričom amplifikovaných bolo celkovo 66 lokusov. V prípade markéra miR168 sa rozsah amplifikovaných fragmentov pohyboval od 40 do 200 bp, pričom celkový počet miRNA lokusov bol 78.



Obr. 3 Pribeh výskytu miRNA lokusov (miR156 obrázok vľavo a miR168 obrázok vpravo) v genotypoch ľanu siateho v závislosti od fenologickej fázy tvorby reprodukčných orgánov

Ako už bolo spomenuté, zastúpenie sekvencií miRNA molekúl je nielen druhovo, ale aj pletivovo špecifické, čo bolo možné pozorovať aj v jednotlivých analyzovaných pletivách ľanu siateho (obr. 4). Pri všetkých troch genotypoch (Amon, Libra a Raciol) bol markérom miR156 zaznamenaný zvyšujúci sa počet miRNA lokusov v rastových fázach od kvitnutia po dozrievanie semien ľanu siateho. Genotyp Raciol bol charakteristický najintenzívnejšou amplifikáciou vo všetkých spomínaných rastových fázach s najvyšším zastúpením sekvencií miR156 vo fáze BBCH71 (fáza „tobolky“). Zvyšujúci sa trend zastúpenia miRNA lokusov markérom miR168 bol pozorovaný pri genotypoch Libra a Raciol, a to najmä vo fáze kvitnutia a dozrievania toboliek. Naopak, pri genotype Raciol bolo zaznamenané znižovanie amplifikácie miRNA lokusov s ohľadom na jednotlivé rastové fázy.



Obr. 4 Pletivovo-špecifický profil miRNA lokusov (obrázky a, b, c – markér miR156 a obrázky d, e, f – markér miR168) v pletivách kvetných púčikov (a, d), kvetných lupienkov (b, e) a toboliek (c, f) genotypov ľanu siateho Amon (A), Libra (L) Raciol (R)

Vysvetlivky: M – veľkostný markér (10 bp DNA Ladder Invitrogen)

Celkovo najvyšší počet miRNA lokusov bol vo fáze tvorby kvetného púčika v rámci všetkých troch analyzovaných genotypov vo všetkých analyzovaných rastových fázach. Najnižšia amplifikácia bola zaznamenaná vo fáze BBCH71 (fáza "tobolky").

ZÁVER

Aplikáciou funkčných markérov miR156, miR168, miR717 a miR414 boli získané špecifické miRNA profily olejných genotypov ľanu siateho Libra (58,9 % ALA) a Raciol (33,4 % ALA). Štúdia potvrdila pletivovo-špecifický a vývinovo-špecifický charakter molekúl miRNA, a tým aj ich regulačnú úlohu v rastových a metabolických procesoch rastlín. Molekulové markéry na báze sekvencií molekúl mikroRNA sú funkčným nástrojom pre charakterizáciu pridanej hodnoty genetických zdrojov rastlín a sú vhodné ako nástroj vedeckej podpory identifikácie funkčných potravín.

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 a 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. BARVKAR, V. T. – PARDESHI, V. C. – KALE, S. M. – QIU, S. – ROLLINS, M., DATLA, R. – KADDOO, N. Y. 2013. Genome-wide identification and characterization of microRNA genes and their targets in flax (*Linum usitatissimum*): Characterization of flax miRNA genes. *Planta* 2013;237:1149–11. doi: 10.1007/s00425-012-1833-5.
2. BEJ S. – BASAK J. 2014. MicroRNAs: The Potential Biomarkers in Plant Stress Response. *American Journal of Plant Sciences* 2014;5:748–759. doi: 10.4236/ajps.2014.55089.
3. BERNACCHIA, R. – PRETI, R. – VINCI, G. 2014. Chemical Composition and Health Benefits of Flaxseed. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences* 2014;2(8):2-8.
4. BJELKOVÁ, M. – FILIP, V. – KYSELKA, J. – ŠEVČÍK, R. – VĚTROVCOVÁ, M. 2017. *Výběr a charakteristika lněného semene jako vstupní suroviny. [Selection and characteristics of flaxseed as an input raw material]*. Agritec Plant Research Ltd. Šumperk, Czech Republic. 42 s. ISBN 978-80-87360-57-6
5. BRUTCH, N.B. – POROKHOVINOVA, E.A. 2011. *Links between the morphological and agronomic characters in hybrids of lines with different manifestation of these traits*. Bulletin of applied botany, of genetics and plant breeding, ST. Petersburg, 167:78–89.
6. DENG, X. – LONG, S. – HE, D. – LI, X. – WANG, Y. – HAO, D. – QIU, C. – CHEN, X. 2010. Isolation and characterization of polymorphic microsatellite markers from flax (*Linum usitatissimum* L.). *African Journal of Biotechnology* 2011;10(5):734–739.
7. DIPLOCK A.T. et al. Editors. 1999. Scientific Concepts of Functional Foods in Europe – Consensus Document. *British Journal of Nutrition* 1999;81(1):1-27.
8. FU, D. – MA, B. – MASON, A. S. – XIAO, M. – WEI, L. – AN, Z. 2013. MicroRNA-based molecular markers: a novel PCR-based genotyping technique in Brassica species. *Plant Breeding* 2013;132:375–381. <https://doi.org/10.1111/pbr.12069>
9. GANORKAR, P.M. – JAIN, R.K. 2013. Flaxseed – a nutritional punch. *International Food Research Journal* 2013;20(2):519–525.
10. HUIJSER, P. – SCHMID, P. 2011. The control of developmental phase transitions in plants. *Development* 2011;138:4117–4129. doi: 10.3390/ijms21061971
11. JAROSSOVÁ, M.A. 2015. Nákupné správanie spotrebiteľov a ich postoje k biopotravinám, k tradičným a funkčným potravinám. [Consumer shopping behavior and their attitudes towards organic food, traditional and functional foods]. *Studia Commercialia Bratislavensia* 2015;8(3): 372–383.
12. LI, W. – CUI, X. – MENG, Z. – HUANG, X. – XIE, Q. – WU, H. – JIN, H. – ZHANG, D. – LIANG, W. 2012. Transcriptional Regulation of Arabidopsis miR168a and Argonaute1 Homeostasis in Abscissic Acid and Abiotic stress Responses. *American Society of Plant Biologist* 2012;158(3):1279–1292. doi: 10.1104/pp.111.188789
13. MA, CH. – BURD, S. – LERS, A. 2015. miR408 is involved in abiotic stress responses in Arabidopsis. *The Plant Journal* 2015;84(1):169–187. <https://doi.org/10.1111/tpj.12999>
14. MAGEE, E. 2009. The Benefits of Flaxseed. [online]. Dostupné na internete: <www.webnd.com/diet/features/benefits-of-flaxseed>.
15. MONDAL, T.K. – GANIE, S.A. 2014. Identification and characterization of salt responsive miRNA-SSR markers in rice (*Oryza sativa*). *Gene* 2014; 535:204–209. doi: 10.1016/j.gene.2013.11.033

16. MOSS, T. Y. – CULIS, CH. 2012. Computational prediction of candidate microRNAs and their targets from the completed *Linum usitatissimu* genome and EST database. *Journal of Nucleic Acids Investigation* 2012;3(2):9–17. doi: 10.4081/jnai.2012.e2
17. NEUTELINGS, G. – FÉNART, S. – LUCAU-DANILA, A. – HAWKINS, S. 2012. Identification and characterization of miRNA and their potential targets in flax. *Journal of Plant Physiology* 2012;169:1754–1766. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2012.06.011>
18. NOŽKOVÁ, J. – PAVELEK, M. – BJELKOVÁ, M. – BRUTCH, N. – TEJKLOVÁ, E. – POROKHOVINOVA, E. – BRINDZA, J. 2011. *Descriptor list for flax (Linum usitatissimum L.)*, Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2011. 102s. ISBN 978-80-552-0671-4
19. PADMALATHA K. – PRASAD M. N. V. 2006. Optimization of DNA isolation and PCR protocol for RAPD analysis of selected medicinal and aromatic plants of conservation concern from Peninsular India. *African Journal Biotechnology* 2006;5(3):230–234.
20. PISKUŁA A.M.K. et al. 2011. Charakterystyka czynników decydujących o bezpieczeństwie konsumentów i jakości prozdrowotnej żywności. [Characteristics of the factors determining consumer safety and the quality of healthy food]. *Polish Journal of Agronomy* 2011;7:82–91.
21. RAŽNÁ, K. – NOŽKOVÁ, J. – HLAVAČKOVÁ, L. – BRUTCH, N. – POROKHOVINOVA, E. – SHELENGA, T. – PAVLOV, A. 2015. Genotyping of flax genetic resources by miRNA-based molecular markers and morphology. *Agriculture* 2015;61(4):129–138. doi: <https://doi.org/10.1515/agri-2015-0018>
22. ROGERS, S. O. – BENDICH, A. J. 1994. *Extraction of total cellular DNA from plants, algae and fungi*. In: Gelvin S.B., Schilperoort R.A. (eds) *Plant Molecular Biology Manual*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-0511-8_12
23. RUBIO-SOMOZA, I. – WEIGEL, D. 2011. MicroRNA networks and developmental plasticity in plants. *Trends in Plant Science* 2011;16(5):258–264. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tplants.2011.03.001>
24. SINGH, S. K. – PAL BHADRA, M. – GIRSCHICK, H. J. – BHADRA, U. 2008. MicroRNAs- micro in size but macro in functions. *FEBS Journal* 2008; 275(20):4929–4944.
25. SPANUDAKIS, E. – JACKSON, S. 2014. The role of microRNAs in the control of flowering time. *Journal of Experimental Botany* 2014;65(2):365–380. doi: 10.1093/jxb/ert453
26. XIE, K. – SHEN, J. – HOU, X. – YAO, J. – LI, X. – XIAO, J. – XIONG, L. 2012. Gradual increase of miR156 Regulates Temporal Expression Changes of Numerous Genes during Leaf Development in Rice. *American Society of Plant Biologist* 2012;158(3):1382–1394. <https://doi.org/10.1104/pp.111.190488>
27. XU, M. – HU, T. – ZHAO, J. – PARK, M. Y. – EARLEY, K. W. – WU, G. – YANG, L.-POETHING, R. S. 2016. Developmental functions of miR156 regulated SQUAMOSA PROMOTOR BINDING PROTEIN-LIKE (SPL) Genes in *Arabidopsis thaliana*. *PLoS Genetics* 2016;12(8):1–29. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1006263>
28. YADAV, C. B. Y. – MUTHAMILARASAN, M. – PANDEY, G. – PRASAD, M. 2014. Development of novel microRNA-based genetic markers in foxtail millet for genotyping applications in related grass species. *Mol Breeding* 2014;34:2219–2224. <https://doi.org/10.1007/s11032-014-0137-9>

Kontaktná adresa

prof. Ing. Katarína Ražná, PhD., Ústav rastlinných a environmentálnych vied FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: katarina.razna@uniag.sk

VPLYV PRÍDAVKU ŠPECIÁLNYCH SLADOV NA VYBRANÉ KVALITATÍVNE PARAMETE SLADINY THE EFFECT OF SPECIAL MALTS ADDITION ON SELECTED QUALITATIVE PARAMETRES OF UNHOPPED WORT

Solgajová Miriam, Mareček Ján, Mendelová Andrea, Kolesárová Anna

Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

Summary

In the presented work technological quality of pale malts and special malts was evaluated. Pale malts were produced from the barley varieties Levan, Kangoo, Malz, Ebson, Malwinta. Subsequently the impact of special malts addition on selected qualitative parameters of unhopped wort was evaluated. Seven variants of unhopped wort with different addition of special malts were prepared. The results showed that one of the most important quality parameter the malt extract in dry matter was above 83% with regard to all analyzed malts. The highest extract showed the pale malt of variety Malz (88%). All analyzed malts were highly modified (friability above 77.8%). The results of saccharification (up to 15 min.) also showed that the quality of malts was high. The problematic parameter was the turbidity of wort. For this parameter, we found values higher than recommended (6.58 – 10.20 EBC units). Moreover, it was found out, that with addition of special malts the process of saccharification of wort (up to 10 min.) was very optimal. This parameter was not even negatively influenced by the addition of colored malt in quantity of 50 % (variant VI). Almost for all evaluated variants of wort the process of lautering was ready up to 30 minutes that is required as optimal. The exception was variant VI with very slow process of lautering (180 min.). The addition of special malts increased the turbidity of mash (6.32 – 9.25 EBC units) and the biggest impact on turbidity had the addition of colored malt.

Key words: malting barley, malt, quality of malt, mash

ÚVOD

Základom výroby kvalitného sladu je kvalitný sladovnícky jačmeň. Kvalita sladu závisí nielen od odrody použitého jačmeňa, ale aj od technológie sladovania, podmienok skladovania a má zásadný vplyv nielen na priebeh technológie, ale aj na základné biochemické, fyzikálno–chemické a organoleptické vlastnosti výsledného produktu, ktorým je pivo. Niektoré vlastnosti sladu ako chuť, farba a vôňa rozhodujú priamo o type vyrobeného piva, iné vlastnosti ako zloženie extraktívnych látok, stupeň rozštiepenia bielkovín zase významne ovplyvňujú kvalitu piva (Basařová et al., 2010; Cornaggia et al., 2019). Technológia sladovania umožňuje premenu zrna jačmeňa na slad, ktorý je základnou surovinou na výrobu piva a poskytuje tak extraktívne látky dôležité nielen pre výživu pivovarských kvasiniek ale aj pre konečný produkt (Yousif a Evans, 2020).

Prvým medziproduktom pri výrobe piva je sladina, ktorá sa získava postupnými procesmi šrotovania sladu, rmutovania a scedzovania. Sladinu čiastočne charakterizujeme jej silou, čiže extraktom látok, ktoré sú rozpustené v roztoku a jej objemom (Briggs et al., 2004; Kück a Frankenberg Dinkel, 2015). Čírosť a zákal sladiny súvisia s výskytom nerozpustných častíc, často nepatrných rozmerov, na ktorých sa môže rozptyľovať svetlo (Kosař a Procházka, 2000). Tento parameter poukazuje na stupeň rozlúštenia sladu a taktiež na správnosť dĺžky odležania sladu (Basařová, 1992). Za hlavné zlúčeniny zvyšujúce hodnoty zákalov a zároveň zhoršujúce stekanie sú považované β – glukány. Negatívny vplyv majú všetky polysacharidy, hlavne štiepne produkty pentózanov arabinoxylanov, ktoré sa tiež podieľajú na viskozite diela

(Basařová et al., 2015). Podľa Psotu et al. (2009) a Steinera et al. (2011) môže dôjsť k zákalu z rôznych príčin a to napríklad, ak je sklovitosť zrna vyššia ako 3 % alebo ak sa zrno sladu zle rozomelie (škrob nemusí byť degradovaný). Ďalšími príčinami môže byť nesprávna teplota pri rmutovaní alebo veľmi krátke pôsobenie teploty (keď dôjde neskoro k scukreniu) a tiež použitie vysokej teploty počas scedzovania. Ďalším dôležitým parametrom sladiny je viskozita považovaná za významný ukazovateľ rozlúštenia sladu a orientačne informuje o stupni degradácie hemicelulóz, hlavne β – glukánov v analyzovanej vzorke a taktiež o predpokladanej dobe scedzovania sladiny (Basařová et al., 2010; Dostálek et al., 2015; Shetty et al., 2017). Viskozitu sladiny zvyšuje prítomnosť β – glukánov a arabinoxylánov, ktoré spôsobujú problémy pri filtrácii (Egi et al., 2004; Cornaggia et al., 2019; Yousif a Evans, 2020).

Cieľom práce bolo zhodnotiť vplyv prídavku špeciálnych sladov na vybrané kvalitatívne parametre sladiny.

MATERIÁL A METÓDY

Na analýzy boli použité vzorky svetlého sladu vyrobeného z odrôd jačmeňa: Levan, Kangoo, Malz, Malwinta, Ebson a vzorky špeciálnych sladov: karamelový a farebný slad. Vo vzorkách sladu boli hodnotené nasledovné ukazovatele: vlhkosť (metóda 3.2 Analytika EBC, 2010), objemová hmotnosť (metóda 4.1 Analytika EBC, 2010), friabilita (metóda 4.15 Analytika EBC, 2010).

Následne bolo laboratórne pripravených 7 variantov sladiny zo svetlého sladu odrody Malz s rôznymi prídavkami špeciálnych sladov (karamelový a farebný) v pomere: kontrola 100 % Malz (50 g Malz), Variant I 90 % Malz + 10 % karamelový slad (45 g Malz + 5 g karamelový slad), Variant II 50 % Malz + 50 % karamelový slad (25 g Malz + 25 g karamelový slad), Variant III 90 % Malz + 5 % karamelový slad + 5 % farebný slad (45 g Malz + 5 g karamelový slad + 5 g farebný slad), Variant IV 80 % Malz + 15 % karamelový slad + 5 % farebný slad (40 g Malz + 7,5 g karamelový slad + 2,5 g farebný slad), Variant V 90 % Malz + 10 % farebný slad (45 g Malz + 5 g farebný slad), Variant VI 50 % Malz + 50 % farebný slad (25 g Malz + 25 g farebný slad), Variant VII 80 % Malz + 10 % karamelový slad + 10 % farebný slad (40 g Malz + 5 g karamelový slad + 5 g farebný slad). U týchto variantov pripravenej sladiny boli analyzované nasledovné technologické parametre: extrakt (metóda 4.5.1 Analytika EBC, 2010), stekanie sladiny (metóda 4.5.1 Analytika EBC, 2010), scukrenie sladiny (metóda 4.5.1 Analytika EBC, 2010), zákal sladiny (metóda 9.29 Analytika EBC, 2010), viskozita sladiny (metóda 8.4 Analytika EBC, 2010).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky ukázali, že hodnoty vlhkosti sa u hodnotených sladov pohybovali v rozpätí od 5,88 do 5,98 % s výnimkou sladu z odrody Malz (6,40 %) (tab. 1). Vlhkosť sladu by nemala presahovať hodnotu 6 % (Briggs et al., 2004; Basařová et al., 2010). Hodnoty vlhkosti karamelového sladu 5,80 % a farebného sladu 3,98 % (tab. 1) spĺňali požiadavky na vlhkosť. Zvýšené hodnoty vlhkosti vzoriek sladov mohli byť ovplyvnené manipuláciou, prepravou ale aj podmienkami skladovania sladov, nakoľko slad je silne hygroskopický biologický materiál. Mierne zvýšenie vlhkosti môže byť na druhej strane priaznivé pre mletie (vyššia elasticita pliev), avšak zvýšená vlhkosť spracovaného sladu (navlhnutý slad) môže spôsobovať zníženie extraktívnosti, problémy pri skladovaní (náchylnosť k mikrobiálnej kontaminácii) a problémy pri kvasení (Kosař a Prochádzka, 2000).

Ako je uvedené v tabuľke 1, hodnoty objemovej hmotnosti analyzovaných svetlých sladov sa pohybovali od 556 g.dm⁻³ (Malwinta) do 580 g.dm⁻³ (Levan). Všetky namerané

hodnoty u svetlých sladov spĺňali odporúčané hodnoty objemovej hmotnosti, ktorá sa pri svetlých sladoch pohybuje od 540 až 600 g.dm⁻³ a pri tmavých sladoch od 520 až 550 g.dm⁻³ (Basařová et al., 2015; Dostálek et al., 2015). U špeciálnych sladov sme namerali hodnoty objemovej hmotnosti 576 g.dm⁻³ (karamelový slad) a 556 g.dm⁻³ (farebný slad) (tab. 1).

Friabilitu označujeme ako krehkosť a poskytuje nám informáciu o rozlúštení zrna (Dráb et al., 2013; Basařová et al., 2015). Namerané hodnoty friability sa u svetlých sladov pohybovali nad 80 %, s výnimkou sladu z odrody Malwinta – 77,8 % (tab. 1). Z výsledkov môžeme usúdiť, že vzorky sladov boli dobre rozlúštené. Podľa Psotu et al. (2009) by sa hodnoty mali pohybovať v rozpätí 79 – 86 %. Pre slady špeciálne sa požiadavky na friabilitu neuvádzajú.

Doba scukrenia kongresnej sladiny je dôležitým ukazovateľom účinnosti amylolytických enzýmov sladu. Optimálne scukrenie sladiny je do 10 minút. Zle rozlúštené slady a slady doťahované pri veľmi vysokých teplotách scukorňujú pomalšie. Naopak, prelúštené slady a slady dotiahnuté pri nízkych teplotách scukorňujú rýchlo. Čas scukrenia by nemal presiahnuť 20 minút. Pre slady špeciálne sa požiadavky na scukrenie neuvádzajú (Basařová et al., 2010). Pri hodnotení scukrenia sladov sme pozorovali, že scukrenie nastalo už do 10 minút pri sladoch z odrôd Levan, Malz a Malwinta. U sladov z odrôd Kangoo a Ebson nastalo scukrenie do 15 minút (tab. 1).

Basařová (1992), Kosař a Prochádzka (2000) charakterizujú stekanie kongresnej sladiny ako normálne, ak prebehne do 1 hodiny, pomalé do 2 hod., zlé nad 2 hod. U všetkých analyzovaných sladov sme pozorovali číre stekanie do 30 minút (tab. 1). Doba stekania sladiny sa posúdila počas filtrácie. Z výsledkov môžeme usúdiť, že slady boli dobre rozlúštené. Rýchle stekanie je znakom dobrého rozlúštenia sladu a dokonalého scukrenia sladiny a je dôležité predovšetkým z hľadiska podmienok scedzovania sladiny v prevádzkových varniach (Basařová et al., 2015). Kosař a Prochádzka (2000) uvádzajú, že opalizujúce, pomaly stekajúce sladiny sú buď vyrobené z nerozlúšteného sladu alebo z nedotiahnutého sladu. U špeciálnych sladov sa stekanie nehodnotí. Doba stekania úzko súvisí s obsahom β – glukánov v sladine a s viskozitou sladiny (Yousif a Evans, 2020).

Podľa Gregora et al. (2011) je extrakt jedným z najdôležitejších kritérií akosti sladu. Je to súhrn všetkých látok sladu, ktoré sú priamo rozpustné vo vode alebo po enzymatickom rozklade prechádzajú v priebehu rmutovania do sladiny. Extrakt je tvorený rozpustnými látkami bielkovinovej povahy, ale aj látkami sacharidickej povahy, kam patria predovšetkým monosacharidy a oligosacharidy, z ktorých sú prítomné i rozvetvené dextríny. Pre svetlé slady je požiadavka na extrakt v sušine 79 až 82 % (Križanová et al., 2010; Dráb et al., 2013). U špeciálnych sladov stanovujeme hodnotu extraktu v sušine len pre karamelové slady, pričom požiadavka je min. 75 %. Ako je uvedené v tabuľke 1, všetky vzorky skúšaných svetlých sladov dosiahli hodnotu extraktu v sušine sladu nad 83,43 %. U karamelového sladu sme namerali hodnotu extraktu v sušine 75,83 % (tab. 1, obr. 2). Pre farebný slad sa požiadavky na extrakt neuvádzajú.

V súčasnej dobe sa kladie dôraz na parametre, ktoré môžu ovplyvniť senzorické vlastnosti finálneho produktu. K týmto znakom patrí zákal sladiny. Zákal poskytuje prvý vizuálny dojem o kvalite piva pre spotrebiteľa (Kosař a Prochádzka, 2000; Steiner et al., 2011). Tento parameter poukazuje na stupeň rozlúštenia sladu a taktiež na správnosť dĺžky odležania sladu (Basařová, 2010). Veľkú rolu v procese tvorby zákalov a scedzovania má kvalita sladu, zloženie sladového šrotu, teplotné podmienky a miera degradácie vysokomolekulárnych látok docielená pri rmutovaní. Za hlavné zlúčeniny zvyšujúce hodnoty zákalov a zároveň zhoršujúce scedzovanie sú považované β – glukány. Negatívny vplyv majú všetky polysacharidy, hlavne štiepne produkty pentózanov, arabinoxylánov, ktoré sa tiež podieľajú na viskozite diela (Basařová et al., 2010). Podľa Basařovej et al. (2015) by sa optimálne hodnoty zákalu sladiny mali pohybovať do 2,5 j. EBC. Psota et al. (2009),

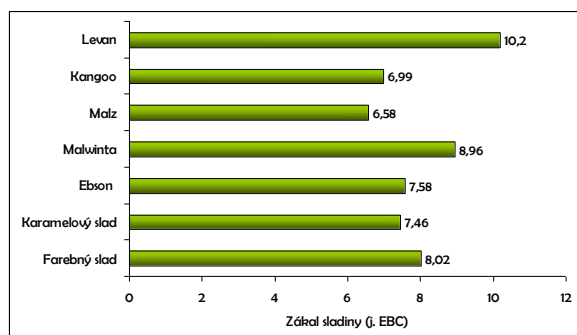
Kotlíková et al. (2014) uvádzajú, že za prijateľné sa považujú hodnoty zákalu do 4 j. EBC, kedy je sladina i vizuálne hodnotená ako číra. Sladiny s hodnotou zákalu od 4 do 8 j. EBC majú sladiny so slabým opaleskom a hodnoty zákalu nad 8 j. EBC už majú sladiny zakalené. Pri hodnotení sme merali zákal pod uhlom 90°. Najnižšiu hodnotu sme namerali v sladine z odrody Malz – 6,58 j. EBC a ostatné svetlé slady mali hodnoty zákalu sladiny až do 8,96 j. EBC (Malwinta), (tab. 1). Pri meraní zákalu sladu odrody Levan sme namerali dokonca až 10,20 j. EBC (tab. 1). Už pri vizuálnom hodnotení sme spozorovali, že sladina bola zakalená, s jemným opaleskom. Tieto zvýšené hodnoty zákalu mohli byť spôsobené následkom viacerých faktorov, ako napríklad kvalita sladu, zloženie sladového šrotu, teplotné podmienky a miera degradácie vysokomolekulárnych látok docielená pri rmutovaní. Taktiež negatívny vplyv mohol spôsobiť zvýšený obsah β – glukánov, hlavne štiepných produktov pentózanov, ale i zvýšený obsah kaliacich častíc baktérií pochádzajúcich zo sladu (Psota, 2009). Hodnoty karamelového sladu (7,46 j. EBC) a farebného sladu (8,02 j. EBC) boli tiež vyššie, ale v týchto prípadoch môže byť zvýšená hodnota zákalu spôsobená vyššími obsahmi vysokomolekulárnych látok a látok bielkovinovej povahy v týchto špeciálnych sladoch (obr. 1).

Tab. 1 Vybrané kvalitatívne parametre svetlých a špeciálnych sladov

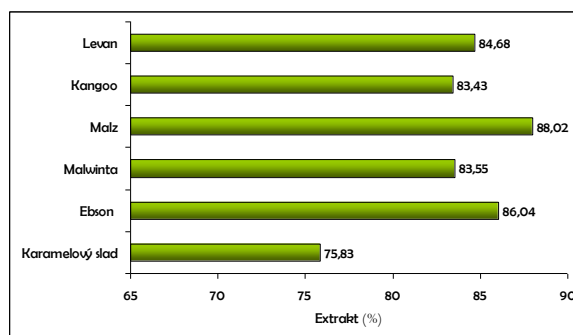
Typ sladu	Vlhkosť sladu	Objemová hmotnosť sladu	Friabilita sladu	Scukrenie do	Stekanie do	Viskozita	Extrakt v sušine	Zákal sladiny pod 90°
	%	g. dm ⁻³	%	min.	min.	mPa.s ⁻¹	%	jednotky EBC
Levan-svetlý slad	5,88	580	83,4	10	30	1,54	84,68	10,20
Kangoo-svetlý slad	5,90	576	81,0	15	30	1,51	83,43	6,99
Malz-svetlý slad	6,40	564	87,8	10	30	1,47	88,02	6,58
Malwinta-svetlý slad	5,98	556	77,8	10	30	1,58	83,55	8,96
Ebson-svetlý slad	5,90	560	87,0	15	30	1,43	86,04	7,58
Karamelový slad	5,80	576	--	--	--	--	75,83	7,46
Farebný slad	3,98	556	--	--	--	--	--	8,02

Viskozita sladiny je významný ukazovateľ rozlúštenia sladu a orientačne informuje o stupni degradácie hemicelulózy, hlavne β – glukánov v analyzovanej vzorke, a taktiež o predpokladanej dobe scedzovania sladiny. Hodnoty viskozity sladiny sa považujú z mnohých možných stanoviteľných kritérií za veľmi významné pre predpoveď technologickej akosti sladu (Basařová et al., 2010; Shetty et al., 2017). Vysoká viskozita môže mať negatívny účinok na jednotlivé procesné operácie ako rmutovanie, scedzovanie, varenie a chladenie mladiny (Ambrosi et al., 2014). Viskozita je ovplyvnená hlavne obsahom β – glukánov (Jin et al., 2004; Yousif a Evans, 2020). Normálne rozlúštené slady by podľa Basařovej et al. (2015) mali dosahovať hodnoty od 1,53 do 1,61 mPa.s⁻¹ a vysoko rozlúštené do 1,53 mPa.s⁻¹. Ako je uvedené v tabuľke 1, najnižšie hodnoty viskozity sme namerali u sladov z odrody Ebson (1,43 mPa.s⁻¹), Malz (1,47 mPa.s⁻¹) a Kangoo (1,51 mPa.s⁻¹) a na základe vyššie uvedených poznatkov môžeme tvrdiť, že slady boli vysoko rozlúštené. Ostatné slady môžeme na základe nameraných hodnôt označiť ako normálne rozlúštené. Pre slady špeciálne sa požiadavky na viskozitu neuvádzajú.

Z výsledkov vyplýva, že všeobecne najkvalitnejším sladom s najlepšimi dosiahnutými hodnotami sledovaných parametrov bol svetlý slad z odrody Malz, ktorý sa použil na následnú prípravu kongresnej sladiny obohatenej o karamelový a farebný slad.



Obr. 1 Zákal sladiny analyzovaných sladov



Obr. 2 Extrakt analyzovaných sladov

Pri zhodnotení kvality jednotlivých variantov sladiny pripravenej zo svetlého slad z odrody Malz obohatenej o prídavky špeciálnych sladov sme zistili, že doba scukrenia kongresnej sladiny, ktorá je dôležitým ukazovateľom účinnosti amylolytických enzýmov slad sa pohybovala u všetkých variantov do 10 minút, čo môžeme hodnotiť ako optimálne (tab. 2). Tento parameter dokonca negatívne neovplyvnil ani 50 %-tný prídavok farebného slad (variant VI).

Tab. 2 Kvalitatívne parametre sladiny obohatenej o prídavky špeciálnych sladov

Varianty	Scukrenie do/ min.	Stekanie do/ min.	Zákal sladiny pod 90°/ jednotiek EBC
Kontrola	10	30	6,58
Variant I	10	30	6,32
Variant II	10	30	7,46
Variant III	10	30	7,31
Variant IV	10	30	6,43
Variant V	10	30	9,25
Variant VI	10	180	8,02
Variant VII	10	30	8,90

Vysvetlivky: **Kontrola:** 100 % Malz; **variant I:** 90 % Malz + 10 % karamelový slad; **variant II:** 50 % Malz + 50 % karamelový slad; **variant III:** 90 % Malz + 5 % karamelový slad + 5 % farebný slad; **variant IV:** 80 % Malz + 15 % karamelový slad + 5 % farebný slad; **variant V:** 90 % Malz + 10 % farebný slad; **variant VI:** 50 % Malz + 50 % farebný slad; **variant VII:** 80 % Malz + 10 % karamelový slad + 10 % farebný slad

Stekanie je dôležité predovšetkým z hľadiska podmienok scedzovania sladiny. Za normálne stekanie u kongresných sladín je považované stekanie do 1 hodiny. U kontroly, ako aj u takmer všetkých variantov, nastalo stekanie do 30 minút, čo je považované za optimálne (tab. 2). Výnimkou je variant VI, u ktorého sme pozorovali stekanie veľmi pomalé (až 180 minút) (tab. 2), pričom sme pozorovali penenie a zvýšenú viskozitu sladiny. Príčinou zvýšenia viskozity mohol byť 50 % prídavok farebného slad, ktorý pravdepodobne spomalil scedzovanie.

Viacero autorov Psota et al. (2009), Kotlíková et al. (2014), Basařová et al. (2015) sa zhoduje, že optimálna hodnota zákalu sladiny svetlých sladov by sa mala pohybovať do 2,5 j. EBC a za ešte prijateľné uvádzajú hodnoty do 4 j. EBC. Ako je uvedené v tabuľke 2, všetky analyzované varianty preukázali zákal nad 6 j. EBC. U variantu č. V sme namerali hodnotu zákalu až 9,25 j. EBC (tab. 2). Na základe nameraných hodnôt môžeme konštatovať, že prídavok špeciálnych sladov v malej miere zvyšuje zákal sladiny a najväčší vplyv na zvýšenie zákalu mal prídavok farebného slad.

ZÁVER

Všetky hodnotené slady splnili požiadavky pre slady svetlého typu čo sa týka extraktu v sušine (83,43 – 88,02 %) a v hodnotách stekania (do 30 min.), na základe čoho môžeme tvrdiť, že išlo o slady vysoko rozlúštené. Taktiež aj hodnoty scukrenia (do 15 min.) poukazovali na vysokú kvalitu sladov, nakoľko väčšina z nich spĺňala požiadavky pre slady svetlého typu. Problematickým parametrom bol zákal sladiny. Pri tomto parametri sme zistili hodnoty vyššie ako sú odporúčané (6,58 – 10,20 j. EBC). Sladiny boli zakalené s jemným opaleskom. Všeobecne najkvalitnejším sladom s najlepšimi dosiahnutými hodnotami sledovaných parametrov bol svetlý slad z odrody Malz.

V rámci hodnotenia kvality jednotlivých variantov sladiny obohatenej o prídavky špeciálnych sladov výsledky ukázali, že vysoký prídavok (50 %) farebného sladú negatívne ovplyvnil rýchlosť stekania (až 180 min.). Pri hodnotení scukrenia sme nespokořovali negatívny vplyv prídavku špeciálnych sladov. Výsledky potvrdili, že prídavok špeciálnych sladov zvýšil zákal sladiny (6,32 – 9,25 j. EBC) a najväčší vplyv na zvýšenie zákalu mal prídavok farebného sladú, z čoho vyplýva záver, pridávať špeciálne slady do sypania k svetlým sladom len v malom množstve do 5 až 10 %, nakoľko by sa mohli výrazne pozmeniť fyzikálno–chemické vlastnosti vyrobenej sladiny.

Pod'akovanie: Publikácia vznikla s podporou projektu KEGA 044SPU-4/2019 „Inovácia vzdelávania v predmetoch so zameraním na skladovanie a spracovanie potravín rastlinného pôvodu“.

LITERATÚRA

1. AMBROSI, A. – CARDOZO, N. S. M. – TESSARO, I. C. – 2014. Membrane separation processes for the beer industry: A review and state of the art. *Food Bioproc Tech* vol. 7, pp. 921- 936. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1275-0>
2. BASAŘOVÁ, G. – PSOTA, V. – ŠAVEL, J. – BASAŘ, P. – PAULU, R. – KOSAŘ, K. – DOSTÁLEK, P. – BASAŘOVÁ, P. – KELLNER, V. – MIKULÍKOVÁ, R. – ČEJKA, P. 2015. *Sladařství. Teorie a praxe výroby sladú*. Havlíček Brain Team, Praha, 626 p. ISBN 978-80-871109-47-2.
3. BASAŘOVÁ, G. – ŠAVEL, J. – BASAŘ, P. - LEJSEK, T. 2010. *Pivovarství. Teorie a praxe výroby piva*. Praha: Vysoká škola chemicko – technologická. 904 p. ISBN 978-80-7080-734-7.
4. BASAŘOVÁ, G. 1992. *Pivovarsko – sladařská analytika*. Praha: Merkanta s.r.o. 388 p.
5. BRIGGS, D. – BOULTON, CH. – BROOKES, P. – STEVENS, R. 2004. *Brewing: Science and Practice*. Woodhead Publishing, pp. 34-170, ISBN 978-1-85573-490-6.
6. CORNAGGIA, C. – EVANS, D. E. – DRAGA, A. – MANGAN, D. – MCCLEARY, B.V. 2019. Prediction of potential malt extract and beer filterability from conventional and novel malt quality assessments parameters. *J. Inst. Brew.* vol. 125, pp. 294- 309. DOI: <https://doi.org/10.1002/jib.567>
7. DOSTÁLEK, P. – BASAŘOVÁ, P. – KELLNER, V. – MIKULÍKOVÁ, R. – ČEJKA, P. 2015. *Sladařství-teorie a praxe výroby sladú*. Praha: Havlíček, Brain Team. 626 p. ISBN 978-80-871109-47-2
8. DRÁB, Š. – PSOTA, V. – FRANČÁKOVÁ, H. – SCHAMBULA, L. – HARTMANN, J. – TOKÁR, M. 2013. Závislost kvality sladú na odróde a ročníku. *Kvasný průmysl*, vol. 59, no. 7-8, pp.182-189. DOI: 10.18832/kp2013018
9. EBC Analyysis committee. 2010. *Analytica EBC*, Nuremberg:Fachverlag Hans Carl. 794 p. ISBN 978-3-418-00759-5

10. EGI, A. – SPEERS, R. – SCHWARZ, P. 2004. Arabinoxylans and their behavior during malting and brewing. *Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am.* vol. 41, pp. 248- 267.
11. GREGOR, T. – CERKAL, R. – HRIVNA, L. – ŠOTTNÍKOVÁ, V. 2011. Stanovení extraktu v zrne ječmene enzymatickou cestou. *Kvasný průmysl*, vol. 57, no. 7-8, pp. 236-241. DOI:10.18832/kp2011025
12. JIN, Y. – SPEERS, R. – RAULSON, A. – STEWART, R. 2004. Effects of beta-glucans and environmental factors on the viscosities of wort and beer. *Journal of The Institute of Brewing*, vol. 110, no. 2, pp. 104-116. DOI: 10.1002/j.2050-0416.2004.tb00189.x
13. KOSAŘ, K – PROCHÁDZKA, S. 2000. *Technologie výroby sladu a piva*. Praha: Výskumný ústav pivovarský a sladařský a.s. 398 p. ISBN 80-902658-6-3.
14. KOTLÍKOVÁ, B. – GABRIEL, P. – FIALA, J. – JALÍNEK, L. – KARABÍN, M.-SLADKÝ, P. 2014. Praktické zkušenosti se zavedením stabilizace piva v provozu. *Kvasný průmysl*, vol. 60, no. 3, pp. 46-51. DOI:10.18832/kp2014005.
15. KRIŽANOVÁ, M. – PSOTA, V. – SLEZIAK, Ľ. – ŽOFAJOVÁ, A. – GUBIŠ, J. 2010. Šľachtenie jačmeňa jarného na sladovnícku kvalitu. *Potravinárstvo*, vol. 4, no. 2, pp. 39-43. DOI: <https://doi.org/10.5219/50>
16. KÜCK, U. – FRANKENBERG DINKEL, N. 2015. *Biotechnology*. De Gruyter, pp. 13-14. ISBN 978-3-11-034110-2.
17. PSOTA, V. – SKULILOVÁ, Z. – HARTMANN, J. 2009. The effect of the Barley Variety, Location and Year Crop on the Haze of Congress Wort. *Czech J. Food Sci*, vol. 27, no. 3, pp. 158 – 164. DOI:10.17221/156/2008-CJFS
18. SHETTY, R. – ZHUANG, S. – OLSEN, R. – HANSEN, P. – HOBLEY, T. 2017. Effects of added enzymes on sorted, unsorted and sorted-out barley: a model study on realtime viscosity and process potentials using rapid visco analyser. *Journal of Cereal Science*, vol. 77, pp. 141-146. DOI.org/10.1016/j.jcs.2017.07.018
19. STEINER, E. – ARENDT, E. K. – GASTL, M. – BECKER, T. 2011. Influence of the malting parameters on the haze formation of beer after filtration. *European Food Research and Technology*, pp. 587 – 597. DOI:10.1007/s00217-011-1547-0
20. YOUSIF, A. M. – EVANS, D. E. 2020. Changes in malt quality during production in two commercial malt houses. *Journal of the Institue of brewing*, vol. 126, no. 3, pp. 233-252, DOI: <https://doi.org/10.1002/jib.609>

Kontaktná adresa

Ing. Miriam Solgajová, PhD., Ústav potravinárstva FBP SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, e-mail: miriam.solgajova@uniag.sk

SLEDOVANIE VPLYVU NAHRADENIA SACHARÓZY SLNEČNICOU HLUZNATOU NA NUTRIČNÉ A SENZORICKÉ VLASTNOSTI SUŠIENOK

MONITORING OF INFLUENCE OF SUGAR SUBSTITUTION BY JERUSALEM ARTICHOKE ON NUTRITIONAL AND SENSORY PROPERTIES OF COOKIES

Šátek Matúš^{1,2}, Ivanišová Eva¹, Mareček Ján¹, Kunecová Daniela³, Hlaváčová Zuzana³

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

²Výskumné centrum AgroBioTech, SPU v Nitre

³Ústav elektrotechniky, automatizácie, informatiky a fyziky, Technická fakulta, SPU v Nitre

Summary

Aim of this work was to observe effects of sugar substitution (0%, 33%, 66% and 100%) by powder made from Jerusalem artichoke (JA), on nutritional and sensory properties of cookies. Contents of moisture, crude protein, total ash, fat, antioxidant activity, total polyphenols as well as caloric value were measured. Secondary was also determination of sensory properties. We have measured following parameters in 4 cookie samples: dry matter content from 82.67% to 94.61%, crude protein content from 8.60% to 11.67%, ash content from 0.94% to 2.47%, fat content from 18.7% to 19.1%, total polyphenols from 0.31 mg GAE.g⁻¹ (gallic acid equivalent) to 0.45 mg GAE.g⁻¹, antioxidant activity from 1.74 mg TEAC.g⁻¹ (TEAC – trolox equivalent antioxidant capacity) to 2.60 mg TEAC.g⁻¹ and caloric value from 21.14 kJ.g⁻¹ to 21.56 kJ.g⁻¹. Sensory analysis has shown that JA powder can be used to substitute of sugar (especially in amount of 33%) and for improving the sensory properties (pleasant nutty flavour to the product). Higher substitution (especially 100%) had lower caloric value but caused bitterness and crumbly structure of the product, due to the lack of sugar in the recipe.

Key words: Jerusalem artichoke, flour, sugar substitute, biscuits

ÚVOD

Slnečnica hľuznatá (*Helianthus tuberosus* L.) patrí medzi menej známe plodiny v potravinárskom priemysle; využiteľnou časťou je jedlá hľuza. V súčasnosti je však možné v oblasti potravinárstva sledovať vyšší záujem o túto plodinu, predovšetkým na produkciu potravín s pridanou hodnotou (Yang et al., 2015). Produktmi (múka a inulínový prášok) zo slnečnice hľuznatej je možné nahradiť cukor, tuk a obilnú múku v receptúrach pekárenských výrobkov (Lee et al., 2017). Pozitívny vplyv prídavku prášku zo slnečnice hľuznatej na nutričné vlastnosti výrobku je spôsobený prítomnosťou inulínu a príbuzných látok, zvýšením obsahu minerálnych látok (najmä draslíka, horčíka a fosforu) a zvýšením obsahu látok s antioxidačnou aktivitou (Lee et al., 2017; Ozgoren et al., 2019). Nahradením obilnej múky múkou zo slnečnice hľuznatej je taktiež možné znížiť glykemický index výrobku (Radovanovic-Barjaktarevic et al., 2014).

MATERIÁL A METÓDY

Hľuzy vypestované v roku 2019 (Šurany, Slovensko, 144 m.n.m.) boli očistené, umyté a rozkrájané na tenké plátky. Plátky boli sušené v teplovzdušnej sušiarňi (62 ± 3 °C/5 hodín), po vysušení boli rozdrvené na hrubozrnný prášok. Prášok bol použitý v receptúre sušienok z nasledovných zložiek:

- prášok zo slnečnice hľuznatej (JA)

- múka pšeničná celozrnná-stredná, Mlyn Pohronský Ruskov
- vajcia
- cukor práškový
- domáca bravčová masť
- kuchynská soľ

Všetky suroviny, okrem masť a slnečnice hľuznatej boli zakúpené v obchodnej sieti SR. Zo surovín boli pripravené 4 varianty receptúry – 0% (kontrola), 3 %, 66% a 100% náhrada práškoveho cukru práškom zo slnečnice hľuznatej. Zo surovín bolo miesením pripravené cesto, z ktorého boli vytvarované sušienky v tvare hrudky, s približnou hmotnosťou 10 g. Sušienky boli následne pečené 20 minút pri teplote 125 °C. Po voľnom vychladnutí boli sušienky analyzované.

Použité metódy

- Stanovenie sušiny vázkovo
- Stanove hrubého proteínu podľa Kjeldahla
- Stanovenie celkových popolovín spálením v mufľovej peci
- Stanovenie obsahu tuku extrakčne
- Stanovenie antioxidačnej aktivity DPPH metódou
- Stanovenie celkových polyfenolov spektrofotometricky
- Stanovenie kalorickej hodnoty kalorimetricky
- Senzorické hodnotenie – pomocou hedonickej 9 b stupnice (14 poučených laikov, hodnotené parametre vzoriek: vzhľad, vôňa, intenzita vône, cudzia vôňa (9 bodov = jej neprítomnosť), konzistencia, chuť (celkovo), intenzita chuti, dochuť a celkový dojem.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky analýz nutričného zloženia sú zhrnuté v tabuľke 1.

Tab. 1 Prehľad nameraných veličín v MSH a v jednotlivých vzorkách

Znak	JA	1.	2.	3.	4.
Sušina / %	92,55	94,61	93,58	89,60	82,67
Hrubý proteín / %	11,72	8,60	9,64	10,68	11,67
Celkové popoloviny / %	6,69	0,95	1,56	1,96	2,47
Tuk / %	1,30	20,21	20,00	20,26	22,64
Antioxidačná aktivita / mg TEAC.g ⁻¹	1,17	1,83	2,26	2,53	3,14
Celkové polyfenoly / mg GAE.g ⁻¹	2,20	0,36	0,34	0,45	0,55
Kalorická hodnota / kJ.g ⁻¹	15,42	21,55	21,57	21,25	21,14

Vysvetlivky: 1. – kontrola; 2. – 33 % náhrada cukru; 3. – 66 % náhrada cukru; 4. – 100 % náhrada cukru; JE – slnečnica hľuznatá; TEAC – Trolox ekvivalent antioxidačná kapacita; GAE – ekvivalent kyseliny galovej

Z hľadiska obsahu sušiny je možné uviesť, že nahradením cukru slnečnicou hľuznatou (JA) došlo k zvýšeniu množstva zadržanej vody vo výrobku, nakoľko hlavným zdrojom vody v receptúre bola vaječná hmota. V prípade vzorky 2. (33% náhrada cukru) nedošlo k výraznejšiemu zadržaniu vody oproti kontrole, pričom v prípade vzoriek 3. a 4. (66% resp. 100% náhrada cukru) bola zvýšená vlhkosť zistená aj pri senzorickom hodnotení.

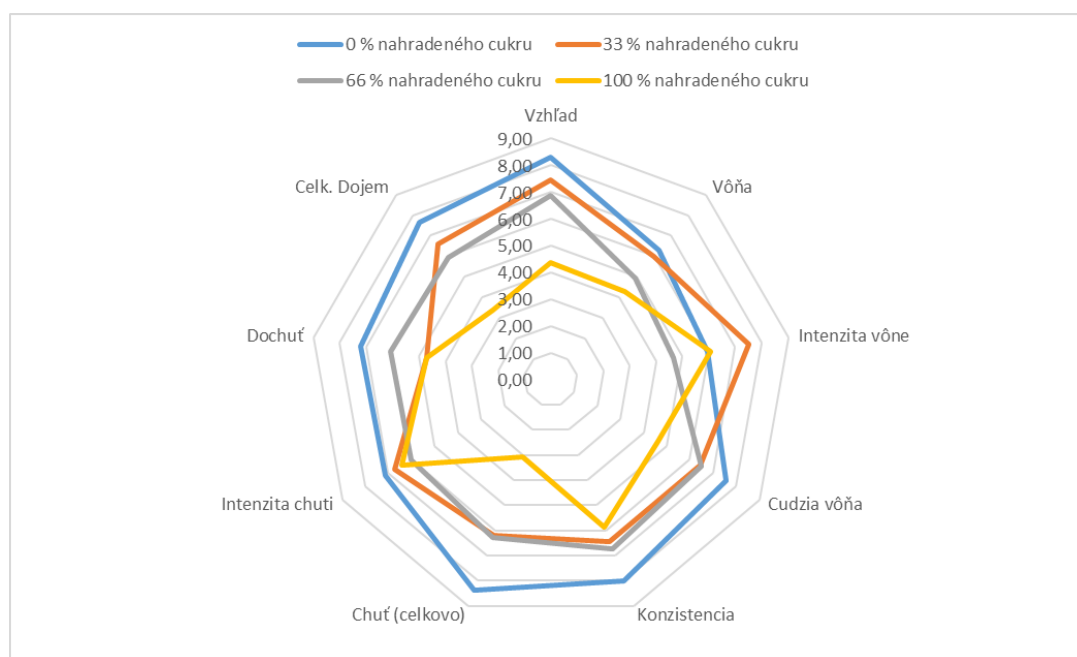
Obsah sušiny resp. obsah vody v pekárskej výrobke má najmä vplyv na jeho skladovateľnosť, kedy zvýšený obsah vody podporuje rast mikroorganizmov a tiež trvanlivosť (Rubel et al., 2018). S narastajúcim podielom JA bolo možné sledovať nárast obsahu hrubého proteínu, popolovín, celkových polyfenolov a antioxidačnej aktivity (tab. 1).

Prídavok JA môže byť využitý na obohatenie výrobku o esenciálne aminokyseliny, nakoľko Johansson et al. (2015) uvádzajú, že hľuzy slnečnice hľuznatej sú bohaté najmä na sírne aminokyseliny, avšak podľa Díaz et al. (2019) spôsobujú proteíny nelepkového charakteru technologické problémy pri formovaní cesta. Lee et al. (2017) konštatujú, že obsah popolovín je v JA vyšší oproti obilným múkam, pričom zároveň JA môže obohatiť výrobok o draslík (približne 7-krát vyšší obsah oproti bežným múkam). Obsah minerálnych látok v obilných múkach však závisí aj od ich stupňa vymletia.

Obsah tuku sa prídavkom JA prakticky nemení, ide totiž o dietetickú plodinu, s minimálnym obsahom tuku, pričom odlišný obsah vo vzorke 4. (22,64 %) je možné odôvodniť nerovnomerným zapracovaním bravčovej masti pri výrobe cesta.

Antioxidačná aktivita úzko súvisí s obsahom celkových polyfenolov, pričom dané parametre v JA závisia od spôsobu a intenzity čistenia hľúz pri výrobe prášku, nakoľko pokožka hľuzy obsahuje majoritnú časť polyfenolov (5,11 mg GAE.g⁻¹) oproti dužine (0,49 mg GAE.g⁻¹) (Díaz et al., 2019).

Výrazné zmeny v kalorickej hodnote medzi vzorkami nenastali, čo vyplýva z princípu fungovania kalorimetra (spálenie vzorky), avšak je možné povedať, že využiteľná energia je pravdepodobne nižšia, nakoľko inulín v múke je metabolizovaný črevnými baktériami pričom produktmi metabolizmu sú plyny, bakteriálna biomasa a mastné kyseliny s krátkym reťazcom (len tie sú energeticky metabolizované) (Stephen a Phillips, 2006). Taktiež je možné povedať, že došlo k obohateniu výrobku o zdravie prospešné látky (minerálne látky, polyfenoly), ktoré práškový cukor neobsahuje (Wrolstad, 2011).



Obr. 1 Grafické znázornenie výsledkov senzorického hodnotenia (priemer od všetkých hodnotiteľov)

Z výsledkov senzorického hodnotenia vyplýva, že najlepšie hodnotenou vzorkou bola vzorka kontrolná, pričom vo vzorke 2 (33% náhrada) bola pozitívne hodnotená prítomnosť orieškovej chuti a vône – aromatické produkty vznikajúce v priebehu pečenia (Krystýjan et al., 2015), čo bolo kladne vnímané hodnotiteľmi, taktiež bola vzorka 2 mäkkšia oproti kontrole, ktorá bola podľa hodnotiteľov príliš tvrdá. Vzorky 3 a 4 (66% resp. 10% náhrada cukru) neboli pozitívne hodnotené, nakoľko bola v nich citelná zmena chuti, spôsobená zníženým obsahom cukru. Dôležité je taktiež poznamenať, že vzorky 3 a 4 boli pozitívnejšie hodnotené

hodnotiteľmi, ktorí zo zdravotných dôvodov konzumujú potraviny s nižším obsahom cukru. Vo vzorke 4. bola taktiež zaznamenaná drobivosť a nerovnomerný povrch.

Využitie JA v sladkom pečive je obmedzené množstvom, nakoľko Lee et al. (2017) uvádzajú, že JA výrazne ovplyvňuje najmä mechanické vlastnosti výrobku (čo súhlasí s našimi pozorovaniami), a taktiež chuťové vlastnosti, kedy relatívne malé množstvo JA pôsobí pozitívne (oriešková chuť) a väčšie negatívne (horkosť).

ZÁVER

Modifikáciou receptúry sušienok (náhradou cukru) je možné zvýšiť množstvo zdraviu prospešných látok (bielkoviny, minerálne látky, biologicky aktívne zlúčeniny), pričom nárast obsahu týchto zlúčenín je priamo úmerný pomeru prídavku JA na hmotnosti cesta. Zo senzorického hodnotenia vyplýva, že nižšie prídavky JA majú pozitívny vplyv, nakoľko do produktu vnášajú príjemnú orieškovú chuť. Z technologického hľadiska je však potrebný hlbší výskum a hľadanie optimálnych prídavkov JA, nakoľko ovplyvňujú schopnosť zadržiavania vody vo výrobku (a tým aj trvanlivosť) a súdržnosť cesta a následne hotového výrobku.

Celkovo je možné konštatovať, že nahradenie cukru JA je atraktívnou možnosťou pre produkciu potravín s pridanou hodnotou, pretože dochádza nielen k obohateniu potraviny o biologicky aktívne látky, ale aj zlepšenie senzorických vlastností výrobku.

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

LITERATÚRA

1. DÍAZ, A. – BOMBEN, R. – DINI, C.- VIÑA, S.Z. – GARCÍA, M.A. – PONZI, M. – COMELLI, N. 2019. Jerusalem artichoke tuber flour as a wheat flour substitute for biscuit elaboration. 2019 *LWT*, vol. 108, pp. 361-369. ISSN: 0023-6438. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.082>>
2. JOHANNSSON, E. – PRADE, T. – ANGELIDAKI, I. – SVENSSON, S.-E. – NEWSON, W. R. – GUNNARSSON, I. B. – HOVMALM, H. P. 2015. Economically Viable Components from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in a Biorefinery Concept. 2015 *Int. Mol. Sci.*, vol. 4, no. 16, pp. 8997–9016.. ISSN: 1422-0067. Dostupné na: <<https://doi.org/10.3390/ijms16048997/>>
3. KRYSTYJAN, M. – GUMUL, D. – ZIOBRO, R. – SIKORA, M. 2015. The Effect of Inulin as a Fat Replacement on Dough and Biscuit Properties. In *Food Quality*, vol. 38, no. 5, pp. 305-315. ISSN : 1745-4557. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1111/jfq.12148/>>
4. LEE, Y. – LEE, O. – YOON, W. 2017. EFFECT OF INULIN IN JERUSALEM ARTICHOKE (*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.) FLOUR ON THE VISCOELATIC BEHAVIOR OF COOKIE DOUGH AND QUALITY OF COOKIES. In *Proceedings of the International Food Operations and Processing Simulation Workshop*. Taliansko: Rende ISBN 978-88-97999-86-7.
5. OZGOREN, E. – ISIK, F. – YAPAR, A. 2019. Efect of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) supplementation on chemical and nutritional properties of crackers. *Journal of Food Measurement and Characterization*, vol. 13, pp. 2812-2821. ISSN: 2193-4134. Dostupné na: <[doi:10.12691/jfmr-2-12-6](https://doi.org/10.12691/jfmr-2-12-6)>

6. RADOVANOVIC-BARJAKTAREVIC, A. – MILOVANOVIC, O.Z. – NINKOVIC, M. 2014. Characterization of Bread Enriched with Jerusalem Artichoke Powder Content. *Journal of Food and Nutrition Research*, vol. 2, no. 12, pp. 895-890. ISSN 1338-4260. Dostupné na: <http://article.foodnutritionresearch.com/pdf/jfnr-2-12-6.pdf>
7. RUBEL, I.A. – IRAPORDA, C. – CABRERA, F. – GENOVESE, D. – MANRIQUE, G. 2018. Inulin rich carbohydrates extraction from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers and application of different drying methods. *Food Research International*, vol. 103, pp. 226-233. ISSN 0963-9969. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.041>
8. STEPHEN, A.M – PHILLIPS, G.O. 2006. Food Polysaccharides and Their Applications. 2. vyd. USA: CRC Press J. 712p. ISBN 0-8247-5922-2. Dostupné na: [DOI: 10.1016/j.foodres.2017.10.041](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.041)
9. WROLSTAD, R.E. 2011. *Food Carbohydrate Chemistry*. USA : John Wiley & Sons Inc.. pp. 217. ISBN 978111868-8496. Dostupné na: < Food Carbohydrate Chemistry | Wiley Online Books>
10. YANG, L. – HE, Q.S. – CORSCADDEN, K. – UDENIGWE, CH.C. 2015. The prospects of Jerusalem artichoke in functional food ingredients and bioenergy production. *Biotechnol Rep*, vol. 5, pp. 77-88. ISSN 2215-017X. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.btre.2014.12.004> />

Kontaktná adresa

Ing. Matúš Šátek, Ústav potravinárstva FBP v NR a Výskumné centrum AgroBioTech SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: xsatek@uniag.sk

VPLYV PERGY NA RAST PREPELICE JAPONSKEJ (*COTURNIX JAPONICA*)

EFFECT OF BEE BREAD ON GROWTH PERFORMANCE ON JAPANESE QUAILS (*COTURNIX JAPONICA*)

Šimonová Nikoleta¹, Kalafová Anna¹, Capcarová Marcela¹, Dupák Rudolf¹, Schneidgenová Monika¹, Hanusová Monika², Hrnčár Cyril³, Čuboň Juraj⁴, Haščík Peter⁴

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

²Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav živočíšnej výroby, Lužianky

³Ústav chovu zvierat, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

⁴Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

Abstract

Bee bread is a product from the beehive which has unique properties. Other bee products such as honey, bee venom, royal jelly are widely studied, but bee bread has not been studied yet. Nutrients from bee bread are well absorbed due to the process of fermentation. The present study was conducted to evaluate the effect on the growth performance of male Japanese quails by adding bee bread into feed. Total of $n = 40$ male Japanese quails were divided into four groups according to administered bee bread into feed mixture HYD 11, which was given *ad libitum*, as follows: P1 ($n = 10$) 2 g.kg⁻¹ of bee bread, P2 ($n = 10$) 4 g.kg⁻¹, P3 ($n = 10$) 6 g.kg⁻¹, and control without additives (K). The groups were kept under the same conditions. Data were collected from three weighings done by KERN PLE 4200-2N (Kern & Sohn, Nemecko) on the 0th day, when they were put into cages, on the 28th day, and on the 56th day. We have notices not significant ($P > 0.05$) decrease in group P3 compared to other groups. As a result of the research we can conclude, that bee bread did not have a significant ($P > 0.05$) effect on the growth performance by addition into feed. The effect of bee bread on growth performance was not in this study confirmed, nevertheless, the results can be used for further examination.

Key words: bee bread, bee product, growth performance, Japanese quails

ÚVOD

Včelí chlieb (perga) obsahuje veľké množstvo nielen stavebných, ale aj ochranných látok, ktoré sú vďaka technologickému procesu fermentácie, ktorá prirodzene prebieha vo včelích plástoch, oveľa lepšie využiteľné pre telo. Po zákaze používania kŕmnych antibiotík a rastových stimulátorov vo výžive zvierat sa hľadajú hodnotné alternatívy, ktoré by mohli byť spotrebiteľmi prijaté. Perga vzniká fermentáciou peľu zmiešaného s medom, voskom a včelími slinami v plástoch. Vyznačuje sa svojimi antibakteriálnymi, antioxidačnými, antialergickými, hepatoprotektívnymi a protinádorovými vlastnosťami. Je dobre stráviteľná a má bohaté nutričné zloženie (tab. 1). Stráviteľnosť bielkovín z pergy je 94,7 % na rozdiel od peľu, kedy je stráviteľnosť iba medzi 38,7 % až 85,3 %. Perga obsahuje viac ako sto druhov húb, viac ako 80 typov kvasiniek, viac ako 40 druhov baktérií z obsadenia mikroorganizmov. Obsahuje aj stavebné a ochranné látky prirodzene obsiahnuté v peľi (bielkoviny, tuky, sacharidy, vitamíny, minerálne látky, polyfenoly a flavonoidy) (Urcan, 2017; Yucel et al., 2017).

Tab. 1 Obsah stavebných a ochranných látok v perge (Milojkovic, 2018)

Bielkoviny	20,3 – 21,7 %
Lipid	0,67 – 1,58 %
Sacharidy	24,4 – 34,8 %
pH	3,8 - 4,3
minerálne látky a vitamíny	2,43 %

Prepelica japonská (*Coturnix japonica*) sa dlhé roky považovala za okrasného vtáka, no neskôr sa zistilo, že poskytuje priamy úžitok a rozšírila sa po celom svete. Za posledných 50 rokov boli japonské prepeličky jedným z najpoužívanejších animálnych modelov v mnohých odvetviach výskumu pre štúdium kvality mäsa a vajec, ale taktiež aj pre štúdium efektu starnutia a rôznych ochorení (Huss et al., 2008). Japonské prepelice sú charakteristické svojim rýchlym tempom rastu a pohlavného dospievania, čím je ich generačný interval krátky. Sú odolnejšie voči ochoreniam v porovnaní s inými animálnymi modelmi vtákov. Sú taktiež charakteristické pre ich vysokú znášku (najvyššia vo veku 8 týždňov) a nízke nároky na krmivo a priestor (Jatoi et al., 2013; Hanusová et al., 2016).

Prepeličie vajcia a mäso sa považujú za delikatesu a zvyšujúci sa trend konzumácie zaznamenávame v mnohých krajinách (Hanusová et al., 2013). Taktiež má mäso vďaka svojmu nutričnému obsahu miesto aj v liečebnej výžive (Cunha, 2009). Na kvalitu a kvantitu mäsa má výrazný vplyv výživa prepelíc (Hanusová et al., 2013). Vychádzajúc z predošlých výskumov o využití včelích produktov vo výžive zvierat, bolo našim cieľom zistiť, či použitie pergy ako krmného doplnku v rôznych koncentráciách malo vplyv na intenzitu rastu samcov prepelice japonskej (*Coturnix japonica*).

MATERIÁL A METÓDY

Perga bola pôvodom z Národnej botanickej záhrady Národnej akadémie vied, Kyjev, Ukrajina. Na analytických váhach bola perga navážaná v závislosti od prijímanej dávky krmiva a následne zhomogenizovaná. Na obrázku 1 môžeme vidieť krmnu zmes HYD 11 a pergu.



Obr. 1 Krmna zmes HYD 11, perga (Šimonová, 2021)

Kŕmnu zmes HYD 11 s obsahom 11,7 MJ.kg⁻¹ ME (Tekro, Slovenská republika) spolu s pergom a vodu prepelice konzumovali *ad libitum*. Na každú skupinu bolo použitých 200 gramov kŕmnej zmesi (KZ).

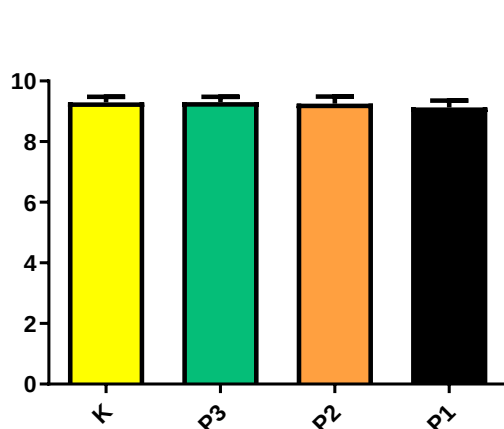
Tab. 2 Zloženie a deklarované akostné znaky kŕmnej zmesi HYD 11

Zloženie	Deklarované akostné znaky
kukurica 32 %	dusíkaté látky min 200 g.kg ⁻¹
sójový extrahovaný šrot 19,2 %	vláknina max 60 g.kg ⁻¹
pšenica 15 %	popol max 160 g.kg ⁻¹
CaCO ₃ 10 %	ME min 11,7 MJ.kg ⁻¹
repkový šrot 7 %	lyzín min 7,5 g.kg ⁻¹
slniečnicový šrot 4,5 %	metionín a cysteín min 6 g.kg ⁻¹
živočišny tuk 4 %	kyselina linolová min 10 g.kg ⁻¹
sladový kvet 3 %	Ca min 35 g.kg ⁻¹
monokalciumfosfát 1 %	P min 5 g.kg ⁻¹
premix doplnkových látok 1 %	Na min 1,6 g.kg ⁻¹
NaCl 0,3 %	
rybia múčka 3 %	

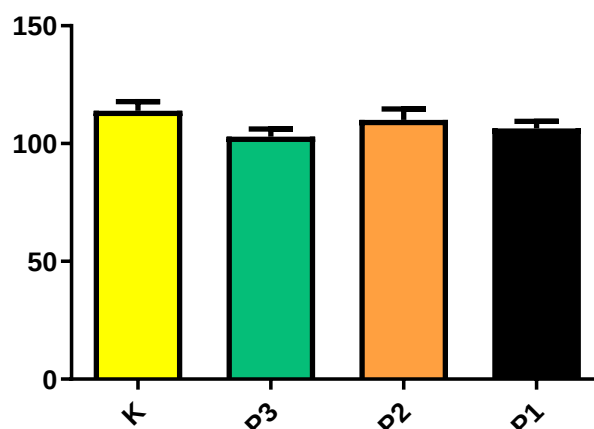
Vo výskume boli použité samce prepelice japonskej (*Coturnix japonica*) v počte 40 zvierat, rozdelené do štyroch skupín. Experimentálna skupina P1 (n = 10) dostávala pergu v dávke 2 g.kg⁻¹, P2 (n = 10) 4 g.kg⁻¹ a P3 (n = 10) 6 g.kg⁻¹ kŕmnej zmesi. Kontrolná skupina K (n = 10) bola bez prídavku pergy. Chov prepelíc sa realizoval v priestoroch Výskumného ústavu živočíšnej výroby v Lužiankach. Do 14. dňa veku boli prepelice umiestnené v špecializovaných odchovniach pri teplote 30 ± 2 °C, od 14. dňa boli premiestnené do vyhrievaných voliér s kŕmidlami s teplotou od 20 ± 2 °C a od 35. dňa veku boli rozdelené do štvorposchodového klietkového systému (Venturi, Taliansko) v uzatvorenej hale pri teplote 20 ± 2 °C a 64 ± 2 % vlhkosťou. Experimentálne podmienky boli nepretržite monitorované pomocou elektronického záznamníka. Prepelice sa vážili trikrát pomocou analytickej váhy KERN PLE 4200-2N (Kern & Sohn, Nemecko). Prvýkrát pred ich umiestnením do klietok a podľa čísla sme zaznamenali ich hmotnosti. Druhé váženie sme uskutočnili na 28. deň a tretie na 56. deň. Jednotlivé hmotnosti sme zaznamenávali podľa čísla prepelice a nárast hmotnosti sme porovnávali medzi jednotlivými skupinami prepelíc. Na výpočet základných štatistických charakteristík bol použitý štatistický softvér GraphPad Prism 8 (GraphPad Software Inc, La Jolla, CA, USA) a použitím One Way ANOVA testu boli zistené rozdiely medzi kontrolnou skupinou a jednotlivými experimentálnymi skupinami. Hodnoty sú uvádzané ako priemerné hodnoty spolu so smerodajnou odchýlkou. Signifikantnosť rozdielov medzi jednotlivými experimentálnymi skupinami a kontrolnou skupinou bola stanovená na úrovni P < 0,05.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

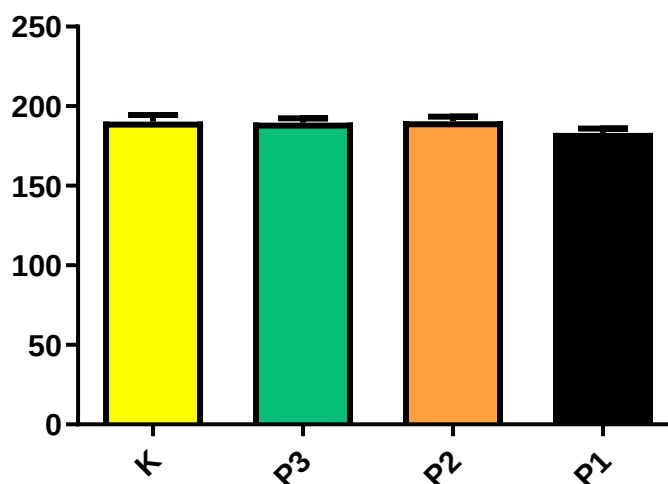
Pri hodnotení intenzity rastu boli rozdiely medzi jednotlivými sledovanými skupinami štatisticky nepreukazné (P > 0,05) (obr. 2 - 4). Pri vážení na 28. deň sme zaznamenali mierny nepreukazný pokles (P > 0,05) v hmotnosti v skupine P3. Hmotnosť prepelíc sa pohybovala v rozmedzí 102, 9 ± 15,93 g do 114 ± 18,36 g. Hmotnosti z posledného váženia (56. deň) sa pohybovali v rozmedzí 183,1 ± 14,16 g do 190,4 ± 14,07 g. Priemerná intenzita rastu korešponduje s priemernými hodnotami hmotnosti u prepelíc (Hanusová et al., 2013).



Obr. 2 Hmotnosti 0. deň



Obr. 3 Hmotnosti 28. deň



Obr. 4 Hmotnosti 56. deň

Vysvetlivky: K kontrolná skupina bez pridania pergy do krmiva; P1 perga pridávaná do krmiva v dávke 2 g.kg⁻¹; P2 perga pridávaná do krmiva v dávke 4 g.kg⁻¹; P3 perga pridávaná do krmiva v dávke 6 g.kg⁻¹

Vzhľadom na malý počet štúdií o vplyve aplikácie pergy do krmiva prepelíc a hodnotenia intenzity rastu sme pre porovnanie našich výsledkov použili aj štúdie s inými aplikovanými látkami a modelmi zvierat. Babaei et al. (2016) po pridaní propolis, peľu, medu a materskej kašičky uvádzajú pozitívne výsledky na zvýšenie telesnej hmotnosti. Okrem vplyvu na intenzitu rastu autori zistili aj pozitívny vplyv na zvyšovanie odolnosti prepelíc voči infekciám. Biavatti et al. (2003) a Denli et al. (2005) rovnako potvrdili trend zvýšenia priemernej hmotnosti po pridaní propolisového extraktu. Rovnaké výsledky ako v našom experimente zaznamenali Açıkgoz et al. (2005) pri aplikácii propolis do krmiva brojlerových kurčiat a Canogullari et al. (2009) po pridaní propolis a peľu prepeliciam japonským. Jeden z najnovších výskumov Reda et al. (2021) zameraný na podávanie nano zinku a jeho vplyvu na rast a zmeny hmotností u prepelíc zistili, že pri podávaní nano zinku došlo v experimentálnych skupinách k významnému zvýšeniu telesnej hmotnosti v porovnaní s kontrolou v závislosti od dávky. Mahgoub et al. (2019) po pridaní za studena lisovaného rozmarínového oleja do krmiva japonských prepelíc zistili trend nárastulivej hmotnosti. Vo

výskume Guler et al. (2005), kde boli indikované semienka z koriandru ako potenciálny rastový promótor zaznamenali rovnako pozitívny vplyv na intenzitu rastu. Hussein et al. (2019) uvádzajú tiež výsledky o pozitívnom vplyve na zvyšovanie telesnej hmotnosti po pridávaní za studena lisovaného klinčekového oleja. Stanovenie optimálnej dávky pergy je najväčším problémom, pretože neexistujú presne stanovené hodnoty a je potrebné vychádzať len z predchádzajúcich podobne zameraných výskumov. V porovnaní s kontrolnou skupinou sme v našom experimente zaznamenali nepreukazný vplyv pergy na priemernú hmotnosť prepelíc. Naše výsledky by však mohli prispieť k rozšíreniu poznatkov a zavedeniu nových postupov v tejto oblasti.

ZÁVER

Existujú dôkazy o tom, že prírodné produkty použité ako prídavky do krmív majú pozitívny vplyv na zdravie a produkciu zvierat. Zvýšenie hmotnosti je jedným z indikátorov zvyšujúcej sa mäsovej úžitkovosti. Pri sledovaní intenzity rastu živej hmotnosti samcov prepelice japonskej pri podávaní pergy v troch rôznych koncentráciách sme medzi skupinami v sledované dni (0., 28., 56. deň) nezistili preukazné zmeny medzi skupinami. Napriek tomu, že perga v našom výskume preukazne neovplyvnila intenzitu rastu samcov prepelice japonskej, je potrebný ďalší výskum v tejto oblasti.

Pod'akovanie: V tejto práci sú prezentované výsledky, ktoré autor získal v rámci výskumnej úlohy/výskumného projektu VEGA 1/0144/19 a APVV 19/0243. 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. AÇIKGÖZ, Zümrüt – YÜCEL, Banu – ALTAN, Özge. The effects of propolis supplementation on broiler performance and feed digestibility. *Arch. Geflügelk*, 2005, 69.3: 117-122.
2. BABAEI, Sakine – RAHIMI, Shaeban – TORSHIZI, Mohammed Amir Karimi – TAHMASEBI, Golamhosein – MIRAN Seyer Naser Khaleghi. Effects of propolis, royal jelly, honey and bee pollen on growth performance and immune system of Japanese quails. *Veterinary Research Forum*. Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran, 2016. p. 13.
3. BIAVATTI, Marque Webe – BELLAVER M.H. – VOLPATO L. – COSTA C. – BELLAVER C. Preliminary studies of alternative feed additives for broilers: Alternanthera brasiliensis extract, propolis extract and linseed oil. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2003, 5: 147-151.
4. CANOGULLARI, Sibel – BAYLAN, S. – SAHINLER, N. – SAHIN A.. Effects of propolis and pollen supplementations on growth performance and body components of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Archiv für Geflügelkunde*, 2009, 73: 173-8.
5. DENLI, Muzaffer – CANKAYA, S. – SILICI, S. – OKAN, F. – ULUOCAK, A. N. Effect of dietary addition of Turkish propolis on the growth performance, carcass characteristics and serum variables of quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 2005, 18.6: 848-854.
6. GULER, T. – ERTAS, O. N. – CIFTCI, M. – DALKILIC, B. The effect of coriander seed (*Coriandrum sativum* L.) as diet ingredient on the performance of Japanese quail. *South African Journal of Animal Science*, 2005, 35.4: 260-266.

7. HANUSOVÁ, E. – BAUMAGARTNER, J. – HETÉNYI, L. – HANUS, A. *Prepelica japonská*. Nitra: Publikácie CVŽV. 2013. ISBN 978-80-89418-30-5
8. HANUSOVÁ, E. – HRNČÁR, C. – HANUS, A. – ORAVCOVÁ, M. Egg traits in Japanese quails. *Acta fytotechnica et zootechnica*, 2016, vol. 19, p. 62-67.
9. HUSS, D. – POYNTER, G. – LANSFORD, R. Japanese quail (*Coturnix japonica*) as a laboratory animal model. *Lab Animal*. 2008, vol. 37, pp. 513-519.
10. HUSSEIN, M. M. – ABD EL-HACK, M. E. – MAHGOUB, S. A. – SAADELDIN, I. M. – SWELUM, A. A. Effects of clove (*Syzygium aromaticum*) oil on quail growth, carcass traits, blood components, meat quality, and intestinal microbiota. *Poultry science*, 2019, 98(1), 319-329.
11. JATOI, A. S. – SAHOTA, A. W. – AKRAM, M. – JAVED, K. – JASPAL, M. H. – HUSSAIN, J. – MEHMOOD, S. Effect of different body weight categories on the productive performance of four close-bred flocks of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 2013, 23(1), 7-13.
12. MAHGOUB, S. A. – ABD EL-HACK, M. E. – SAADELDIN, I. M. – HUSSEIN, M. A. – SWELUM, A. A. – ALAGAWANY, M. Impact of *Rosmarinus officinalis* cold-pressed oil on health, growth performance, intestinal bacterial populations, and immunocompetence of Japanese quail. *Poultry science*, 2019, 98(5), 2139-2149.
13. MILOJKOVIC, V. Bee Bread (Perga) – The Source of Health, Vitality and Longevity. APIQUALITY & APIMEDICA, THE XI-TH CONGRESS OF THE XI-TH ROMANIAN SOCIETY OF APITHERAPY, 2018.
14. REDA, F. M. – EL-SAADONY, M. T. – EL-RAYER, T. K. – ATTIA, A. I. – EL-SAYED, S. A. – AHMED, S. Y. – ALAGAWANY, M. Use of biological nano zinc as a feed additive in quail nutrition: biosynthesis, antimicrobial activity and its effect on growth, feed utilisation, blood metabolites and intestinal microbiota. *Italian Journal of Animal Science*, 2021, 20(1), 324-335.
15. URCAN, A. – MĂRGHITAȘ, L. A. – DEZMIREAN, D. S. – BOBIȘ, O. – BONTA, V. – MUREȘAN, C. I. – MĂRGĂOAN, R. Chemical Composition and Biological Activities of Beebread-Review. Bulletin of the university of agricultural sciences & veterinary medicine Cluj-Napoca. *Animal Science & Biotechnologies*, 2017, 74(1).
16. YUCEL, B. – TOPAL, E. – KOSOGLU, M. Bee Products as Functional Food., Superfood and Functional Food-An Overview of Their Processing and Utilization, 2017, 15-33

Kontaktná adresa

Ing. Nikoleta Šimonová, Ústav aplikovanej biológie FBP SPU v Nitre, e-mail: xsimonovan1@uniag.sk

POROVNANIE VYBRANÝCH PARAMETROV NUTRIČNEJ KVALITY DIVINY JELENEJ A SRNČEJ ZVERI

COMPARISON OF CHOSEN NUTRITIVE TRAITS OF RED DEER AND ROE DEER VENISON

Šmehýl Peter, Horvátová Kristína

Ústav chovu zvierat, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

Summary

The aim of that study was to compare the basic nutritive traits of red deer and roe deer venison. *Musculus semimembranosus* was taken as the specimen for content analyses. The basic chemical composition analyses of venison samples (200 g) was carry out by FoodScan LAB Analyzer (FOSS, Danmark). No differences were detected in protein content of red deer and roe deer venison, when 21.90 % and 21.88 % respectively was detected in *m. s.* samples. Contrary, statistical differences ($P < 0.05$) were detected in both of water and fat content. Water content differences were shown as 73.73 % content in red deer venison and 72.35 % in roe deer sample. Intramuscular fat in red deer and roe deer venison reached the level 1.80 % and 2.56 % respectively. Our paper proves general information, that venison could be consider as a very valuable kind of meat due to the high content of protein and low content of intramuscular fat. A lower content of water make it relatively dry meat food.

Key words: red deer, roe deer, venison

ÚVOD

Význam diviny vo výžive ľudí neustále narastá. Základné pravidlá realizácie diviny na Slovensku upravuje spoločná legislatíva EÚ. Tie umožňujú aj priamy predaj diviny konečnému spotrebiteľovi, čo veľmi výrazne zjednodušuje prístup spotrebiteľov k zverine (Janto et al., 2013). Divina na trh prichádza jednak ako produkt farmového chovu zveri alebo z voľne žijúcej zveri ako produkt výkonu práva poľovníctva (Steinhauser a kol., 2000). Keďže stavy raticovej zveri vo voľnej prírode u nás dlhodobo narastajú (Poľovnícka štatistická ročenka SR, 2020), bezpečnosť a kvalitatívne ukazovatele diviny patria k dôležitým atribútom tejto komodity. V súčasnosti sa množstvo ľudí zaujíma a zdravý životný štýl a výživu a divina predstavuje zdravý prírodný produkt (Wiklund et al., 2014) a kvôli jej nutričným parametrom sa považuje za zdraviu prospešnú. Najčastejšie sa konzumuje v rodinách poľovníkov, no čoraz viac po nej siahajú aj spotrebiteľia hľadajúci alternatívu k bežne dostupným druhom mäsa (bravčové, hovädzie, hydina) (Blaška et al., 2016). Jelenie mäso je vďaka svojmu zloženiu obľúbenou potravinou pre diabetikov, rekonvalescentov alebo pacientov v kardiovaskulárnymi ochoreniami (Briggs et al., 2017). Zverina má vyššie zastúpenie vody v porovnaní s domácimi prežúvavcami, ale zároveň má vyšší obsah proteínov, ktoré viažu vodu. Tukové tkanivo je umiestnené najmä pod kožou a okolo vnútorných orgánov. Farba mäsa je tmavšia ako u zveri chovanej na farme, pretože divo žijúce zvieratá sa pohybujú aktívnejšie, čo má za následok vyšší podiel myoglobínu vo svaloch (Ruiz de Huidobro et al., 2003).

MATERIÁL A METÓDY

Odber vzoriek

V danej práci sme sa zamerali na stanovenie základného nutričného obsahu svaloviny jelenej a srnčej zveri. Ako biologický materiál pre samotné analýzy bol z ulovenej zveri

odoberaný sval *musculus semimembranosus*. Odber vzoriek sa realizoval bezprostredne po ulovení zveri, počas prvotného ošetrenia. Uvedený sval sa odoberal z miesta primárneho rezu na vnútornej strane stehien. Pri rozpilovaní zámku (panvová kosť) zveri sa odkryla časť svaloviny na vnútornej strane stehien, čo umožnilo odber biologického materiálu aj bez jatočnej rozrábky a narušenia kompaktnosti tela ulovených jedincov.

Vzorky, ktoré sme použili na stanovenie obsahu bielkovín, tuku a vody sme odobrali okamžite po ulovení zveri. Odobratú vzorku zo svalu *musculus semimembranosus* s hmotnosťou 200g sme uložili v chladiacom boxe pri teplote +2 až +4°C. Vzorka bola doručená do NPPC – VÚŽV Nitra, kde bola v priestoroch laboratória kvality mäsa vákuovo uzatvorená a následne sa pred spracovaním uložila v chladničke pri teplote +2 až +4°C. Analýzu základného chemického zloženia vzorky mäsa (200g) sme vykonali 48 hodín *post mortem*.

Monitorované územie

Biologický materiál analyzovaný v predmetnej práci pochádzal z jedincov poľovnej zveri ulovenej v poľovnej oblasti JXXVIII Tribeč. Zver bola lovená v štátnych revíroch Lesov SR a v prenajatých revíroch PZ v rokoch 2019 a 2020. Teritórium danej poľovnej oblasti sa rozprestiera na území okresov Partizánske, Topoľčany a Zlaté Moravce.

Vlastné analýzy

Predmetom analýz v danej práci bol obsah bielkovín, vody a tuku vo vybranom svale jelenej a srnčej zveri. Analýza základného chemického zloženia svalu (200g pomletého mäsa) bola uskutočnená na prístroji FoodScan LAB Analyzer (FOSS, Dánsko).

Princíp merania

Pri meraní sa využíva princíp NIR technológie (Near infrared technology). Z halogénovej lampy na zadnej strane prístroja sa vedie svetlo pomocou optických káblov do monochromátoru vo vnútri prístroja. Monochromátor pracuje vo vlnových dĺžkach 850 – 1050 nm. Pomocou optických káblov je svetlo vedené k sústave šošoviek umiestnených nad vzorkou a po prechode vzorkou je neabsorbované svetlo privádzané k detektoru. Detektor meria množstvo svetla, ktoré prejde vzorkou a pomocou výpočtov (PC) a použitej kalibrácie sa po končení merania zobrazí na displeji výsledok. Vzorka sa v priebehu merania otáča, čo umožňuje meranie niekoľkých čiastkových vzoriek a následné vypočítanie priemeru všetkých meraní. Tento postup zabezpečí veľmi presné meranie aj nie úplne homogénnej vzorky.

Štatistické metódy

V rámci štatistického spracovania výsledkov práce (obsah bielkovín, vody a tuku v svalovine) boli pri danom kvalitatívnom parametri vyhodnotené základné variačno popisné štatistiky pre každý druh zveri. Testovanie rozdielov hodnôt obsahu bielkovín v svalovine sledovaných druhov sa robilo pomocou *t* – testu. Na analytické spracovanie vstupných dát sa použil program Statgraphics Centurion 18.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Bielkoviny

Predmetom analýz bolo 23 vzoriek z jelenej a 25 vzoriek zo srnčej zveri. Minimálny zistený obsah bielkovín pri jelenej zveri bol 19,00 %, maximálny 24,00 %, pričom priemerná hodnota vzoriek predstavovala 21,9 %. Pri srnčej zveri bol minimálny obsah bielkovín 20,67 % a maximálny obsah 23,90 % s priemernou hodnotou 21,88g. P hodnota bola zistená na

úrovni 0,951765, čo indikuje štatisticky nepreukázny rozdiel v obsahu bielkovín u jelenej a srnčej zveri vo svaľe *musculus semimembranosus*.

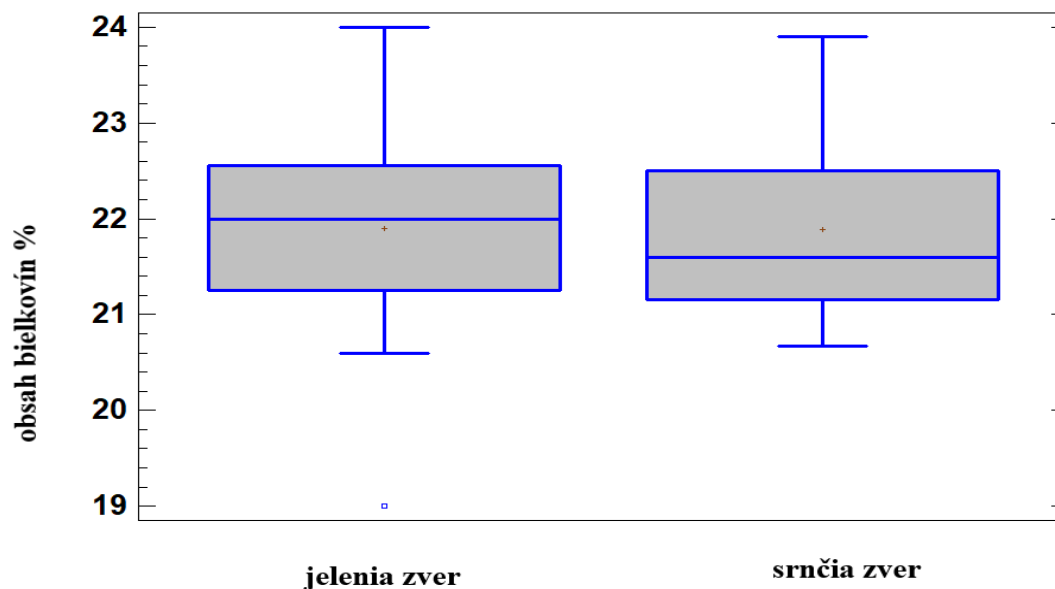
Tab. 1 Základná variačno popisná charakteristika obsahu bielkovín v *musculus semimembranosus* jelenej a srnčej zveri

	Jelenia zver	Srnčia zver
n [ks]	23	25
$\bar{x}$ [%]	21,90	21,88
s	1,05	0,96
V [%]	4,78	4,40%
min [%]	19,00	20,67
max [%]	24,00	23,90

Vysvetlivky: P= 0,951765

Obsah bielkovín v bravčovom stehne bol zistený na úrovni 21,8 g, hovädzie mäso obsahuje 22,5 g a jahňacie 20,2 g. Všetky druhy porovnávaného mäsa majú minimálny rozdiel v obsahu bielkovín. Podľa výsledkov má najnižší obsah bielkovín jahňacie mäso a najvyšší mäso hovädzie (Strong, 2006).

Hoffman a Cawthorn (2012) uvádzajú zistenú hodnotu bielkovín u danielkej zveri 22%. Blaška et al. (2016), zistili hodnotu bielkovín u diviackej zveri 23,33%. V porovnaní s našimi výsledkami jelenej a srnčej zveri sme zistili, že rozdiel v obsahu bielkovín u srnčej, danielkej a jelenej zveri je zanedbateľný. Významnejší rozdiel v priemernej hodnote bielkovín tvorí porovnanie s diviackou zverou, pričom diviacka zver má najvyšší obsah bielkovín spomedzi porovnávaných druhov.



Obr. 1 Obsah bielkovín v *musculus semimembranosus* u sledovaných druhov zveri

Blaška et al. (2016) zistili u srnčej zveri obsah bielkovín 21,55%, Hoffman a Cawthorn (2012) uviedli vo svojej práci zistený obsah bielkovín u srnčej zveri 23% a u jelenej zveri 21,7%. V porovnaní s našimi výsledkami, Blaška et al. (2016) zistili nižší obsah bielkovín v srnčom mäse o 0,33%. Naše zistené výsledky v porovnaní s Hoffmanom a Cawthornom (2012) sú v mäse srnčej zveri nižšie o 1,12%, v jeľňom mäse sú naše výsledky vyššie o 0,20%. Obsah bielkovín napríklad v bravčovom mäse (Landrace) bol 20,96%, čo je

v porovnaní s našimi výsledkami u srnčej a jelenej zveri podstatne nižšia hodnota (Frančáková et al. ,2007).

Obsah bielkovín vo vybraných druhoch mäsa a diviny je porovnateľný s obsahom bielkovín vo svaľe *musculus semimembranosus* jelenej a srnčej zveri. Výraznejší pokles bielkovín oproti obsahu bielkovín v divine preukazuje bravčové zadné koleno (18,95%), ktoré má nižší obsah bielkovín oproti porovnávaným vzorkám diviny o 2,95%. Najvýraznejší rozdiel obsahu bielkovín môžeme pripísať bravčovému bôčiku s obsahom bielkovín iba 15,75%, čo predstavuje pokles oproti jeleniemu mäsu o 6,15% (Honikel, 2007).

Voda

Minimálny zistený obsah vody pri jelenej zveri bol 69,4%, maximálny 76,8%, pričom priemerná hodnota vzoriek predstavovala 73,73%. Pri srnčej zveri bol minimálny obsah vody 69,0% a maximálny obsah 75,28% s priemernou hodnotou 72,35%. Hodnota P je na úrovni 0,0242377 , čo znamená že rozdiel medzi hodnotami obsahu vody vo svaľe srnčej a jelenej zveri je štatisticky významný.

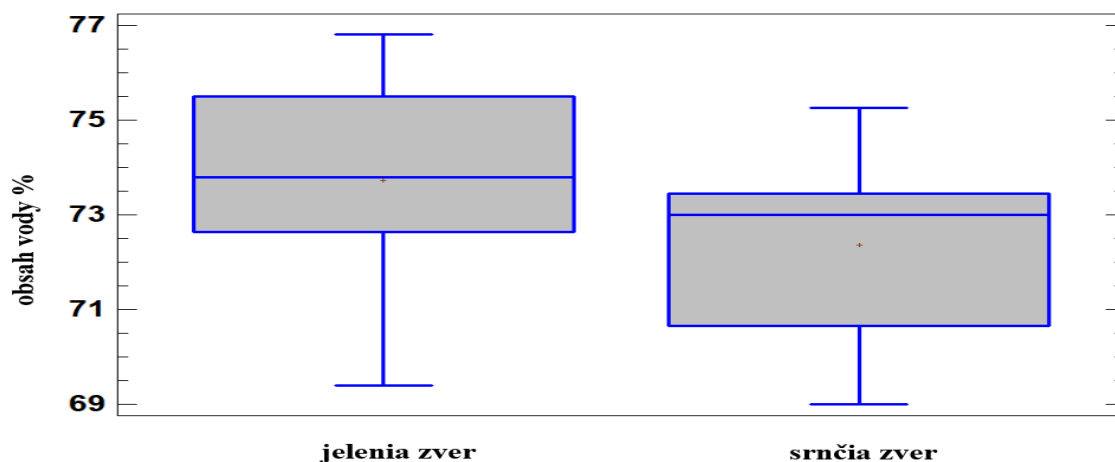
Tab. 2 Základná variačno popisná charakteristika obsahu vody v *musculus semimembranosus* jelenej a srnčej zveri.

	Jelenia zver	Srnčia zver
n [ks]	23	25
$\bar{x}$ [%]	73,73 ^a	72,35 ^b
s	2,10	1,97
V [%]	2,85%	2,73%
min [%]	69,40	69,00
max [%]	76,80	75,28

Vysvetlivky: ^{a,b} – rozdielny symbol indikuje štatisticky významný rozdiel priemerných hodnôt sledovaného znaku; P = 0,0242377

Hodnota priemerného obsahu vody vo vzorkách svaly z jelenej zveri sa nachádza na úrovni 73,73% a vo vzorkách zo srnčej zveri na úrovni 72,35%. Pri porovnaní vzoriek sme zistili rozdiel o hodnote 1,38% medzi obsahmi u jednotlivých druhov.

Napriek detekovanému štatisticky významnému rozdielu v obsahu vody u analyzovaných druhov sa domnievame, že obsah vody v svalovine sledovaných druhov nie je výrazným parametrom spôsobujúcim rozdielne kvalitatívne vlastnosti týchto veľmi podobných druhov diviny.



Obr. 2 Obsah vody v *musculus semimembranosus* u sledovaných druhov zveri

Blaška et al. (2016) uvádzajú vo svojej práci obsah vody vo svalu diviaka 73,2%, vo svalu srnčej zveri 72,9%. V porovnaní s našimi výsledkami mäso diviaka obsahuje menej vody ako mäso jelenej zveri. Diviak obsahom vody prevyšuje obsah vody v srnčom mäse. V porovnaní výsledkov srnčieho mäsa sme zistili nižší obsah vody o 0,55%. Frančáková et al., (2007) uviedla v bravčovom mäse plemena Landrace obsah vody 76,79% čo je viditeľne vyšší obsah vody v porovnaní s našimi výsledkami obsahu vody v divine.

Tuk

Tabuľka 3 zobrazuje výsledky analýzy tuku vo svalu *musculus semimembranosus* vo vzorkách jelenieho a srnčieho mäsa. Analyzovalo sa 23 vzoriek jelenieho a 25 vzoriek srnčieho svalu. Priemerná hodnota obsahu tuku v jelenom mäse tvorí 1,8%, pričom najnižšia zistená hodnota bola 0,76% a najvyššia hodnota tuku predstavovala 4,8%. V srnčom mäse bola priemerná hodnota 2,56%, najnižšia hodnota predstavuje 1,6% a najvyššia 4,85%. Hodnota P je 0,0257836, čo dokázateľne preukazuje štatistický rozdiel.

Priemerná hodnota obsahu tuku v jelenine je 1,8%, v srnčom mäse je priemerný obsah tuku 2,56%. Rozdiel medzi priemerným obsahom predstavuje 0,76%. Rozdiel obsahu tuku u sledovaných skupín dosiahol štatisticky významný rozdiel priemerných hodnôt.

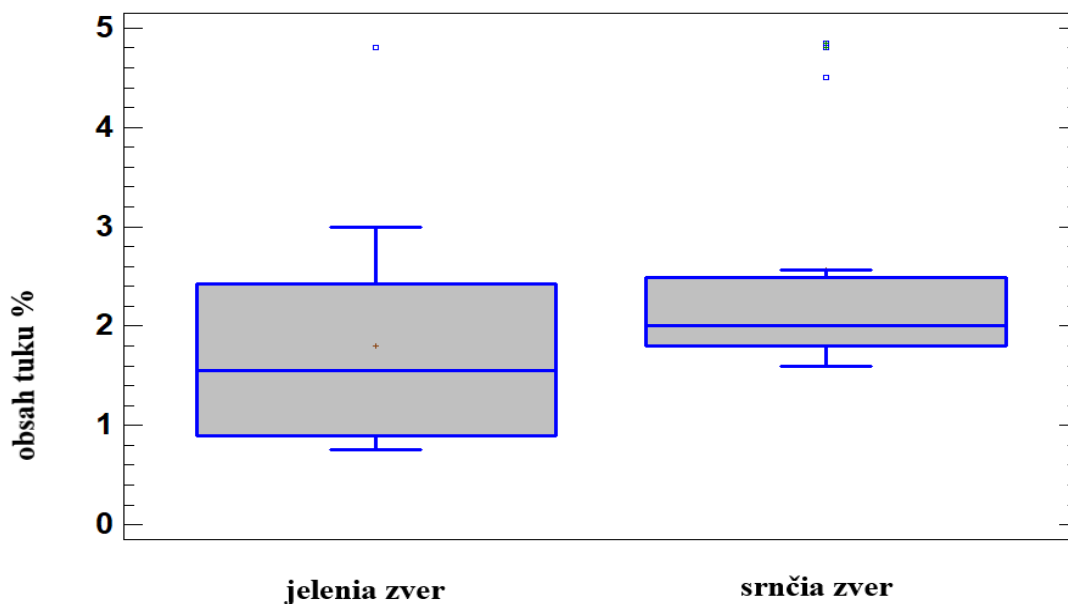
Dahlan a Norfarizan Hanoon (2008) uvádzajú hodnotu tuku vo svalu daniela 6,13% čo viditeľne prevyšuje obsah tuku v našej analýze srnčej (2,56%) a jelenej (1,8%) zveri. Podľa Blašku et al. (2016) je obsah tuku u diviacej zveri na úrovni 2,46%, čo je porovnateľné s našimi výsledkami, ďalej uvádza obsah tuku v srnčej zveri 1,8% čo je nižšia hodnota ako výsledky z našich analýz.

Tab. 3 Základná variačno popisná charakteristika obsahu tuku v *musculus semimembranosus* jelenej a srnčej zveri

	Jelenia zver	Srnčia zver
n [ks]	23	25
$\bar{x}$ [%]	1,80 ^a	2,56 ^b
s	1,03	1,25
V [%]	57,29	54,02
min [%]	0,76	1,60
max [%]	4,80	4,85

Vysvetlivky: ^{a,b} – rozdielny symbol indikuje štatisticky významný rozdiel priemerných hodnôt sledovaného znaku; P = 0,0257836

Obr. 3 zobrazuje hodnoty obsahu tuku v sledovanom svalu jelenej a srnčej zveri. Porovnanie našich zistených výsledkov s hodnotami deklarovanými pre niektoré druhy hospodárskych zvierat môžeme konštatovať, že napríklad jahňacie mäso podstatne prevyšuje ostatné druhy porovnávaných mias s obsahom tuku 8,3% na 100g surového mäsa. Nasleduje hovädzina s obsahom tuku 5,1%, bravčové mäso 4% a srnčie má priemer 2,56% tuku. Najnižší obsah tuku je vo svalu jelenej zveri. V USA je priemerný obsah tuku v bravčovom mäse 3,4%, hovädzom 3,5, jahňacom 5,1% (Strong, 2006). Priemerné hodnoty obsahu tuku vo vybraných druhoch mias v USA sú nižšie ako porovnávané výsledky z Veľkej Británie, čo môže byť ovplyvnené požiadavkami konzumenta, avšak obsahom tuku stále výrazne prevyšujú obsah tuku jelenej a srnčej zveri.



Obr. 3 Obsah tuku v *musculus semimembranosus* u sledovaných druhov zveri

ZÁVER

Porovnanie obsahu bielkovín v sledovanom svalu jelenej srnčej zveri preukázalo iba minimálne medzidruhové rozdiely. Obsah bielkovín zistený v rámci experimentu zodpovedal zisteniam ostatných autorov. Na základe zistených poznatkov môžeme tvrdiť, že obsah bielkovín v svalovine voľne žijúcej zveri dosahoval vyššie hodnoty, ako sú deklarované u bežných druhov hospodárskych zvierat.

V obsahu vody sa sledované skupiny svaloviny líšili iba minimálne, no aplikovaná štatistická metóda potvrdila preukázanosť rozdielov hodnôt v tomto znaku. V porovnaní s mäsom hospodárskych zvierat je divina výrazne suchšie mäso s nižším obsahom vody, čo môže byť spôsobené rozdielnou úrovňou metabolickej aktivity ako i všeobecne nižším obsahom tuku. Závěry rôznych autorov sa v tomto však značne rozchádzajú.

Z hľadiska obsahu tuku je zaujímavý výsledok s výrazne vyšším podielom intramuskulárneho tuku v svalovine srnčej zveri. Oba druhy boli lovené v identickom časovom období, čo vylučuje možnosť sezónnych rozdielov.

Napriek zisteným rozdielom v obsahu vody a tuku môžeme však sledované druhy považovať za kvalitatívne identické, nakoľko sa jedná geneticky veľmi podobné druhy raticovej zveri.

Pod'akovanie: 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.

LITERATÚRA

1. BLAŠKA, J. - GAŠPARÍK, J. - ŠMEHÝL, P. - GONDEKOVÁ, M. 2016. Comparison of basic nutritive components of venison in selected species of hoofed game. *Journal of Central European Agriculture*, ISSN 1332-9049, 1233-1240.

2. BRIGGS, M., A. - PETERSEN, K., S. - KRIS-ETHERTON, P., M. 2017. Saturated fatty acids and cardiovascular disease: Replacements for saturated fat to reduce cardiovascular risk. *Healthcare* 5, 1-29.
3. DAHLAN, I. - NORFARIZAN HANOON, N.A. 2008. Chemical composition, palatability and physical characteristics of venison from farmed deer. In *Animal Science Journal*, vol. 79, no. 4, pp. 498-503.
4. FRANČÁKOVÁ, H., ČUBOŇ, J., MICHALCOVÁ, A. (2007): Hodnotenie poľnohospodárskych produktov. 4th edition. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 178 p. ISBN 978-80-8069-836-2.
5. HOFFMAN, L.C. - CAWTHORN, D.M. 2012. What is the role and contribution of meat from wildlife in providing high quality protein for consumption? *Animal Frontiers*, 2 (4), 40-53. DOI: 10.2527/af.2012-0061.
6. HONIKEL, K. O. 2007. Physikalische Messmethoden zur Erfassung der Fleischqualität. In *Qualität von Fleisch und Fleischwaren*. 2. Auflage. Frankfurt am Main, DE: Verlagsgruppe Deutscher Fachverlag. Band 2, pp. 855–881.
7. JANTO, R. - NAGY, J. - LAZAR, P. - SOJÁKOVÁ, D. - LEHOCKÝ, M. - POKORNÝ, J. 2013. Vyšetrenie zveri po ulovení, Košice: Inštitút vzdelávania veterinárnych lekárov
8. Poľovnícka štatistická ročenka. 2020, NLC Zvolen, 2020.
9. RUIZ de HUIDOBRO, F. – MIGUEL, E. – ONEGA, E. – BLÁZQUEZ, B. 2003. Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days post mortem. *Meat Sci.*, 2003, 65, 1439–1446.
10. STEINHAUSER, L. a kol. 2000. Produkce masa. Brno: Last, 2000. 463 s., ISBN 80-900260-7-9
11. STRONG, M. 2006. Red Meat in the Diet. *ICoMST* 52, Dublin, Ireland.
12. WIKLUND, E. - FAROUK, M. - FINSTAD, G. 2014. Venison: meat from red deer and reindeer. *Animal Frontiers*, 4 (4), 55-61. DOI: 10.2527/af.2014-0034.

Kontaktná adresa

Ing. Peter Šmehýl, PhD., Ústav chovu zvierat FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: p.smehyl@gmail.com

**VÝVOJ BEZLEPKOVÝCH KREKROV S OBSAHOV HRACHOVÉHO
IZOLÁTU A BETAGLUKÁNU: STANOVENIE ICH ANTIOXIDAČNEJ
AKTIVITY A ZÁKLADNÝCH TECHNOLOGICKÝCH A
MIKROBIOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ**

**DEVELOPMENT OF GLUTEN-FREE CRACKERS CONTAINING PEA
ISOLATE AND BETA-GLUCAN: DETERMINATION OF THEIR
ANTIOXIDANT ACTIVITY AND BASIC TECHNOLOGICAL AND
MICROBIOLOGICAL PROPERTIES**

Valková Veronika^{1,2}, Ďúranová Hana¹, Ivanišová Eva³, Kačániová Miroslava², Gabríny Lucia¹

¹Výskumné centrum AgroBioTech SPU v Nitre

²Ústav krajinného inžinierstva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Katedra ovocinárstva, vinohradníctva a vinárstva, SPU v Nitre

³Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Katedra technológie a kvality rastlinných produktov, SPU v Nitre

Summary

Crackers are greatly consumed snack foods, and nowadays there is an increasing trend in adding functional ingredients to their composition to improve their nutritional value. In the current research, mushroom beta-glucan powder was used as a rich source of antioxidants and other bioactive molecules in gluten-free crackers containing pea isolate. Three incorporation levels of beta-glucan powder were tested: 1 g, 2 g, and 3 g, and the impact of its addition was evaluated in terms of antioxidant activity, total polyphenol content, basic technological parameters (moisture content and water activity), and microbial characteristics. Our results revealed that the level of beta-glucan powder does not affect the antioxidant activity and the amount of total polyphenols in the samples. Values for moisture content (ranging from 1.23 ± 0.11 to $1.43 \pm 0.09\%$) and water activity (varying from 0.135 ± 0.001 to 0.150 ± 0.003) of all analyzed groups of cracker samples predict their long durability (shelf-life of at least 8 weeks) which was also confirmed by the results of their microbiological characterization.

Key words: crackers, pea isolate, beta-glucan, antioxidant activity, polyphenols, microbial characteristics

ÚVOD

V súčasnosti sa najmä v dôsledku modernizácie a urbanizácie neustále zvyšuje spotreba rýchleho občerstvenia (Williams et al., 2008). Medzi takéto druhy produktov patria aj kreky, ktoré sa zaraďujú medzi pekárske výrobky populárne u konzumentov najmä vďaka svojej praktickosti, pohodlnosti a dlhej trvanlivosti (Nagi et al., 2012).

Krekry sú charakterizované ako tenké a chrumkavé produkty vyrobené z nesladeného a nekvaseného cesta (Shukla, 1994). Tento typ výrobkov disponuje nízkym obsahom vlhkosti a zvyčajne je vyrobený z mäkkej pšeničnej múky. Lepok v pšeničných kekroch je hlavnou zložkou zodpovednou za ich texturálne vlastnosti, najmä krehkosť (Nikolaidis a Labuza, 1996). Pšeničné kreky však disponujú vysokým obsahom kalórií a nízkou výživovou hodnotou, nakoľko zvyčajne obsahujú vysoké hladiny rýchlo stráviteľných sacharidov, nízky obsah vlákniny a vysoký obsah tukov (Giarnetti et al., 2015). Navyše, pacienti s celiakiou, ktorí trpia neznášanlivosťou lepku, ich nemôžu konzumovať. Na základe uvedených faktov sa výrobcovia potravín snažia vyvíjať tento typ produktov bez obsahu lepku a pre zvýšenie ich

výživovej hodnoty a zdravotných benefitov ich taktiež obohacujú o rôzne druhy biologicky aktívnych látok (Mir et al., 2017).

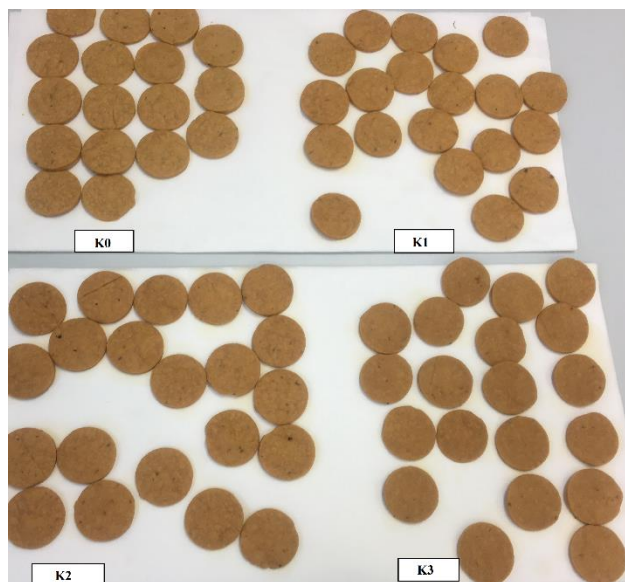
Doposiaľ sa na výrobu krekov používalo niekoľko druhov bezlepkových múk, napríklad rôzne druhy strukovínových múk (cícer, zelená šošovica, červená šošovica, žltý hrášok, fazuľa; Han et al., 2010), pohánka (Sedej et al., 2011), ako aj izoláty sójových, hrachových a srvátkových proteínov (Nammakuna et al., 2015).

Cieľom predkladanej štúdie bol preto vývoj bezlepkových krekov na báze hrachového proteínového izolátu obohatených o rôzne prídavky práškoveho betaglukánu a ich následná analýza z hľadiska ich antioxidačnej aktivity, obsahu celkových polyfenolov, základných technologických parametrov a mikrobiologickej charakterizácii počas 56 dní ich skladovania.

MATERIÁL A METÓDY

Príprava krekov

Kontrolná skupina krekov (K0) bola koncipovaná z ryžovej múky, hrachového proteínového izolátu, kokosového oleja, vody, oregána, papriky a soli, ktoré boli zakúpené v miestnom supermarkete. Experimentálne skupiny vzoriek boli obohatené rôznymi prídavkami komerčne zakúpeného práškoveho betaglukánu, získaného z hľivy ustricovitej (*Pleurotus Ostreatus*; Dimenzia, s.r.o.), ktorý bol pridávaný v nasledujúcich návažkách: 1 g (K1), 2 g (K2) a 3 g (K3; obr. 1). Po zmiešaní suchých ingrediencií bola následne do receptúry pridaná voda a rastlinný olej. Takto pripravená zmes sa ďalej miešala počas 3 minút pomocou laboratórneho miesiča cesta Diosna (DIOSNA SP 12, DIOSNA Dierks & Söhne GmbH, Osnabrück, Nemecko). Pripravené cesto bolo vyvaľkané na hrúbku asi 0,2 mm a vykrajované okrúhlymi vykrajovátkami s priemerom 25 mm. Vykrojené vzorky krekov boli pečené v laboratórnej peci (MIWE CUBE, Pekass Ltd, Plzeň, Česká republika) pri požadovanej teplote. Po upečení sa kreky ponechali na voľné vychladnutie pri izbovej teplote (2 h) a následne boli podrobené jednotlivým analýzám.



Obr. 1 Experimentálne skupiny krekov (K0 – kontrola; K1 – 1 g prídavku betaglukánu; K2 – 2 g prídavku betaglukánu; K3 – 3 g prídavku betaglukánu)

Chemikálie

Všetky chemikálie použité v experimentálnych prácach disponovali analytickou kvalitou a boli zakúpené od spoločnosti Reachem (Bratislava, Slovensko) a Sigma Aldrich (SaintLouis, Missouri, USA).

Analýza antioxidačnej aktivity a celkového obsahu polyfenolov

Extrakcia vzoriek

Na analýzu antioxidačnej aktivity a celkového obsahu polyfenolov boli zo vzoriek krekrov pripravené etanolové extrakty. Príprava extraktov bola nasledovná: 0,5 g vzorky krekrov sa extrahovalo v 20 ml 80 % etanolu v priebehu 2 hodín. Po uplynutí uvedenej doby sa vzniknutá suspenzia centrifugovala pri 4000 x g počas 10 minút v laboratórnej centrifúge (Rotofix 32A, Hettich, Spenge, Nemecko), pričom na analýzy boli ďalej použité supernatanty.

Stanovenie antioxidačnej aktivity

Antioxidačná aktivita vzoriek krekrov bola stanovená využitím metódy založenej na meraní farebnej zmeny stabilného DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikálu, ako vo svojom výskume uvádza Ivanišová et al. (2020). Vzorky extraktu v objeme 1 ml boli pridané k 4 ml roztoku DPPH (0,025 g DPPH.100 ml⁻¹ etanolu). Následne bola pomocou spektrofotometra (Jenway 6405, Cole-Parmer, Stone, Spojené kráľovstvo) stanovená absorbanca reakčnej zmesi pri vlnovej dĺžke 515 nm. Antioxidačná aktivita analyzovaných vzoriek bola vyjadrená v % inhibície radikálu.

Stanovenie celkových polyfenolov

Celkový obsah polyfenolov bol stanovený metódou s využitím Folin-Ciocalteu činidla (Ivanišová et al., 2020). V tomto prípade sa 0,2 ml extraktu zmiešalo s 0,2 ml činidla Folin-Ciocalteu, 2 ml 200 g.l⁻¹ Na₂CO₃ a 8,8 ml destilovanej vody. Takto pripravená zmes bola po dobu 30 min ponechaná v tme a následne bola zmeraná jej absorbanca pri vlnovej dĺžke 700 nm (Jenway 6405 UV/Vis). Výsledné hodnoty boli prepočítané na základe kalibračnej krivky kyseliny gallovej a boli vyjadrené v mg GAE (ekvivalent kyseliny gallovej) na g vzorky.

Stanovenie základných technologických parametrov a mikrobiologická analýza

Základné technologické parametre krekrov, t.j. vlhkosť a aktivita vody, boli determinované v 0. deň skladovania a to 2 hodiny po upečení vzoriek.

Stanovenie vlhkosti

Obsah vlhkosti krekrov bol stanovený pomocou automatického analyzátora vlhkosti DBS 603 (Kern & Sohn). V tomto prípade sa na alumíniovú platničku navážil 1,0 g vzorky a meranie bolo realizované pri teplote 120 °C po dobu 10 – 15 minút.

Stanovenie aktivity vody

Aktivita vody bola determinovaná využitím analyzátora Lab Master a_w Standard (Novasina, Lachen, Švajčiarsko). Za týmto účelom sa 0,5 g zhomogenizovanej vzorky umiestnilo do vzorkovnice. Hodnota aktivity vody bola meraná automaticky pri 25 °C počas 15 – 20 minút.

Mikrobiologická analýza

Mikrobiologická analýza vzoriek bola realizovaná platňovou zried'ovacou metódou. Jednotlivé kusy krekrov boli balené do priehľadných polyetylénových vreciek a následne boli uskladnené v laboratórnych podmienkach počas 56 dní. Rast mikroorganizmov bol meraný

v 0., 14., 28. a 56. deň skladovania. Pri analýze bolo využité základné riedenie (10^{-1}), ktoré bolo získané 30 - minútovou homogenizáciou 5 g vzorky a 45 ml destilovanej vody. Na determináciu rastu mikroorganizmov boli využité nasledovné druhy rastových médií: Plate count agar (PCA; Oxoid, Basingstoke, Spojené kráľovstvo) – stanovenie celkového počtu mikroorganizmov; Tryptónový sójový agar (TSA; Oxoid) – stanovenie celkového počtu mikroorganizmov; Agar s kryštálovou violetou, neutrálnou červenou, žltými soľami a laktózou (VRBA; Oxoid) – stanovenie koliformných baktérií; Agar so sladidlovým extraktom (MEA; Oxoid) suplementovaný brómkrezolovou zelenou – stanovenie mikroskopických húb a kvasiniek. Na povrch platní sa naočkovalo 0,1 ml suspenzie, pričom po uskutočnení tohto kroku boli platne kultivované za presne stanovených podmienok: celkové mikroorganizmy pri teplote 30 °C po dobu 48 – 72 hodín; koliformné baktérie pri teplote 37 °C počas 24 – 48 hodín; kvasinky a mikroskopické huby pri teplote 25 °C počas 5 dní. Po kultivácii boli spočítané jednotlivé kolónie mikroorganizmov na platniach.

Štatistická analýza

Získané údaje boli štatisticky spracované prostredníctvom programu Prism 8.0.1 (GraphPad Software, San Diego, Kalifornia, USA). Významné rozdiely medzi analyzovanými skupinami vzoriek boli hodnotené pomocou jednosmernej analýzy rozptylu (ANOVA) a Tukeyho testu. Hladina významnosti bola stanovená na $P < 0,05$. Všetky analýzy boli realizované triplikátne.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Determinované hodnoty antioxidačnej aktivity a obsahu celkových polyfenolov vo vyhotovených vzorkách krekrov sú zosumarizované v Tab. 1. Na základe výsledkov analýz môžeme konštatovať, že medzi jednotlivými skupinami vzoriek neboli zaznamenané štatisticky významné rozdiely, a to v hodnotách ani jedného zo stanovovaných parametrov.

Tab. 1 Stanovenie antioxidačnej aktivity a obsahu celkových polyfenolov

Vzorky	Antioxidačná aktivita (%)	Obsah celkových polyfenolov (mg GAE.g ⁻¹)
K0	37,66 ± 0,73 ^a	0,30 ± 0,01 ^a
K1	39,02 ± 1,01 ^a	0,29 ± 0,01 ^a
K2	37,35 ± 0,77 ^a	0,28 ± 0,00 ^a
K3	37,58 ± 1,28 ^a	0,27 ± 0,01 ^a

Vysvetlivky: Priemerná hodnota ± smerodajná odchýlka. Hodnoty, za ktorými v rovnakom stĺpci nasledujú rôzne horné indexy, sú signifikantne odlišné ($P < 0,05$). K0 – kontrola; K1 – 1 g prídavku betaglukánu; K2 – 2 g prídavku betaglukánu; K3 – 3 g prídavku betaglukánu

Hodnotením antioxidačnej aktivity a obsahu polyfenolov vo vzorkách krekrov obohatených o rôzne prídavky mikrorias sa vo svojej štúdiu zaoberali Batista et al. (2019). V súlade s našimi výsledkami autori nezaznamenali signifikantné rozdiely v hodnotách stanovených parametrov medzi kontrolnou skupinou a krekrami s 2 % prídavkom mikrorias. Štatisticky významné zvýšenie meraných parametrov pozorovali až pri ich 6 % prídavku. Na základe uvedeného faktu predpokladáme, že vyšší obsah betaglukánu by sa mohol tiež odzrkadliť i na zvýšení antioxidačnej aktivity a obsahu celkových polyfenolov vo vzorkách našich krekrov, predikujúc možnosť využitia betaglukánového prášku ako funkčnej prísady zvyšujúcej biologickú hodnotu pekárenských produktov (Bhol et al., 2016).

V tab. 2 sú uvedené výsledky z analýzy vlhkosti a aktivity vody vyvíjaných vzoriek krekrov. Na základe výsledkov je možné konštatovať, že vo všetkých analyzovaných vzorkách krekrov neboli zaznamenané štatisticky významné rozdiely v hodnotách ich obsahu vlhkosti, ktorá varíovala od $1,23 \pm 0,11$ % do $1,43 \pm 0,09$ %. V prípade stanovenia aktivity vody vo vzorkách krekrov sme však zistili, že kontrolná vzorka a vzorka krekrov s najvyšším obsahom (3 g) betaglukánu disponovali signifikantne ($P < 0,05$) vyššími hodnotami v porovnaní so vzorkami s prídavkom 1 g a 2 g betaglukánu.

Tab. 2 Stanovenie obsahu vlhkosti a aktivity vody

Vzorky	Vlhkosť (%)	Aktivita vody
K0	$1,23 \pm 0,11^a$	$0,150 \pm 0,003^a$
K1	$1,43 \pm 0,09^a$	$0,135 \pm 0,001^b$
K2	$1,35 \pm 0,08^a$	$0,136 \pm 0,001^b$
K3	$1,34 \pm 0,15^a$	$0,146 \pm 0,002^a$

Vysvetlivky: Priemerná hodnota $\pm$ smerodajná odchýlka. Hodnoty, za ktorými v rovnakom stĺpci nasledujú rôzne horné indexy, sú signifikantne odlišné ($P < 0,05$). K0 – kontrola; K1 – 1 g prídavku betaglukánu; K2 – 2 g prídavku betaglukánu; K3 – 3 g prídavku betaglukánu

Obsah vlhkosti a aktivita vody sú kritickými kvalitatívnymi parametrami v potravinách disponujúcich nízkym obsahom vlhkosti, ktoré výrazne ovplyvňujú ich chrumkavosť a senzorické vlastnosti. Vo všeobecnosti je známe, že nad kritickou hodnotou aktivity vody (zvyčajne okolo 0,5) sú potravinové produkty mäkšie a strácajú svoju krehkosť (Peleg, 1994; Arimi et al., 2010). Nami analyzované vzorky krekrov vykazovali hodnoty aktivity vody v rozmedzí od $0,135 \pm 0,001$ do $0,150 \pm 0,003$, čo zodpovedá vysoko chrumkavým produktom (Arimi et al., 2010). Najvyššie hodnoty aktivity vody v krekroch z kontrolnej skupiny a krekrov obohatených o najvyšší prídavok betaglukánového prášku (3 g) poukazujú na fakt, že nižší prídavok betaglukánu v krekroch evidentne znižuje ich aktivitu vody a naopak, nesignifikantným spôsobom zvyšuje ich obsah vlhkosti.

Vo všeobecnosti sú obsah vlhkosti a aktivita vody úzko spojené s trvanlivosťou produktov (Cauvain, 2003). Berúc do úvahy vplyv aktivity vody na rast mikroorganizmov sa zistilo, že jej hodnoty pod 0,7 majú preventívny účinok voči mikrobiálnemu znehodnoteniu (Rawat, 2015). Na základe tejto skutočnosti a našich zistení môžeme predpokladať, že všetky vzorky analyzovaných krekrov disponujú dlhou dobou trvanlivosti, čo následne potvrdili aj naše výsledky z ich mikrobiálnej charakterizácie.

Determinácia mikrobiologických vlastností vzoriek krekrov počas celej doby ich skladovania (56 dní) nepreukázala rast žiadnych druhov mikroorganizmov. Mikroorganizmy zohrávajú významnú úlohu pri určovaní trvanlivosti potravinárskych výrobkov a sú zodpovedné za ich znehodnocovanie. Ich prítomnosť vo výrobkoch často vyplýva z kontaminácie použitých prísad, nevyhovujúcich hygienických podmienok, ako aj z neprimeraného času a teploty použitej počas výroby produktov alebo ich skladovania. Je obzvlášť dôležité monitorovať prítomnosť koliformných baktérií, ktoré môžu závažne ovplyvňovať zdravie spotrebiteľov (El-Leboudy et al., 2015). Výstupy našich analýz naznačujú, že všetky skupiny krekrov boli pripravené za dobrých hygienických podmienok a pri ich výrobe boli použité správne výrobné postupy. Na základe dosiahnutých výsledkov taktiež predpokladáme, že minimálna doba trvanlivosti všetkých skupín vyhotovených vzoriek krekrov je 8 týždňov.

ZÁVER

V predkladanej štúdií sme sa zamerali na analýzu antioxidačnej aktivity, obsahu celkových polyfenolov, základných technologických parametrov a mikrobiálnych vlastností vzoriek bezlepkových kretek obohatených o rôzne prídavky práškoveho betaglukánu. Naše výsledky preukázali, že obohatené vzorky kretek nedisponovali v porovnaní s kontrolou signifikantne vyššou antioxidačnou aktivitou a vyšším obsahom celkových polyfenolov. Navyše, analýza mikrobiálnych vlastností skladovaných vzoriek kretek preukázala, že počas celej doby uskladnenia (56 dní) neprišlo k rastu žiadnych druhov mikroorganizmov, preto minimálna doba trvanlivosti vyhotovených vzoriek kretek je 8 týždňov. Na základe získaných výsledkov je možné vyvodiť záver, že vyhotovené vzorky kretek disponujú dlhou dobou trvanlivosti a pri daných prídavkoch betaglukánu výrazne neovplyvňujú ich biologickú aktivitu a zdraviu prospešné účinky na ľudský organizmus. Avšak predpokladáme, že zvýšením prídavku betaglukánového prášku v kretek by sa ich biologická aktivita mohlo významným spôsobom zosilniť a zároveň by ich trvanlivosť mohla ostať neporušená. Uvedené analýzy budú predmetom nášho ďalšieho výskumu.

PodĎakovanie: Táto publikácia vznikla s podporou vedecko-výskumného projektu APVV-19-0598 „Protektívny účinok extraktu hlivy ustricovej (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.) pri chronických neprenosných ochoreniach.“

LITERATÚRA

1. ARIMI, J.M. – DUGGAN, E. – O’SULLIVAN, M. – LYNCH, J.G. – O’RIORDAN, E.D. 2010. Effect of water activity on the crispiness of a biscuit (Crackerbread): Mechanical and acoustic evaluation. *Food Research International* 2010;43(6):1650-1655. doi: 10.1016/j.foodres.2010.05.004
2. BATISTA, A.P. – NICCOLAI, A. – BURSIC, I. – SOUSA, I. – RAYMUNDO, A. – RODOLFI, L. – TREDICI, M.R. 2019. Microalgae as functional ingredients in savory food products: application to wheat crackers. *Foods* 2019;8(12):611. doi: 10.3390/foods8120611
3. BHOL, S. – LANKA, D. – BOSCO, S.J.D. 2016. Quality characteristics and antioxidant properties of breads incorporated with pomegranate whole fruit bagasse. *Journal of Food Science and Technology* 2016;53:1717–1721. doi: 10.1007/s1319701520858
4. CAUVAIN, S.P. 2003. Nature of cakes. In: Caballero, B. – Finglas, P. – Toldra, F. (Ed.): *Encyclopedia of food sciences and nutrition*, 2nd edition. Amsterdam : Academic Press 2003, pp. 751–756. ISBN 978-0-12-227055-0
5. EL-LEBOUDY, A.A. – AMER, A.A. – EL-MOHSEN, S.A. 2015. Detection of Some Pathogenic Organisms from Dairy Farm Milk, *Alexandria Journal for Veterinary Sciences* 2015;44(1):111-118.
6. GIARNETTI, M. – PARADISO, V.M. – CAPONIO, F. – SUMMO, C. – PASQUALONE, A. 2015. Fat replacement in shortbread cookies using an emulsion filled gel based on inulin and extra virgin olive oil. *LWT-Food Science and Technology* 2015;63(1): 339-345. doi: 10.1016/j.lwt.2015.03.063
7. HAN, J.J. – JANZ, J.A. – GERLAT, M. 2010. Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions. *Food Research International* 2010;43(2):627-633. doi: 10.1016/j.foodres.2009.07.015
8. IVANIŠOVÁ, E. – VASKOVÁ, D. – ZAGULA, G. – GRYNSHPAN, D. – SAVITSKAYA, T. A. – KAČÁNIOVÁ, M. 2020. Phytochemical profile and biological

- activity of selected kind of medicinal herbs. *Potravinarstvo* 2020;14(1). doi: 10.5219/1370
9. MIR, M. – AHMED, N. – REHMAN, A. 2017. Recent applications of PLGA based nanostructures in drug delivery. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 2017;159:217-231. doi: 10.1016/j.colsurfb.2017.07.038
 10. NAGI, H.P.S. – KAUR, J. – DAR, B.N. – SHARMA, S. 2012. Effect of storage period and packaging on the shelf life of cereal bran incorporated biscuits. *American Journal of Food Technology* 2012;7(5):301-310. ISSN 1557-4571
 11. NAMMAKUNA, N. – BARRINGER, S.A. – RATANATRIWONG, P. 2016. The effects of protein isolates and hydrocolloids complexes on dough rheology, physicochemical properties and qualities of gluten-free crackers. *Food science & nutrition* 2016;4(2):143-155. doi: 10.1002/fsn3.266
 12. NIKOLAIDIS, A. – LABUZA, T.P. 1996. Glass transition state diagram of a baked cracker and its relationship to gluten. *Journal of Food Science* 1996;61(4):803-806. doi: 10.1111/j.1365-2621.1996.tb12206.x
 13. PELEG, M. 1994. A mathematical-model of crunchiness/crispness loss in breakfast cereals. A mathematical model of crunchiness/crispness loss in breakfast cereals. *Journal of Texture Studies* 1994;25(4):403-410. doi: 10.1111/j.1745-4603.1994.tb00770.x
 14. RAWAT, S. 2015. Food spoilage: Microorganisms and their prevention. *Asian Journal of Plant Science and Research* 2015;5:47–56. ISSN 2249-7412
 15. SEDEJ, I. – SAKAČ, M. – MANDIĆ, A. – MIŠAN, A. – PESTORIĆ, M. – ŠIMURINA, O. – ČANADANOVIĆ-BRUNET, J. 2011. Quality assessment of gluten-free crackers based on buckwheat flour. *LWT-Food Science and Technology* 2011;44(3):694-699. doi: 10.1016/j.lwt.2010.11.010
 16. SHUKLA, T.P. 1994. Future snacks and snack food technology. *Cereal foods world* (USA).
 17. WILLIAMS, D.M. 2008. Exercise, affect, and adherence: an integrated model and a case for self-paced exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 2008;30(5):471-496. doi: 10.1123/jsep.30.5.471

Kontaktná adresa

Mgr. Veronika Valková, Výskumné centrum AgroBioTech SPU v Nitre, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra; Ústav krajinného inžinierstva FZKI SPU v Nitre, Tulipánová 7, 949 76, Nitra, e-mail: veronika.valkova@uniag.sk

PARAMETRE PRODUKCIE REPY CUKROVEJ POD VPLYVOM ROČNÍKA A BIOSTIMULÁTOROV FLORONE A FERTISILINN THE PARAMETERS OF SUGAR BEET PRODUCTION UNDER THE INFLUENCE OF YEAR AND STIMULATING SUBSTANCES FLORONE AND FERTISILINN

Vician Tomáš, Černý Ivan, Ernst Dávid, Zapletalová Alexandra, Skopal Ján

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

Summary

The field experiment, which monitored the influence of weather conditions, selected varieties and application of stimulating substances on quantitative and qualitative parameters of sugar beet production, was carried out in 2019 – 2020 in the fields of the Research Centre for Plant Biology and Ecology in Nitra, Dolná Malanta. This area is included to the warm climatic region. Agrotechnical operations for soil preparation and sowing were determined in accordance with crop requirements. In the experiment were included two genotypes of sugar beet Okapi and Sioux, which were treated with stimulating substances Florone and Fertisilinn in 3 application varieties. Statistical analysis confirmed the high significant effect of the years 2019 and 2020 on the monitored quantitative and qualitative parameters. The year 2020 was statistically high significant more effective for the production of root yield, the yield was higher by 2.88 t.ha⁻¹. For year 2020 was confirmed statistically high significant upper sugar content by 1.08 %. By evaluating the genetic potential of selected varieties was confirmed a statistically non-significant effect on the root yield and sugar content. The Okapi variety has a higher root yield (+ 0.27 t.ha⁻¹) and the Sioux variety has higher sugar content (+ 0.14 %). Stimulating substances confirmed a positive effect on the sugar content and the root yield of sugar beet. The influence on both parameters is also qualified by statistical analysis, which confirms the high significant effect of Florone and Fertisilinn preparations on beet production in contrast to the control treatment. From the point of view of supporting the root yield is the most effective substance Florone, which is applied in the growth phase of 4 – 6 leaves (treatment 1). Due to the sugar content is the most effective Fertisilinn, applied in the growth phase of both methodically determined dates (treatment 3). Both preparations declare a high significant influence on the qualitative and quantitative parameters of sugar beet.

Key words: sugar beet, weather conditions, varieties, stimulating substances, root yield

ÚVOD

Repa cukrová je v podmienkach mierneho pásma plodina s vysokou energetickou hodnotou, so širokým spektrom využitia a je dominujúcou plodinou určenou na produkciu sacharózy (Erdal et al., 2007; Aboudi et al., 2017). Proces tvorby úrody je považovaný za fyziologicky komplexný a podmienený interakčným spolupôsobením individuálnych faktorov prostredia (Bajči et al., 1997).

Vplyv poveternostných podmienok ročníka je v priebehu procesu tvorby kvantity a kvality produkcie repy cukrovej považovaný za významný a rozhodujúci faktor. Vzájomným pôsobením týchto činiteľov dochádza k ovplyvneniu dĺžky vegetačného obdobia, čo vedie k variabilite finálnej produkcie repy cukrovej (Bajči et al., 1997; Kenter et al., 2006).

Očakávané klimatické zmeny povedú k zvýšeniu teplôt a nerovnomernému úhrnu zrážok na celom svete (Pendergrass et al., 2017). Výskyt stresových situácií, ako je sucho (Bloch et al., 2006), výrazne ovplyvňuje úrodu buliev a cukornatosť, ktorá je považovaná za komerčne najdôležitejšiu hospodársku vlastnosť repy (Duraism et al., 2017).

Jednou z možností minimalizácie negatívnych klimatických dopadov na produkciu plodín je výber vhodnej odrody. Geneticky fixované hospodárske a technologické vlastnosti odrôd viac-menej manifestujú v kombinácii s agroekologickými podmienkami ročníka. Treba zdôrazniť, že každá odroda inak reaguje na pestovateľské podmienky, čo spôsobuje rozdielne využitie jej genetického potenciálu a formovanie reálnej úrody (Hassani et al., 2018).

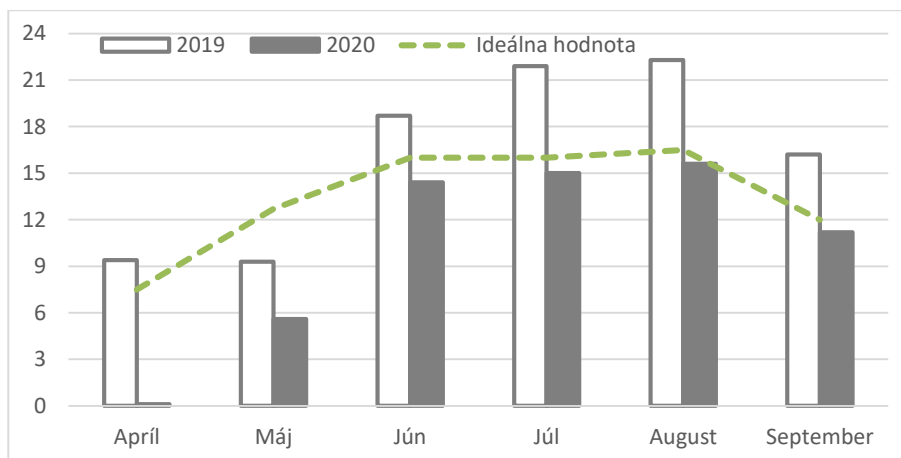
Pre maximálne využitie úrodového potenciálu pestovaných plodín je opodstatnená aplikácia stimulačne pôsobiacich látok, ktoré usmerňujú fyziologické procesy, zvyšujú efektívnosť výživy a toleranciu voči abiotickému stresu rastlín (Muncán a Živković, 2006; Du Jardin, 2015).

Stimulátory rastu aplikované na plodiny podporujú fotosyntézu, stimulujú produkciu hormónov alebo regulátorov rastu (Alam et al., 2014), podporujú rhizosférické mikróby a aktivitu pôdných enzýmov (Calvo et al., 2014), ovplyvňujú kvitnutie a chránia rastliny pred nepriaznivými poveternostnými podmienkami. V súčasnosti sa využíva foliárna aplikácia spolu s makroprvkami na podporu kvantity a kvality finálnej produkcie (Barone et al., 2019).

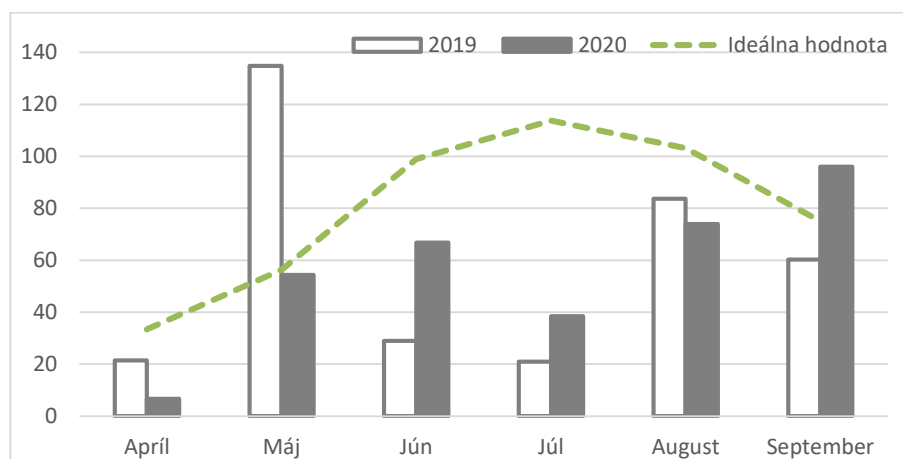
Cieľom práce bol poľný experiment pre zhodnotenie vplyvu agroekologických podmienok ročníka, odrody a foliárnej aplikácie stimulačne aktívnych látok a hnojív na úrodu buliev a cukrnatosť repy cukrovej.

MATERIÁL A METÓDY

Experimentálne pozorovania a merania boli realizované na pozemkoch Výskumného strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre Dolná Malanta. Pozemky sú lokalizované v kukuričnej výrobní oblasti, ktorá je charakterizovaná ako teplá a suchá klimatická oblasť a podoblasť veľmi suchá. Poveternostné podmienky sú variabilného charakteru. Konkrétne hodnoty teplôt v experimentálnych rokoch znázorňuje obrázok 1 a hodnoty úhrnu zrážok znázorňuje obrázok 2.



Obr. 1 Teplotné podmienky (°C) počas experimentálneho obdobia



Obr. 2 Úhrn zrážok (mm) počas experimentálneho obdobia

V osevnom postupe 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 v dávke 40 t.ha⁻¹. Dávka dusíka bola vypočítaná na základe agrochemického skúšania pôdy metódou elektroultrafiltrácie.

Systém pestovania bol realizovaný v súlade s pestovaním repy cukrovej s výsevom na konečnú vzdialenosť. Sejba odrôd Siux a Okapi bola uskutočnená v agrotechnickom termíne 12 riadkovou sejačkou, so sponom pestovania 0,45 x 0,18 m.

Zber plodiny bol uskutočnený v technologickej zrelosti, v rastovej fáze BBCH 47. Vzorky pre stanovenie technologickej kvality boli transportované do cukrovaru Považský cukor a. s. Trenčianska Teplá.

Z biologických prípravkov boli použité Florone a Fertilinn. Florone je tekutý prípravok obohatený o základné NPK živiny. Obsahuje voľné aminokyseliny rastlinného pôvodu, stopové prvky bór a molybdén. Používa sa ako stimulátor určený na kontrolu vegetatívneho rastu a aktivácie kvitnutia.

Fertilinn je listové hnojivo obsahujúce kombináciu kremíka vo forme kyseliny ortokremičitej s inými mikroelementmi. Dávky a termín aplikácie stimulátorov uvádza tabuľka 1.

Pokus bol založený metódou náhodne usporiadaných pokusných členov, v troch opakovaniach (Ehrenbergerová, 1995). Výsledky pokusných meraní boli vyhodnotené analýzou rozptylu a Tukey testom metódou ANOVA v programe STATISTICA 10.

Tab. 1 Varianty aplikácie prípravkov

Rastová fáza	
variant	Florone
kontrola	bez ošetrenia
variant 1	4 – 6 listov (BBCH 14 – 16)
variant 2	pred zapojením porastu (BBCH 31 – 33)
variant 3	4 – 6 listov + pred zapojením porastu (BBCH 14 – 16 + BBCH 31 – 33)
Fertilinn	
kontrola	bez ošetrenia
variant 1	4 – 6 listov (BBCH 14 – 16)
variant 2	pred zapojením porastu (BBCH 31 – 33)
variant 3	4 – 6 listov + pred zapojením porastu (BBCH 14 – 16 + BBCH 31 – 33)

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Štatistická analýza experimentálnych výsledkov potvrdila vysoko preukazný vplyv ročníka a biostimulátorov rastu na úrodu buliev repy cukrovej (tab. 2).

Vplyvom poveternostných podmienok rokov 2019 a 2020 sa prejavila variabilita v produkcii repy cukrovej, t. j. v roku 2020 boli priaznivejšie podmienky pre úrodu buliev ($65,13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), čo je v porovnaní s rokom 2019 viac o $2,88 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (rel. 4,63 %) (tab. 3).

Medzi vybranými genotypmi repy nebol výrazný rozdiel, čo potvrdzuje aj štatisticky nepreukazný vplyv odrody na úrodu buliev repy (tab. 2). Vyššiu priemernú úrodu dosiahla odroda Okapi ($63,82 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), pri odrode Sioux bola úroda ($63,55 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), nižšia o $0,27 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (rel. 0,43 %) (tab. 3).

Aplikáciou stimulačne pôsobiacich prípravkov dochádza k zhodnoteniu úrodového potenciálu repy, čo potvrdzuje aj štatistická analýza vysoko preukazným vplyvom stimulačne pôsobiacich látok na úrodu buliev repy cukrovej (tab. 2). Priemerná produkcia pre kontrolný variant bola $57,23 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 3). Vyššou účinnosťou disponuje prípravok Florone, ktorý má v porovnaní s látkou Fertisilinn vyššiu účinnosť o $3,34 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (rel. 5,29 %). V priemere rokov a z hľadiska termínov aplikácie bola najvyššia úroda buliev po aplikácii prípravku Florone vo variante 1, kedy bola úroda buliev v porovnaní s kontrolným variantom vyššia o $11,03 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (rel. 19,26 %). Na variante 2 bol zistený nižší prírastok úrody (+ $9,64 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$; rel. 16,84 %). Variant 3 sa pri aplikácii uvedeného prípravku prejavil ako najmenej efektívny (+ $6,96 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$; rel. 12,14 %) (tab. 3).

Pre prípravok Fertisilinn bola najvhodnejšia aplikácia vo variante 2 (+ $7,30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$; rel. 12,76 %). Variant 1 bol menej efektívny, s nižším prírastkom v porovnaní s kontrolou (+ $6,61 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$; rel. 11,54 %). Rovnako ako v prípade predchádzajúceho preparátu bol z pohľadu produkcie najmenej účinný variant 3, kedy bol zaznamenaný najnižší nárast produkcie len o $3,69 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (rel. 6,45 %) (tab. 3).

Tab. 2 Analýza rozptylu (ANOVA) pre sledované roky 2019 – 2020

Zdroj variability	Sledovaný parameter	
	Úroda buliev ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Cukornatosť (%)
	P – hodnoty	
Ročník	0,000**	0,000**
Odroda	0,637	0,053
Stimulátor rastu	0,000**	0,000**

Vysvetlivky: ** štatisticky vysoko preukazný vplyv, * štatisticky preukazný vplyv.

Výrazný vplyv na formovanie cukornatosti má priebeh poveternostných podmienok počas pestovateľských rokov (tab. 3). Technologická kvalita prezentovaná cukornatosťou bola štatisticky vysoko preukazne ovplyvnená pestovateľským ročníkom (tab. 2). Pri formovaní cukornatosti bol v rámci jednotlivých rokov agroekologicky priaznivejší rok 2019 (16,39 %), v ktorom bola cukornatosť oproti roku 2020 vyššia o 1,08 % (tab. 3). Rozdiely v cukornatosti v rámci jednotlivých rokov sú štatisticky vysoko preukazné (tab. 2).

Pri hodnotení genetickej predispozície vybraných odrôd na cukornatosť možno konštatovať štatisticky nepreukazné rozdiely medzi odrodami (tab. 2). Vyššiu priemernú cukornatosť dosiahla odroda Sioux (15,92 %) než odroda Okapi (15,78 %). Rozdiel medzi odrodami bol 0,14 % (tab. 3).

Aplikácia stimulačne pôsobiacich prípravkov má vysoko preukazný vplyv na cukornatosť repy (tab. 2). Ako uvádza tab. 3, priemerná hodnota kontrolného variantu bola 15,35 %.

V rozsahu sledovaných prípravkov boli zanedbateľné rozdiely priemerných hodnôt (Fertisilinn 15,93 % a Florone 15,94 %).

Pri Fertisilinne boli významné hodnoty cukornatosti zistené na variante 3 (+ 0,70 %). Vo variante 1 bola cukornatosť vyššia o 0,59 % a najmenej efektívny bol variant 2, kedy bol spozorovaný vzhľadom na kontrolný variant prírastok iba o 0,44 % (tab. 3).

Pre prípravok Florone je najvhodnejší termín ošetrovania variant 3 (+ 0,67 %). Nasleduje aplikácia na variante 1, ktorá spôsobila navýšenie cukornatosti o 0,56 %. Najmenej vhodný termín aplikácie je vo variante 2, kedy bola cukornatosť navýšená len o 0,52 % (tab. 3).

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	HG	Priemer	HG
Ročník				
2019	62,25	a	16,39	a
2020	65,13	b	15,31	b
Odroda				
Okapi	63,82	a	15,78	a
Sioux	63,55	a	15,92	a
Biopreparát				
Kontrola	57,23	d	15,35	b
Fertisilinn 1	63,84	ab	15,94	a
Fertisilinn 2	64,53	a	15,79	a
Fertisilinn 3	60,92	b	16,06	a
Florone 1	68,25	c	15,92	a
Florone 2	66,87	ac	15,87	a
Florone 3	64,18	ab	16,03	a

Vysvetlivky: Rozdielne indexy (a, b, c, d) pri hodnotách indikujú štatisticky preukazný rozdiel, HG – homogénne skupiny.

Biostimulátory rastu sú organické zlúčeniny, ktoré pozitívne ovplyvňujú fyziologické procesy v rastlinách, čo kladne vplyva na kvantitu a kvalitu výslednej poľnohospodárskej produkcie. Stimulátory rastu majú pozitívny agronomický aj ekonomický efekt (Posmyk a Szafránska, 2016). Na základe výsledkov z poľného experimentu možno konštatovať, že stimulačne pôsobiace látky majú pozitívny vplyv na formovanie produkčného procesu repy cukrovej. Prostredníctvom ich aplikácie dochádza k zvýšeniu úrody a cukornatosti. Avšak miera zlepšenia kvantitatívnych či kvalitatívnych parametrov výrazne závisí od termínu aplikácie stimulačných látok. Dôležitý je aj výber správneho stimulačného prípravku. Jednotlivé prípravky a varianty aplikácie v rôznej miere ovplyvňujú úrodu a cukornatosť repy (tab. 3) a tento aspekt je potrebné zohľadňovať aj pri agrotechnických postupoch a zvoliť optimálny termín ošetrovania porastu v priebehu vegetačného obdobia.

ZÁVER

Výsledky štatistickej analýzy deklarujú, že agroekologické podmienky pestovania a stimulačne pôsobiace látky majú vysokopreukazný vplyv na kvantitatívne i kvalitatívne parametre repy cukrovej. Vplyv genotypu bol však štatisticky nepreukazný.

Rok 2020 bol priaznivejší pre úrodu buliev (kvantitatívny parameter) (+ 2,88 t.ha⁻¹). Naopak, pre cukornatosť (kvalitatívny parameter) bol priaznivejší rok 2019 (+ 1,08 %).

Výber správneho genotypu môže eliminovať vplyv nepriaznivých pestovateľských podmienok. V práci boli sledované odrody Okapi a Sioux. Rozdiel medzi danými genotypmi bol v rámci sledovaných parametrov štatisticky nepreukazný.

Stimulačne pôsobiace látky vplývajú pozitívne na úrodu aj cukornatosť, čo dokazuje štatistická analýza vysoko preukazným rozdielom.

Vzhľadom na kvantitatívne parametre repy cukrovej je efektívnejší prípravok Florone. Najoptimálnejší termín ošetrovania je v rastovej fáze 4 – 6 listov repy cukrovej (variant 1), kedy bola úroda v porovnaní s kontrolou vyššia o 11,03 t.ha⁻¹. Variant 3 je najmenej efektívny. V tomto variante bola produkcia oproti kontrole navýšená len o 3,69 t.ha⁻¹.

Z pohľadu cukornatosti repy má najvyššiu účinnosť prípravok Fertisilinn aplikovaný v rastovej fáze 4 – 6 listov repy s druhým ošetrením po zapojení porastov (variant 3). V tomto prípade bola cukornatosť v porovnaní s kontrolným variantom vyššia o 0,71 %. Najmenej efektívny bol variant 2, kedy bola cukornatosť zvýšená len o 0,44 %.

Pod'akovanie: 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. ABOUDI, K. – ÁLVAREZ-GALLEGO, C.J. – ROMERO-GARCÍA, L.I. Influence of total solids concentration on the anaerobic co-digestion of sugar beet by-products and livestock manures. *Science of The Total Environment* [online]. 2017, **586**, 438-445. ISSN 00489697. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.01.178
2. ALAM, M. Z. – BRAUN, G. – NORRIE, J. – MARK HODGES, D. Ascophyllum extract application can promote plant growth and root yield in carrot associated with increased root-zone soil microbial activity. *Canadian Journal of Plant Science* [online]. 2014, **94**(2), 337-348. ISSN 0008-4220. doi:10.4141/cjps2013-135
3. BAJČI, P. – PAČUTA, V. – ČERNÝ, I. *Cukrová repa*. 1. vyd. Nitra: ÚVTIP NOI, 1997, 111 s. ISBN 80-85330-35-0.
4. BARONE, V. – BERTOLDO, G. – MAGRO, F. – BROCCANELLO, CH. – PUGLISI, I. – BAGLIERI, A. – CAGNIN, M. – CONCHERI, G. – SQUARTINI, A. – PIZEGHELO, D. – NARDI, S. – STEVANATO, P. Molecular and Morphological Changes Induced by Leonardite-based Biostimulant in Beta vulgaris L. *Plants* [online]. 2019, **8**(6). ISSN 2223-7747. doi:10.3390/plants8060181
5. BLOCH, D. – HOFFMANN, C. M. – MARLANDER, B. Solute Accumulation as a Cause for Quality Losses in Sugar Beet Submitted to Continuous and Temporary Drought Stress. *Journal of Agronomy and Crop Science* [online]. 2006, **192**(1), 17-24. ISSN 0931-2250. doi:10.1111/j.1439-037X.2006.00185.x
6. CALVO, P. – NELSON, L. – KLOEPPER, J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil* [online]. 2014, **383**(1-2), 3-41. ISSN 0032-079X. doi:10.1007/s11104-014-2131-8
7. DU JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* [online]. 2015, **196**, 3-14. ISSN 03044238. doi:10.1016/j.scienta.2015.09.021

8. DURAISAM, R. – SALELGN, K. – BEREKETE, A.K. Production of beet sugar and bio-ethanol from sugar beet and its bagasse: a review. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 2017, 43.4: 222-233.
9. EHRENBARGEROVÁ, J. Zakládání a hodnocení pokusu. Brno: MZLU, 1995, 109 s., ISBN 80-7157-153-9.
10. ERDAL, G. – ESENGÜN, K. – ERDAL, H. – GÜNDÜZ, O. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. *Energy* [online]. 2007, 32(1), 35-41. ISSN 03605442. doi:10.1016/j.energy.2006.01.007
11. HASSANI, M. – HEIDARI, B. – DADKHODAIE, A. – STEVANATO, P. Genotype by environment interaction components underlying variations in root, sugar and white sugar yield in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Euphytica* [online]. 2018, 214(4). ISSN 0014-2336. doi:10.1007/s10681-018-2160-0
12. KENTER, CH. – HOFFMANN, CH.M. – MÄRLÄNDER, B. Effects of weather variables on sugar beet yield development (*Beta vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy* [online]. 2006, 24(1), 62-69. ISSN 11610301. doi:10.1016/j.eja.2005.05.001
13. MUNČAN, P. – ŽIVKOVIĆ, D. *Menadžment ratarske proizvodnje*. Poljoprivredni fakultet, 2006.
14. PENDERGRASS, A.G. – KNUTTI, R. – LEHNER, F. – DESER, C. – SANDERSON, B.M. Precipitation variability increases in a warmer climate. *Scientific Reports* [online]. 2017, 7(1). ISSN 2045-2322. doi:10.1038/s41598-017-17966-y
15. POSMYK, M.M. – SZAFRAŃSKA, K. Biostimulators: a new trend towards solving an old problem. *Frontiers in plant science*, 2016, 7: 748.

Kontaktná adresa

Ing. Tomáš Vician, Ústav agronomických vied SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,
e-mail: xviciant@uniag.sk

OBSAH MÄSA V MÄSOVÝCH VÝROBKoch Z POHLÄDU SPOTREBITEĽA MEAT CONTENT IN MEAT PRODUCTS FROM THE CONSUMER 'S POINT OF VIEW

Vlčko Tomáš, Golian Jozef, Demianová Alžbeta

Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

Summary

European consumers are currently demanding safe and high-quality food for which they are willing to spend more money. The content of meat in meat products is one of the main indicators of their overall quality. The correct labeling of the product is important for the consumer's decision during the purchase. Meat is defined in several pieces of legislation and opinions differ on its uniform definition. We define meat from a broader perspective than all edible parts of animals, including edible bones, organs, adipose and connective tissue. From a narrower point of view, we define meat as skeletal muscle with immediately adjacent adipose and connective tissue. For correct orientation in the issue it is necessary to differentiate the definition of meat from the point of view of hygiene according to EP Regulation no. 853/2005 and the definition of meat in terms of ingredient in the product according to EU Regulation no. 1169/2011.

Key words: meat content, definition of meat, consumer views

ÚVOD

Výživa populácie a uspokojenie potrieb spotrebiteľov je jednou z výziev súčasnosti. Mäso a mäsové výrobky ako často preferovaná komodita v tejto problematike zastáva dôležitú úlohu. Mäso je dôležitým zdrojom výživy pre mnoho ľudí na celom svete. Globálny dopyt po mäse neustále rastie, za posledných 50 rokov sa produkcia mäsa viac ako stonásobila, v súčasnosti sa globálna produkcia mäsa odhaduje na viac ako 340 miliónov ton ročne a v nasledujúcom období sa odhaduje pokračujúci trend (Ritchie a Roser, 2017; Zia et al., 2020). Dopyt spotrebiteľov po vysoko kvalitných potravinárskych výrobkoch sa neustále zvyšuje. Kvalita najmä poľnohospodárskych výrobkov je špecifikovaná z hľadiska výsledovateľného pôvodu, známeho chemického zloženia, fyzikálnych vlastností, uspokojivého senzorických vlastností a bezpečnostných a zdravotných záruk týkajúcich sa mikrobiologickej a chemickej kontaminácie. Dopyt spotrebiteľov o informácie evidujeme najmä v ekonomicky vyspelých krajinách. Vo viacerých prípadoch sú konzumenti ochotní zaplatiť viac za špecifické atribúty kvality. V prípade mäsových výrobkov je základným údajom na rozlíšenie kvality obsah mäsa (Borrás et al., 2015; Georgiou a Danezis, 2017; Akhatova et al., 2018). Mäso v širšom slova zmysle definujeme ako všetky jedlé časti zvierat vrátane krvi, tukového, kostrového a spojivového tkaniva a jedlých orgánov. V užšom slova zmysle definujeme mäso ako kostrovú svalovinu s bezprostredne prilahlým tukovým a spojivovým tkanivom. Medzi uvedenými definíciami evidujeme dlhodobú diskusiu v odborných kruhoch (Fašiangová, 2011; Akhatova et al., 2018). Z dôvodu, že mäso patrí medzi finančne najdrahšie potraviny a nakoľko sa jeho dopyt zvyšuje, vzniká podnet na falšovanie zo strany nepoctivých výrobcov. Medzi najčastejšie spôsoby falšovania mäsa a predovšetkým mäsových výrobkov patria náhrada drahšieho druhu za lacnejší, uvádzanie nesprávneho pomeru obsahu druhu mäsa na etikete výrobku a pridávanie nedeklarovaných zložiek, čo v konečnom dôsledku poškodzuje spotrebiteľa najmä finančne, ale môže aj takéto konanie viesť k zdravotným komplikáciám (Abbas et al., 2018; Akhatova et al., 2018).

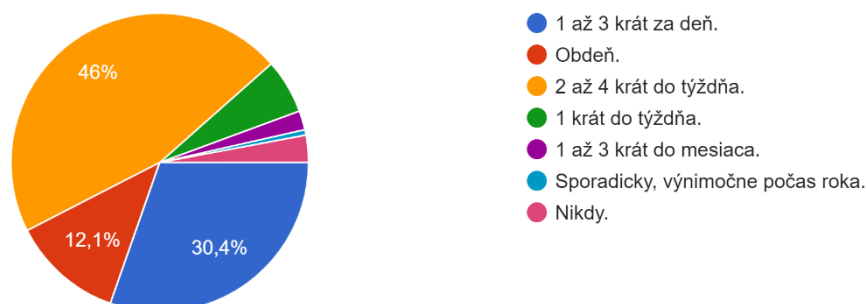
Jednou z hlavných úloh Európskej únie je ochrana spotrebiteľa. Od príslušných orgánov kontroly sa očakáva ich schopnosť posúdiť dané potraviny, posúdiť ich pravosť, odhaliť podvodné postupy spracovania, zabrániť falšovaniu a kontrolovať akékoľvek iné praktiky, ktoré môžu zavádzať spotrebiteľa. Na odhaľovanie falšovania potravín slúžia viaceré autentifikačné postupy a techniky, medzi ktoré patria spektroskopické, DNA, chromatografické, elektroforetické, senzorické, proteomické, izotopické metódy a iné (Ballin, 2010; SVPS, 2010; Borrás et al., 2015; Zia et al., 2020). Pokiaľ sa jedná o identifikáciu obsahu mäsa ako svalu v mäsovom výrobku, vhodná je izoelektrická fokusácia, ktorou vieme identifikovať svalové bielkoviny ako sú aktín, myozín a ich reťazce na základe ich pH gradientov (Różycki et al., 2018).

MATERIÁL A METODIKA

Naša práca má prieskumný charakter. Ako prieskumnú metódu sme zvolili štruktúrovaný dotazník pozostávajúci z 15 otázok týkajúcich sa konzumácie mäsa a mäsových výrobkov, ich označovania a percentuálneho obsahu mäsa v mäsových výrobkoch. Dotazník nebol zameraný na konkrétnu skupinu spotrebiteľov ale na čo najširšie spektrum spotrebiteľov, tak aby čo najviac odzrkadlil vnímanie problematiky z ich strany. Celkovo sme oslovili 339 respondentov, z toho 225 žien a 114 mužov vo veku od menej ako 18 rokov po viac ako 66 rokov s rôznym stupňom vzdelania. Predmetný dotazník a zber údajov sme vykonali online formou pomocou Google Workspace. Štatistické spracovanie výsledkov sme vykonali pomocou programu Microsoft Excel a Google Workspace. Vzhľadom na uvedené otázky v dotazníku sme analyzovali legislatívne dokumenty Európskej únie a Slovenskej republiky ako aj odborné publikácie, ktoré sa zaoberajú definíciou mäsa.

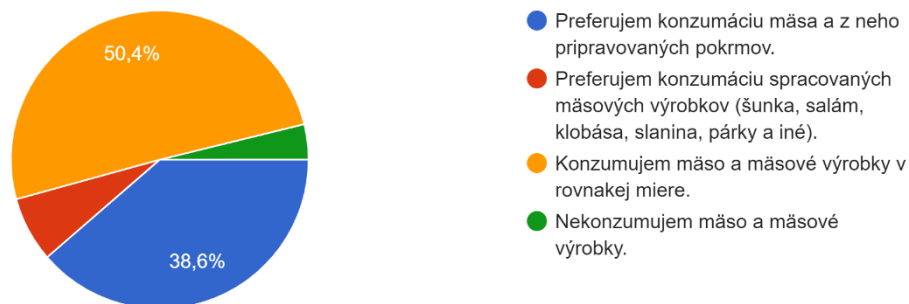
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Mäso je jednou z najviac konzumovaných potravín na svete. Slovensko sa v konzumácii mäsa nachádza pod priemerom EÚ, aj napriek tomu je spotreba mäsa v rámci Slovenska dvakrát vyššia, ako je celosvetový priemer (SPPK, 2019). Priemerná spotreba mäsa v rámci EÚ dosahuje hodnotu 69,9 kg.rok⁻¹ na obyvateľa, v rámci Slovenska obyvateľ skonzumuje 62,8 kg.rok⁻¹, zo všetkých druhov mäsa výrazne dominuje spotreba bravčového (Drapáková a Geist, 2019). Z nami opýtaných respondentov na otázku, či sú konzumentmi mäsa kladne odpovedalo celkovo 327 respondentov, čo tvorí 96,5 % opýtaných, 12 respondentov (3,5%) deklarovalo, že mäso nekonzumujú.



Obr. 1 Grafické vyjadrenie odpovedí na otázku „Ako často konzumujete mäso a mäsové výrobky?“

Ako uvádzame v obr. 1, na otázku, ako často konzumujete mäso a mäsové výrobky zvolilo odpoveď 2 až 4 krát do týždňa najviac respondentov 46 %, nasledovala odpoveď 1 až 3 krát za deň, ktorú zvolilo 30,4 % opýtaných. Mäso a mäsové výrobky konzumuje 12,1 % opýtaných obden; 5,9 % jedenkrát v týždni; 2,1 % 1 až 3 krát do mesiaca; 0,6 % sporadicky počas roka a 2,9 % odpovedalo, že mäso nekonsumujú. O tom v akej miere je správne konzumovať mäso a mäsové výrobky sa vedie diskusia dlhší čas.



Obr. 2 Grafické vyjadrenie odpovedí na otázku „Preferujete konzumáciu mäsa alebo spracovaných mäsových výrobkov (klobásky, párky, šunka a pod.)?“

Ako môžeme vidieť na obr. 2 pri otázke, v akej forme respondenti konzumujú mäso, či vo forme pokrmov, mäsových výrobkov alebo nato neberú ohľad, odpovedali najviac 50,4 %, že konzumujú mäso a mäsové výrobky v rovnakej miere. 38,6 % respondentov vyslovilo, že preferujú konzumáciu mäsa a z neho pripravovaných pokrmov pred mäsovými výrobkami. Uprednostňovanie mäsa pred mäsovými výrobkami v určitej miere, môže súvisieť jednak so zásadami stravovania sa ale aj s množstvom káuz v uplynulých rokoch súvisiacich s falšovaním mäsových výrobkov. Takouto kauzou bolo napr. objavené konské mäso v hovädzích fašírkach do hamburgerov (Akhatova et al., 2018). Falšovanie mäsových výrobkov negatívne ovplyvňuje trh a odrádza spotrebiteľov od nákupu z dôvodu vzbudzovania nedôvery (Spink et al., 2016).

Tab. 1 Obsah mäsa a cena ako atribúty pri nákupe mäsových výrobkov spotrebiteľmi

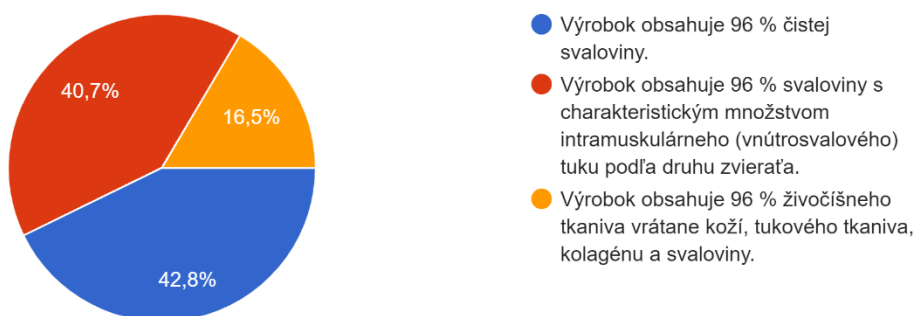
Otázka	Odpoveď	%	Počet respondentov z celkového počtu
Je pre Vás pri nákupe obsah mäsa uvedený na obale MV dôležitý?	Áno, zásadne kupujem MV s čo najväčším obsahom mäsa.	79,9	271
	Takýto údaj je pre mňa len informačný, nekladím naň veľký dôraz.	9,1	31
	Uvedený obsah mäsa na obale výrobku je pre mňa dôležitý, avšak kladiem väčší dôraz na cenu.	7,4	25
	Nie MV nenakupujem.	3,5	12
Ste ochotný/á zaplatiť vyššiu sumu za MV s vyšším obsahom mäsa?	Áno	70,2	238
	Záleží od pomeru obsah mäsa/cena.	27,1	92
	Nie	2,7	9

V súčasnosti evidujeme rastúci trend dopytu spotrebiteľov po vysoko kvalitnom mäse a mäsových výrobkoch (Abbas et al., 2018). Väčšina opýtaných (79,9 %) sa vyjadrila, že pri nákupe sa snažia vždy vybrať mäsové výrobky, ktoré obsahujú čo najväčší obsah mäsa. Obsah mäsa je nepochybne dôležitým ukazovateľom kvality mäsových výrobkov. Príkladom je Vyhláška MPA RV SR č. 83/2016 Z. z o mäsových výrobkoch, ktorá stanovuje požiadavky na minimálny obsah mäsa vo vybraných mäsových výrobkoch, ako garanciu ich kvality. Z výsledkov uvedených v Tab. 1 môžeme konštatovať, že spotrebiteľia sa orientujú pri výbere mäsového výrobku viac na údaj o obsahu mäsa ako cenu. Menšia časť respondentov (7,4 %) vyjadrila názor, že cena je pre nich dôležitejšia. Front-i-Furnols a Guerrero (2014) vo svojej štúdii uvádzajú viaceré príklady kedy sa dospelo k záverom, že cena v porovnaní s inými atribútmi kvality mäsa a mäsových výrobkov je menej dôležitá v porovnaní s kvalitou.

Definícia mäsa je predmetom širokej diskusie. Od toho ako definujeme mäso závisí aj celkový pohľad na prípadné falšovanie a voľbu autentifikačných techník. Respondentom sme položili otázku, či poznajú jednotnú definíciu mäsa, 54 % z nich odpovedalo negatívne. Európska legislatíva definuje mäso v Nariadení EP a Rady (ES) č. 853/2004 mäso ako: „*jedlé časti zvierat uvedených v bodoch 1.2 až 1.8, vrátane krvi*“. Názory odbornej obce sa však vo výklade tohto bodu líšia, ako sa aj líšia názory či by takto malo byť mäso zadefinované. Mäso sa definuje z hľadiska označovania zložky výrobku nasledovne: „*mäso je kostrová svalovina jednotlivých živočíšnych druhov cicavcov a vtákov na ľudský konzum s prirodzene obsiahnutým, alebo priloženým tkanivom,*“ pričom celkový obsah tuku a spojivového tkaniva nesmie prekročiť tabuľkové hodnoty (Fašiangová, 2011).

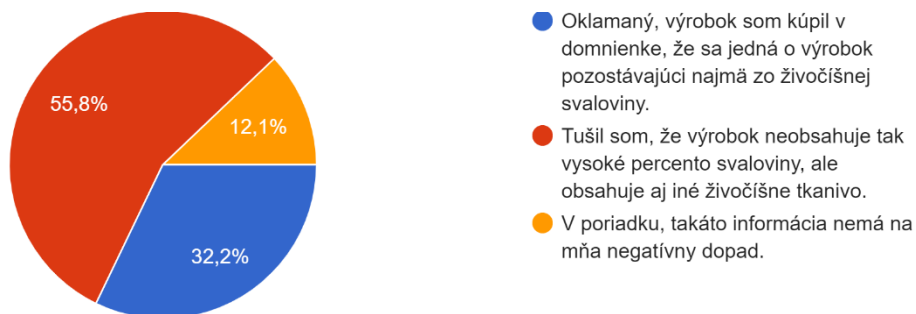
Tab. 2 Najvyššie prípustné množstvo tuku a spojivových tkanív pre zložky označené slovom mäso (Príloha VII Nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1169/2011)

Druh	Tuk v hmot. % najviac	Spojivové tkanivá v hmot. % najviac
Cicavce (okrem králikov a ošipáných a zmesi druhov, v ktorých prevláda mäso týchto cicavcov)	25	25
Ošipané	30	25
Vtáky a králiky	15	10



Obr. 3 Grafické vyjadrenie odpovedí na otázku „Pri kúpe mäsového výrobku s uvedeným obsahom 96 % mäsa očakávate, že:“

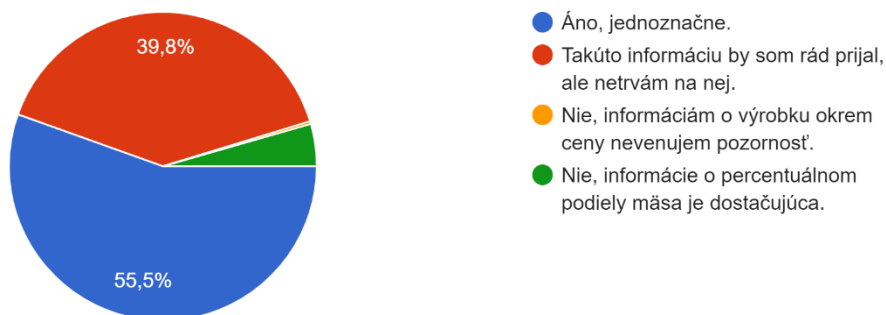
Definícia mäsa podľa bežného občana je vnímaná ako: „*sval respektíve kostrová svalovina s bezprostredne priloženým tukovým a spojivovým tkanivom*“. Pokiaľ je z takéhoto mäsa následne vyrobený mäsový výrobok, spotrebiteľ ho logicky vníma ako potravinu vyrobenú najmä zo svaloviny. Množstvo mäsa v danom mäsovom výrobku uvedenom na etikete má za úlohu informovať spotrebiteľa a usmerniť ho v názore na jeho kvalitu (Fašiangová, 2011).



Obr. 4 Grafické vyjadrenie odpovedí na otázku „V prípade, že mäsový výrobok s uvedeným obsahom 96 % mäsa neobsahuje 96 % svaloviny, cítite sa:“

Európska legislatíva kladie značný dôraz na ochranu spotrebiteľov. Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1169/2011 zaisťuje vysokú úroveň ochrany spotrebiteľa vo vzťahu k informáciám o potravinách, pričom sa zohľadňujú rozdiely vo vnímaní spotrebiteľov. Ako sa uvádza v príslušnom legislatívnom predpise, treba zohľadniť rozdiely vo vnímaní spotrebiteľov. Medzi časté spôsoby falšovania potravín patrí nahrádzanie drahšieho druhu mäsa lacnejším, rôznymi mäsovými náhradkami, tukovým tkanivom, kolagénom alebo krvnými derivátmi. V konečnom dôsledku sa vždy jedná o klamlivo uvedené informácie na obale výrobku. V spracovaných mäsových výrobkoch, ktoré sa vyznačujú najmä vysokým stupňom homogenizácie je takéto konanie náročnejšie odhaliť (Abbas, et al., 2018; Akhatova et al., 2018). Vyššie uvedené kooperuje aj so štúdiou Lautenschlaeger a Upmann (2017), kde je rozoberaná problematika definície mäsa v rámci EÚ a Nemecka. Definícia mäsa je rozoberaná vo viacerých legislatívnych predpisoch EÚ. V Nariadení EP a Rady (ES) č. 853/2004 je mäso definované najkomplexnejšie z pohľadu hygieny. V porovnaní s definíciou mäsa vo vyššie uvedenom nariadení je definícia pre popis suroviny pre výrobné procesy oveľa limitujúcejšia, pretože zvyky a očakávania spotrebiteľov sa v jednotlivých členských štátoch EÚ líšia. V Nemecku sú pokyny pre mäso a mäsové výrobky súčasťou „*Deutsche Lebensmittelbuch*“ (Nemecká potravinová kniha), ktorá je súborom pokynov popisujúcich výrobu, zloženie a charakteristické vlastnosti potravín. V nej sa mäso pre komerčnú výrobu považuje za iba kostrové svaly s vnútro svalovým tukom a príslušným spojivovým tkanivom. Slovenská legislatíva disponuje právnym predpisom, ktorý upravuje požiadavky na výrobu mäsových výrobkov. Jedná sa o Vyhlášku MPRV SR č. 83/2016 Z. z. o mäsových výrobkoch. Vyhláška uvádza požiadavky na jednotlivé typy mäsových výrobkov po senzorickej stránke. V predmetnej vyhláške sú definované pojmy a uvedené rozdiely medzi čistou svalovou bielkovinou, nemäsovou bielkovinou a bielkovinou spojivového tkaniva. Taktiež tu nájdeme vzorec, podľa ktorého získame celkový obsah kolagénu na základe obsahu hydroxyprolínu. § 4, odsek 2 uvádza, že: „*ak sa na výrobu mäsového výrobku použijú vnútornosti, v označení zloženia sa uvedie druh zvieratá, z ktorého boli vnútornosti získané*“. Vyhláška sa zaoberá jednotlivito v paragrafe 7, do akých mäsových výrobkov môžu byť pridané vnútornosti, obdobne sú riešené v paragrafe 8 krv a krvná plazma. V prílohách č. 1, 2, 3 a 4 nájdeme jednotlivé požiadavky na vybrané mäsové výrobky. Požiadavky sú uvedené ako po senzorickej stránke, tak aj po obsahovej stránke mäsa, tuku, spojivových tkanív a iného. Predmetná Vyhláška nás utvrdzuje a vychádzame z nej, že zákonodarcu zhotovoval predpis podľa definície mäsa ako kostrovej svaloviny. Fakt, že medzi mäsom v ponímaní svaloviny a tukovým tkanivom, kolagénom, orgánmi, prípadne krvou sú značné rozdiely a nemožno všetky tieto skupiny zahŕňať pod všeobecnú definíciu nasvedčuje Vyhláška MPaRV SR č. 423/2012 Z. z. o mäse jatočných zvierat, ktorá upravuje požiadavky na mäso jatočných zvierat a mäso jatočných králikov. V predmetnej Vyhláške sú medzi vedľajšie jatočné produkty určené na umiestňovanie na trh zaradené orgány ako pečeň, pľúca, srdce, obličky, slezina, pohlavné orgány, chrbtová slanina, kosti, kĺbové hlavice a pod.,

rozdelené podľa špecifických požiadaviek druhov zvierat. Podľa definície Nariadenia EP č. 853/2004 by sme všetky tieto vedľajšie jatočné produkty mali chápať ako mäso. Nariadenie EP a rady (EÚ) č. 1169/2011 odkazuje na definíciu mäsa v Nariadení EP a Rady (ES) č. 853/2004, Prílohy VII Nariadenia Európskeho parlamentu 15 a Rady (EÚ) č. 1169/2011 poskytuje určitý maximálny obsah tuku a spojivového tkaniva pre zložky označené ako mäso. V prípade prekročenia maximálnych hodnôt dôjde k zmene označenia. V susednej Českej republike je základným údajom pre rozlíšenie kvality mäsových výrobkov obsah mäsa. Ich vnútorný predpis, Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 69/2016 Sb. definuje mäso ako: „*požívatelné části jatočných zvířat, které slouží na lidskou výživu, zejména svalovina, šlachy, kosti, některé vnitřnosti, koža a tuk*“. Táto definícia však nezodpovedá tomu, čo si spotrebiteľ predstavuje pod pojmom mäso a preto ČR prijala s cieľom informovanosti spotrebiteľov špecifickú definíciu mäsa používanú výhradne pre označovanie mäsa v mäsových výrobkoch. Špecifická definícia definuje mäso ako: „*kostrovú svalovinu s prirodzene obsiahnutým tukom a spojivovým tkanivom*“. K jednotlivým druhom mäsa sú priradené horné limity pre obsah tuku a spojivového tkaniva. Pokiaľ sú tieto limity prekročené, musí byť deklarovaný obsah mäsa nižší (Akhatova et al., 2018). Ako autentifikačná metóda na zistenie obsahu svaloviny v mäsovom výrobku je vhodná izoelektrická fokusácia, ktorou vieme identifikovať príslušné svalové proteíny na základe ich rozdielnych pH gradientov, daná metóda bola použitá napr. v štúdií Akhremko et al. (2020). Je možné konštatovať, že definícia mäsa v rámci EÚ, ako aj jednotlivých členských štátov je zložitá záležitosť, ktorá vyžaduje priestor na diskusiu (Lautenschlaeger a Upmann, 2017).



Obr. 5 Grafické vyjadrenie odpovedí na otázku „Ste zato, aby sa na mäsových výrobkoch uvádzala informácia, koľko z uvedeného percenta mäsa tvorí svalovina?“

Z dôvodu, že definícia mäsa je zložitou problematikou v rámci mäsového priemyslu a aj z vyššie uvedených výsledkov a diskusie, ktoré preukazujú, že spotrebiteľia vnímajú mäso najmä ako svalovinu, sme im položili otázku, či by prijali, ak by sa na obale mäsového výrobku nachádzala aj informácia o obsahu svaloviny. Len 4,4 % opýtaných sa vyjadrilo, že aktuálna informácia o percentuálnom obsahu mäsa je dostačujúca a len 0,3 % sa vyjadrilo, že okrem ceny ich iná informácia nezaujíma. Naopak až 55,5 % respondentov by jednoznačne takúto informáciu na obale výrobku uvítalo; 39,8 % respondentov by taktiež uvítalo takúto informáciu, avšak netrvajú na nej.

ZÁVER

Cieľom práce bolo oboznámenie sa s názormi spotrebiteľov v otázkach obsahu mäsa v mäsových výrobkoch. Ako prieskumnú metódu sme zvolili štruktúrovaný dotazník, ktorý sme realizovali online formou. Zo získaných výsledkov môžeme konštatovať, že spotrebiteľia v rámci SR sú častými konzumentmi mäsa a mäsových výrobkov. Pri nákupe berú ohľad

najmä na uvádzaný obsah mäsa na obale výrobku a sú ochotní vynaložiť viac finančných prostriedkov za kvalitnejší výrobok. Otázka definície mäsa je rozoberaná dlhodobo vo viacerých štúdiách a legislatívnych predpisoch. Sme názoru, že spotrebiteľ vníma mäso ako kostrovú svalovinu s bezprostredne príľahlým tukovým a spojivovým tkanivom, čomu zodpovedajú viaceré legislatívne predpisy a zrealizované štúdie. Nepochybne je potrebné rozlišovať definície mäsa z hľadiska hygieny, označenia ako zložky na obale výrobku alebo z hľadiska technologického spracovania. Mäso ako drahšia komodita je predmetom častého falšovania, na autentifikáciu mäsa a mäsových výrobkov existuje veľké množstvo autentifikačných techník. Najčastejšími spôsobmi falšovania v mäsovom priemysle sú náhrada drahšieho druhu mäsa za lacnejší, pridávanie nedeklarovaných zložiek, absencia uvedeného obsahu druhu mäsa a klamlivé údaje na obale výrobku. Vhodnou autentifikačnou technikou na odhaľovanie obsahu mäsa ako svaloviny v mäsovom výrobku je izoelektrická fokusácia, ktorou vieme identifikovať svalové bielkoviny na základe ich rozdielnych pH gradientov a to aj v tepelne opracovaných výrobkoch.

Pod'akovanie: Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-17-0508 a projektom VEGA 1/0239/21.

LITERATÚRA

1. ABBAS, O. et al. 2018. Analytical methods used for authentication of food of animal origin. In *Food Chemistry*, vol. 246, pp. 6-17. ISSN 0308-8146. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.11.007
2. AKHATOVA, D. et al. 2018. Aktuální metody používané pro odhalení falšování masa a masných výrobků. In *Chemické listy*, vol. 112, no. 4, pp. 207-2014. ISSN 1213-7103.
3. AKHREMKO, A. et al. 2020. Adaptation of two-dimensional electrophoresis for muscle tissue analysis. In *Potravinárstvo Slovak Journal of Food sciences*, vol. 14, pp. 595-601. ISSN 1337-0960. DOI: 10.5219/1380
4. BALLIN, Nicolai. 2010. Authentication of meat and meat products. In *Meat Science*, vol. 86, no. 3, pp. 577-587. ISSN 0309-1740. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.06.001
5. BORRÁS, E. et al. 2015. Data fusion methodologies for food and beverage authentication and quality assessment. In *Analytica Chimica Acta*, vol. 891, pp. 1-14. ISSN: 0003-2670. DOI: 10.1016/j.aca.2015.04.042
6. DRAPÁKOVÁ, D. – GEIST, R. 2019. Spotreba mäsa na Slovensku stúpa. In *EURACTIV*. ISSN 1337-0235.
7. FAŠIANGOVÁ, K. 2011. *Vplyv prísad a iných náhrad na hodnotu mäsových bielkovín a kvalitu mäsových výrobkov*: dizertačná práca. Košice: Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie. 160 s.
8. FRONT, F. – GUERRERO, L. 2014. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products. In *Meat Science*, vol. 98, pp. 361-371. ISSN 0309-1740. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.06.025
9. GEORGIOU, C. – DANEZIS, G. 2017. *Food Authentication*. West Sussex : John Wiley & Sons Ltd. 568 s. ISBN 978-1-118-81025-5.
10. LAUTENSCHLAEGER, R – UPMANN, M. 2017. How meat is defined in European union and in Germany. In *Animal Frontiers*, vol. 7, no. 4, pp. 57-59. ISSN 2160-6064. DOI: 10.2527/af.2017.0446
11. Nariadenie (ES) č. 853/2004 o hygiene potravín živočíšneho pôvodu
12. Nariadenie (EU) č. 1169/2011 o označovaní potravín
13. RITCHIE, H. – ROSER, M. 2017. Meat and Dairy Production. In *Our World in Data*. www.ourworldindata.org/meat-production

14. RÓŽYCKI M. et al. 2018. Isoelectric Focusing of Proteins in The pH Gradient As a Tool for Identification of Species Origin of Raw Meat. In *Journal of Veterinary Research*, vol. 62, no. 2, p. 151-159. ISSN 2450-8608. DOI: 10.2478/jvetres-2018-0024
15. SPINK, J. et al. 2016. Introducing the Food Fraud Initial Screening model. In *Food Control*, vol. 69, pp. 306-314. ISSN 0956-7135. DOI: 10.1016/j.foodcont.2016.03.016
16. SPPK. 2019. *Spotreba mäsa na Slovensku*. <http://www.sppk.sk/clanok/2911?start>
17. ŠVPS. 2010. *Ochrana spotrebiteľa v Európskej únii: Desať hlavných zásad*. https://www.svps.sk/potraviny/info_ochrana_10_zasad.asp
18. Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky č. 83/2016 Z. z. o mäsových výrobkoch
19. Vyhláška Ministerstva земедělství č. 69/2016 Sb.
20. Vyhláška MPaRV SR č. 423/2012 Z. z. o mäse jatočných zvierat
21. ZIA, Q. et al. 2020. Current analytical methods for porcine identification in meat and meat products. In *Food Chemistry*. vol. 324. ISSN 0308-8146. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.126664

Kontaktná adresa

Ing. Tomáš Vlčko, Ústav potravinárstva FBP SPU v Nitre, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,
e-mail: tomasvlcko01@gmail.com

MIKROVLNNÝ OHREV A JEHO APLIKÁCIA PRI REGENERÁCII POKRMOV Z RYŽE

MICROWAVE HEATING AND ITS APPLICATION IN THE REGENERATION OF RICE MEALS

Zeleňáková Lucia, Kolesárová Anna

Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

Summary

The aim of the study was to assess the influence of microwave-heated rice meals on the presence of microorganisms as well as on changes in physico-chemical parameters (pH, a_w and temperature in the middle of food) with a combination of different heating intensity (W) and time. The total viable count (TVC) in the fresh rice pudding was $1,88 \cdot 10^2$ CFU.g⁻¹, in risotto $1,75 \cdot 10^2$ CFU.g⁻¹. Although the number of microorganisms increased during storage in the refrigerator, regeneration by microwave heating at 650 W 1 min and 750 W 30 s, respectively, decreased them. Higher numbers were found in rice pudding, especially at 500 W 30 s ($5,81 \cdot 10^2$ CFU.g⁻¹). The number of MFF was low in both meals ($<4 \cdot 10^1$ CFU.g⁻¹). Their number was further reduced by heating for 1 min at 750 W and 650 W ($<1 \cdot 10^1$ CFU.g⁻¹). In freshly prepared risotto samples, yeasts were not present ($<1 \cdot 10^1$ CFU.g⁻¹), on the contrary, in higher numbers they were present in rice pudding ($3,2 \cdot 10^2$ CFU.g⁻¹). Storing the samples in the refrigerator caused a slight increase up to $9,5 \cdot 10^1$ CFU.g⁻¹, while heating with 500 W for 30 s did not have a significant effect on their reduction ($8,6 \cdot 10^1$ CFU.g⁻¹). There were no coliforms and *Bacillus cereus* in the rice meals samples, indicating that the food was prepared and stored under good hygienic conditions. The average pH in freshly baked rice pudding was 5.42. The next few days it increased slightly to 5.49 and 5.56, respectively. Higher pH values were measured in the risotto in relation to the composition (6.64 in fresh sample, 6.72 after third day storing). Regeneration by microwave heating did not affect this indicator. Average value of water activity in rice pudding was 0.978, in risotto 0.996. The value of water activity did not change significantly during the storing and heating. Results showed, that a heating intensity of 500 W is not sufficient in combination with any time (1 min, 45 s, 30 s) to reach an inside temperature of 70 °C. The most suitable combination of heating intensity and heating time is 650 W 1 min and 750 W 30 s.

Key words: microwave heating, regeneration, microorganisms, pH, a_w , temperature

ÚVOD

Tepelná úprava potravín je dej, pri ktorom sa z potravín pôsobením tepla vytvára pokrm. Výsledkom tohto procesu je zlepšenie organoleptických vlastností pokrmov (vône, chuti, farby a textúry), stráviteľnosti a zaistenie ich zdravotnej bezpečnosti. Tepelné procesy rozdeľujeme do niekoľkých skupín podľa výšky pôsobiacej teploty a prostredia, kde tepelná úprava prebieha a podľa spôsobu zahrevu (Dostálová, 2008). Regenerácia je proces zvyšovania teploty už tepelne pripravených pokrmov (varenie, chladenie, zmrazenie a pod.) a môže zahŕňať konečný krok bezprostredne pred servírovaním. Na regeneráciu sú vhodné pokrmy, ktoré boli sušené, čerstvé, zmrazené, predpripravené, resp. konzervované (Monaghan, 2014).

V gastronómii sa dá použiť niekoľko spôsobov na regeneráciu (zohriatie) jedál zo schladeného, resp. zmrazeného stavu. Medzi najčastejšie využívané možnosti patrí mikrovlnná rúra (Trembová, 2013).

Mikrovlny sú elektromagnetické vlny s frekvenciou od 300 MHz do 300 GHz. Frekvencia mikrovlnnej rúry je definovaná tak, aby sa zabránilo rušeniu komunikácie. Čím je mikrovlnná frekvencia nižšia, tým je lepšia penetrácia. Všeobecne povedané, na vyváženie účinnosti a nákladov je domáca mikrovlnná frekvencia 2,45 GHz, pričom priemyselná mikrovlnná frekvencia je 915 MHz alebo 2,45 GHz (Qiushan et al., 2017).

Potraviny sa v mikrovlnnej rúre zahrievajú podľa toho, aké chemické zložky obsahujú. Rýchlejšie sa zahrievajú potraviny s vysokým obsahom tuku, soli a vody. Pri mikrovlnnom ohrievaní je dôležitý aj tvar a veľkosť zahrievaných potravín. Nevýhodou mikrovlnného ohrevu je tvorba prehriatych miest a nerovnomerné zahrievanie jednotlivých častí pokrmu, často aj pri vysokých výkonoch ohrevu (Zeleňáková et al., 2018). V mieste absorpcie mikrovln sa vytvára v krátkom časovom intervale veľké množstvo tepla, ktoré sa nestačí odvádzať do okolia. Výsledkom je rýchle stúpanie teploty v danom mieste (2 – 10 °C za sekundu), čo spôsobuje lokálne prehriatie a umožňuje tak priebeh tepelných reakcií, ktoré pri klasickom ohrievaní obyčajne neprebiehajú (Wray a Ramaswamy, 2015).

Mikrovlnná rúra je nepochybne jedným z najrýchlejších spôsobov, ako ohriať jedlo, ale môže byť ovplyvnená textúra niektorých potravín. Medzi potraviny, ktoré sa v mikrovlnnej rúre dobre zohrejú patria polievky, dusené pokrmy, soté, dusená alebo varená zelenina, ryža, cestoviny a rezance (Stevens, 2017).

Jeden z najdôležitejších prvkov pri tepelnej úprave v mikrovlnnej rúre je čas. Taktiež je dôležitý tvar a veľkosť potraviny. Jemné potraviny a malé kúsky sa varia rýchlejšie ako jedlo s vyššou hustotou. Potraviny s vysokou hustotou, ako sú zemiaky, pečené hovädzie mäso a mrkva, sa budú variť dlhšie ako pórovité potraviny (koláče, mleté mäso alebo jablká). Pre dosiahnutie najlepších výsledkov je dôležitá rovnaká veľkosť pripravovaných potravín. V mikrovlnnej rúre je zdroj tepla v hornej časti rúry, preto je potrebné potravinu zakryť, prípadne počas varenia viackrát premiešať (Qiushan et al., 2017).

Na kvalitu ohrievania v mikrovlnných rúrach vplýva tiež príkon a veľkosť mikrovlnky či opotrebovanie magnetronu. Aj samotné potraviny, ich zloženie, tvar, veľkosť, tepelná vodivosť môžu ovplyvniť účinnosť mikrovlnného ohrevu. Riziko predstavuje už vyššie uvedený nerovnomerný ohrev, výsledkom čoho je tvorba teplých a studených miest v potravinách a nízka inaktivácia mikroorganizmov, najmä tých patogénnych (Mazen et al., 2014).

Takmer všetky potraviny môžu byť do určitej miery kontaminované mikroorganizmami v rôznom rozsahu. Výsledky mnohých štúdií ukázali, že účinnosť mikrovlnného ohrevu pri usmrcovaní mikroorganizmov a spór je porovnateľná s konvenčnými metódami za predpokladu vhodnej teploty a času (Lee et al., 2003).

Všeobecne platí, že jedlo (alebo časť jedla), kde je obsah vody najvyšší, sa zahrieva najrýchlejšie. Nerovnomerné rozloženie teploty potravín môže spôsobiť prežitie a prítomnosť mikroorganizmov, ako sú *Salmonella*, *Listeria*, *Clostridium* a *Campylobacter* (Buddolla, 2019).

Intenzita ohrevu (W) a čas sú pri mikrovlnnom ohreve najdôležitejšie faktory, ktoré výrazne ovplyvňujú inaktiváciu nežiaducej mikrobioty. Rougier et al. (2014) skúmali vplyv intenzity ohrevu (200 – 2000 W) pri konštantnej frekvencii (2450 MHz) na stabilitu membrány *Escherichia coli* (5 ml). Zistili, že vyšší výkon mikrovlnky spôsobil zrýchlenie samotného ohrevu, ako aj jeho teplotu, výsledkom čoho bolo preukazné narušenie integrity membrány tejto baktérie a jej následné usmrtenie. Benlloch-Tinoco et al. (2014) skúmali vplyv intenzity mikrovlnného ohrevu (600, 900 a 1 000 W) na prežívanie baktérie *Listeria monocytogenes*. Dospeli k záveru, že čím vyšší je výkon, tým rýchlejšia je jej inaktivácia.

Mikrovlnný ohrev vytvára svojou rýchlosťou, ale najmä nerovnomerným rozložením teplôt predpoklady pre nedodržanie bezpečného tepelného opracovania a tým aj možnosť prežívania nežiaducich mikroorganizmov. Táto skutočnosť má význam hlavne pri

potravínach, ktoré sa v mikrovlnke len ohrievajú, teda hotové jedlá. Povrchová, sekundárne kontaminujúca mikroflóra hotových jedál je takmer vždy pri konvenčnom ohreve spoľahlivo devitalizovaná. Pri mikrovlnnom ohreve je však teplo vedené z jadra na povrch a pri krátkych expozičných dobách je teplota povrchu na devitalizáciu mikroorganizmov nedostatočná. Pred konzumáciou jedál uchovávaných v chladničke sa preto odporúča ich zahriatie na 75 °C v jadre aspoň na 15 sekúnd (Zeleňáková et al., 2018). Uvedená informácia sa nevzťahuje na regeneráciu šokovo chladených a mrazených jedál, pre ktoré platia osobitné požiadavky vyplývajúce z platnej legislatívy (80 °C najmenej 10 min pre konvenčný ohrev).

MATERIÁL A METÓDY

Cieľom práce bolo analyzovať a zhodnotiť vplyv mikrovlnne ohrievaných ryžových pokrmov na prítomnosť mikroorganizmov a zároveň posúdiť zmeny fyzikálno-chemických parametrov (pH, a_w , teplota v jadre) pri kombinácii rôznej intenzity ohrevu (W) a času.

Pre experimentálne účely boli použité vzorky ryžového nákypu a zeleninového rizota, ktoré boli čerstvo pripravené na Katedre hygieny a bezpečnosti potravín za prísnych hygienických podmienok a následne v laboratóriách tejto katedry analyzované. Zloženie a postup výroby oboch druhov jedál je uvedený v tabuľke 1.

Výroba pokrmov a analýza vzoriek bola uskutočnená 3-krát nezávisle od seba, pričom v rámci fyzikálno-chemických analýz boli v každej vzorke uskutočnené 3 paralelné merania. Pokiaľ ide o mikrobiologické analýzy, vyhláška č. 533/2007 Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky o podrobnostiach o požiadavkách na zariadenia spoločného stravovania uvádza, že vzorka pokrmu musí mať hmotnosť najmenej 50 g, ak nejde o kusový tovar. Každá z našich vzoriek vážila 100 g kvôli komplexnosti jednotlivých stanovení. Pred každou mikrobiologickou analýzou bola vzorka zhomogenizovaná, pričom sa odbery robili z dvoch nezávislých miest – dve paralelné stanovenia. Spolu bolo vyšetrených 80 vzoriek – 40 vzoriek zeleninového rizota a 40 vzoriek ryžového nákypu. Základný rozpis jednotlivých analýz je uvedený nižšie.

Na ohrev vzoriek bola použitá mikrovlnná rúra Whirlpool JET Chef JT469, ktorá má viacero funkcií, napr. Microwave, Jet Start, Grill, Crisp, Forced Air, 6th Sense Reheat, 6th Sense Defrost, 6th Sense Steam, Combi Grill + Microwave, Combi Forced Air + Microwave, 6th Sense Bread Defrost.

Regenerácia pokrmov mikrovlnným ohrevom (výkon a čas): 750 W/ 1 min, 45 s, 30 s
650 W/ 1 min, 45 s, 30 s
550 W/ 1 min, 45 s, 30 s

Fázy odberu vzoriek: 1. deň – čerstvo pripravené
2. deň – schladené v chladničke (4 ± 1 °C) a regenerované
3. deň – schladené v chladničke (4 ± 1 °C) a regenerované

Sledované parametre: mikrobiologické – celkový počet mikroorgnaimzmov (CPM) , koliformné baktérie, mikroskopické vlákňité huby (MVH) a kvasinky, *Bacillus cereus*
fyzikálno-chemické – pH, a_w , teplota v jadre pokrmu

Tab. 1 Zloženie a postup výroby zeleninového rizota a ryžového nákypu

 Vzorka rizota (100 g)	<i>Suroviny:</i> • 500 g ryže • 250 g mrazeného hrášku • 250 g mrkvy • plechovka kukurice v slanom náleve • 250 ml smotany na varenie • olej • bazalka • soľ • čierne korenie <i>Postup:</i> Na oleji si opražíme ryžu a zalejeme ju vodou. Kým sa uvarí ryža, pripravíme si zeleninu. Na troške oleja si opražíme na kocky nakrájanú mrkvu, hrášok a nakoniec pridáme kukuricu. Zeleninu dusíme do zmäknutia. Keď bude zelenina mäkká, zalejeme ju smotanou na varenie a chvíľku povaríme. Následne pridáme uvarenú ryžu a dochutíme soľou, korením a bazalkou.
 Vzorka ryžového nákypu (100 g)	<i>Suroviny:</i> • 500 g ryže • liter mlieka • cukor • 4 ks vajec • marhuľový kompót • olej <i>Postup:</i> Ryžu varíme v mlieku, pridáme cukor a trošku oleja. Po uvarení ryže pridáme do zmesi žĺtky a následne vyšľahané bielky. Na plech vrstváme ryžovú hmotu, následne marhuľový kompót a zasa vrstvu ryžovej hmoty. Pečieme pri 180 stupňoch 45 minút, do zlatista.

Na meranie pH bol použitý prístroj pH meter, ktorý obsahuje kombinovanú elektródu, a to indikačnú (sklenenú) a referenčnú (kalomelovú). Meranie vodnej aktivity bolo uskutočnené pomocou prístroja FA-st lab. Teplota bola meraná pomocou vpichového teplomera a to po každom ohriatí vzorky podľa stanovených podmienok (intenzita ohrevu vs. čas).

Charakteristika metodických postupov týkajúca sa mikrobiologického stanovenia je uvedená v tabuľke. 2.

Na izolovanie koliformných baktérií bol použitý VČŽL agar, ktorý je určený na rozmnoženie a izoláciu rastovo náročných baktérií, najmä črevných patogénnych mikroorganizmov. Je to agar s kryštálovou violetou, neutrálnou červenou, žltými soľami a laktózou.

Na hodnotenie celkového počtu mikroorganizmov bol použitý PCA agar – Plate Count Agar, čo je neselektívne rastové médium, bežne používané na monitorovanie celkového bakteriálneho rastu vo vzorke. Skladá sa z kazeínového enzymatického hydrolyzáta, kvasnicového extraktu, dextrózy a agaru.

Na izolovanie *Bacillus cereus* bol použitý MYP agar, ktorý sa skladá z peptónu, mäsového extraktu, D-manitolu, chloridu sodného, fenolovej červene, agaru.

Na stanovenie mikroskopických vláknitých húb a kvasiniek bol použitý DRBC agar, ktorý je zložený z peptónu, dextrózy, hydrogenfosforečnanu draselného, síranu horečnatého, bengálskej červene, dichloranu, agaru.

Na prípravu jednotlivých živných médií bolo navážené príslušné množstvo ich dehydrovanej formy, ktorá bola rozmiešaná v destilovanej vode a následne sterilizovaná v autokláve pri teplote 121 °C, tlaku 120 kPa, 15 minút.

Tab. 2 Charakteristika metodických postupov pre mikrobiologické stanovenie

Mikroorganizmus	Riedenie	Objem	Živná pôda	Kultivácia	STN/ISO
Koliformné baktérie	10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}	1 ml	VČŽL agar	30 ± 1 °C, 24 h	STN EN ISO 4832
CPM	10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}	1 ml	PCA agar	30 ± 1 °C, 72 h $\pm$ 3 h	ISO STN 4833
Kvasinky a mikroskopické vláknité huby	10^{-1} , 10^{-2}	1 ml	DRBC agar	25 ± 1 °C, 5 dní	ISO 7954
<i>Bacillus cereus</i>	10^{-1} , 10^{-2}	0,1 ml	MYP agar	30 ± 1 °C, 20 h	STN EN ISO 7932

V rámci vyhodnocovania fyzikálno-chemických a mikrobiologických analýz sme zistené hodnoty spracovali do tabuliek a grafov v programe Microsoft Excel. Základné matematicko-štatistické ukazovatele: priemer ($\bar{x}$), smerodajná odchýlka (s_x), variačný koeficient (v), minimálna ($x_{\min}$) a maximálna ($x_{\max}$) hodnota.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vzorky ryžových pokrmov boli laboratórne vyšetrené hneď po uvarení pokrmu a na druhý a tretí deň po uskladnení v chladničke a následnom tepelnom ohreve v mikrovlnnej rúre za stanovených podmienok.

Výsledky čerstvo pripravených pokrmov sme vyhodnotili podľa výnosu MP SR a MZ SR č. 06267/ 2006 – SL, ktorým sa vydáva hlava Potravinového kódexu upravujúca mikrobiologické požiadavky na potraviny a obaly na ich balenie.

Tab. 3 Matematicko-štatistické ukazovatele pre hodnotenie CPM v čerstvo pripravenom a chladenom ryžovom nákype (A) a rizote (B)

Celkový počet mikroorganizmov [KTJ.g ⁻¹]						
Ukazovateľ	Čerstvo pripravené		Chladené v chladničke (4 °C)		Chladené v chladničke (4 °C)	
	1. deň		2. deň		3. deň	
	A	B	A	B	A	B
$\bar{x}$	$1,88 \cdot 10^2$	$1,75 \cdot 10^2$	$3,78 \cdot 10^2$	$1,82 \cdot 10^2$	$4,13 \cdot 10^2$	$2,93 \cdot 10^2$
s_x	$0,45 \cdot 10^2$	$0,19 \cdot 10^2$	$0,47 \cdot 10^2$	$1,04 \cdot 10^2$	$0,53 \cdot 10^2$	$0,50 \cdot 10^2$
$x_{\min}$	$1,36 \cdot 10^2$	$1,54 \cdot 10^2$	$3,40 \cdot 10^2$	$1,27 \cdot 10^2$	$3,63 \cdot 10^2$	$2,45 \cdot 10^2$
$x_{\max}$	$2,18 \cdot 10^2$	$1,90 \cdot 10^2$	$4,31 \cdot 10^2$	$2,63 \cdot 10^2$	$4,68 \cdot 10^2$	$3,45 \cdot 10^2$
v [%]	23,93	10,71	12,43	57,30	12,83	17,07

Ako vyplýva z tabuľky 3, priemerná hodnota CPM vo vzorkách čerstvo napečeného ryžového nákypu, ktorý sme po krátkom ochladení pri izbovej teplote (prispôbenie sa domácim podmienkam) analyzovali, bola $1,88 \cdot 10^2 \pm 0,45$ KTJ.g⁻¹. Následné chladenie

ryžového nákypu v chladničke pri teplote 4 °C spôsobilo mierny nárast CPM a to $3,78 \cdot 10^2 \pm 0,47 \text{ KTJ.g}^{-1}$ (druhý deň), resp. $4,13 \cdot 10^2 \pm 0,53 \text{ KTJ.g}^{-1}$ (tretí deň).

V čerstvo pripravenom rizote (tab. 3) bol celkový počet mikroorganizmov na úrovni $1,75 \cdot 10^2 \pm 0,19 \text{ KTJ.g}^{-1}$. Uchovávaním rizota cez noc v chladničke hodnoty CPM stúpili, a to na druhý deň na úroveň $1,82 \cdot 10^2 \pm 1,04 \text{ KTJ.g}^{-1}$ a na tretí dokonca na $2,93 \cdot 10^2 \pm 0,50 \text{ KTJ.g}^{-1}$.

Tab. 4 Matematicko-štatistické ukazovatele pre hodnotenie CPM v ryžovom nákype po regenerácii v mikrovlnnej rúre

Regenerované	2. deň			3. deň		
	1 min	45 s	30 s	1 min	45 s	30 s
750 W	$\bar{x}$	$1,30 \cdot 10^2$	$2,12 \cdot 10^2$	$3,06 \cdot 10^2$	$2,45 \cdot 10^2$	$2,54 \cdot 10^2$
	s_x	$0,10 \cdot 10^2$	$0,67 \cdot 10^2$	$0,47 \cdot 10^2$	$0,27 \cdot 10^2$	$0,31 \cdot 10^2$
	$x_{\min}$	$1,18 \cdot 10^2$	$1,36 \cdot 10^2$	$2,54 \cdot 10^2$	$2,18 \cdot 10^2$	$2,18 \cdot 10^2$
	$x_{\max}$	$1,36 \cdot 10^2$	$2,63 \cdot 10^2$	$3,45 \cdot 10^2$	$2,72 \cdot 10^2$	$2,90 \cdot 10^2$
	$v [\%]$	7,69	31,60	15,35	11,02	12,20
650 W	$\bar{x}$	$2,48 \cdot 10^2$	$3,02 \cdot 10^2$	$3,39 \cdot 10^2$	$2,48 \cdot 10^2$	$2,78 \cdot 10^2$
	s_x	$0,26 \cdot 10^2$	$0,70 \cdot 10^2$	$0,81 \cdot 10^2$	$0,34 \cdot 10^2$	$0,14 \cdot 10^2$
	$x_{\min}$	$2,45 \cdot 10^2$	$2,18 \cdot 10^2$	$2,45 \cdot 10^2$	$2,09 \cdot 10^2$	$2,63 \cdot 10^2$
	$x_{\max}$	$2,81 \cdot 10^2$	$3,81 \cdot 10^2$	$3,90 \cdot 10^2$	$2,72 \cdot 10^2$	$2,90 \cdot 10^2$
	$v [\%]$	10,48	23,17	23,89	13,70	5,03
500 W	$\bar{x}$	$3,18 \cdot 10^2$	$3,63 \cdot 10^2$	$5,96 \cdot 10^2$	$3,34 \cdot 10^2$	$4,06 \cdot 10^2$
	s_x	$0,69 \cdot 10^2$	$1,10 \cdot 10^2$	$0,55 \cdot 10^2$	$0,82 \cdot 10^2$	$0,53 \cdot 10^2$
	$x_{\min}$	$2,54 \cdot 10^2$	$2,45 \cdot 10^2$	$5,45 \cdot 10^2$	$2,40 \cdot 10^2$	$3,45 \cdot 10^2$
	$x_{\max}$	$1,47 \cdot 10^2$	$1,73 \cdot 10^2$	$1,85 \cdot 10^2$	$3,90 \cdot 10^2$	$4,36 \cdot 10^2$
	$v [\%]$	21,69	30,30	9,22	24,55	13,05

Ako vyplýva z tabuliek 4 a 5, hoci sa celkový počet mikroorganizmov počas uchovávaní v chladničke zvyšoval, regenerácia pomocou mikrovlnného ohrevu pri 650 W 1 minútu a 750 W 30 sekúnd dokázala ich množstvo znížiť. Naopak, kombinácia 500 W 30 sekúnd sa ukázala ako najmenej vhodná a v praxi ju neodporúčame aplikovať. Vyššie počty zistených kolónií boli zároveň zistené v ryžovom nákype, kde významnú úlohu zohralo jeho zloženie a to mlieko, vajcia, resp. marhule. Súčasťou rizota boli okrem samotnej ryže prítomné skôr sterilizované druhy zeleniny (hrášok a kukurica), ktoré kontamináciu nespôsobili.

Kontaminácia potravín vláknitými mikroskopickými hubami je veľmi užitočným indikátorom na hodnotenie kvality potravín. Vláknité mikroskopické huby bežne kontaminujú rôzne potraviny a spôsobujú znehodnotenie produkciou mykotoxínov, ktoré môžu spôsobiť poškodenie pečene a otravu jedlom u ľudí (Zakki et al., 2017).

Tab. 5 Matematicko-štatistické ukazovatele pre hodnotenie CPM v rizote po regenerácii v mikrovlnnej rúre

Regenerované	2. deň				3. deň		
750 W		1 min	45 s	30 s	1 min	45 s	30 s
	$\bar{x}$	$1,27 \cdot 10^2$	$1,39 \cdot 10^2$	$1,69 \cdot 10^2$	$1,30 \cdot 10^2$	$1,72 \cdot 10^2$	$2,36 \cdot 10^2$
	s_x	$0,16 \cdot 10^2$	$0,41 \cdot 10^2$	$0,89 \cdot 10^2$	$0,36 \cdot 10^2$	$0,79 \cdot 10^2$	$0,71 \cdot 10^2$
	$x_{\min}$	$1,27 \cdot 10^2$	$1,09 \cdot 10^2$	$1,09 \cdot 10^2$	$1,09 \cdot 10^2$	$1,27 \cdot 10^2$	$1,54 \cdot 10^2$
	$x_{\max}$	$1,36 \cdot 10^2$	$1,39 \cdot 10^2$	$2,72 \cdot 10^2$	$1,72 \cdot 10^2$	$2,63 \cdot 10^2$	$2,81 \cdot 10^2$
	$v \text{ [%]}$	12,27	29,20	52,78	27,98	45,56	30,07
650 W	$\bar{x}$	$1,69 \cdot 10^2$	$1,81 \cdot 10^2$	$2,72 \cdot 10^2$	$2,51 \cdot 10^2$	$2,54 \cdot 10^2$	$3,21 \cdot 10^2$
	s_x	$0,37 \cdot 10^2$	$0,81 \cdot 10^2$	$0,65 \cdot 10^2$	$0,89 \cdot 10^2$	$1,74 \cdot 10^2$	$1,00 \cdot 10^2$
	$x_{\min}$	$1,36 \cdot 10^2$	$1,18 \cdot 10^2$	$2,18 \cdot 10^2$	$2,00 \cdot 10^2$	$1,36 \cdot 10^2$	$2,63 \cdot 10^2$
	$x_{\max}$	$2,09 \cdot 10^2$	$2,72 \cdot 10^2$	$3,45 \cdot 10^2$	$3,54 \cdot 10^2$	$4,54 \cdot 10^2$	$4,36 \cdot 10^2$
	$v \text{ [%]}$	21,80	44,42	24,03	35,38	68,56	31,15
500 W	$\bar{x}$	$3,36 \cdot 10^2$	$4,11 \cdot 10^2$	$4,84 \cdot 10^2$	$3,57 \cdot 10^2$	$4,66 \cdot 10^2$	$5,81 \cdot 10^2$
	s_x	$0,47 \cdot 10^2$	$0,51 \cdot 10^2$	$1,14 \cdot 10^2$	$1,09 \cdot 10^2$	$0,26 \cdot 10^2$	$0,63 \cdot 10^2$
	$x_{\min}$	$3,09 \cdot 10^2$	$3,54 \cdot 10^2$	$3,54 \cdot 10^2$	$2,54 \cdot 10^2$	$4,36 \cdot 10^2$	$5,45 \cdot 10^2$
	$x_{\max}$	$3,90 \cdot 10^2$	$4,54 \cdot 10^2$	$5,63 \cdot 10^2$	$4,72 \cdot 10^2$	$4,81 \cdot 10^2$	$6,54 \cdot 10^2$
	$v \text{ [%]}$	13,98	12,50	23,47	30,67	5,58	10,83

Analýzy vláknitých mikroskopických húb a kvasiniek sme v rámci pokusu robili aj napriek tomu, že v legislatíve (výnos č. 06267/100-SL) nie sú určené maximálne prípustné limity pre mikroskopické huby v čerstvo pripravených tepelne opracovaných pokrmoch.

Počas troch dní analýzy boli v čerstvej vzorke, chladených vzorkách aj vo vzorkách po mikrovlnnom ohreve množstvá MVH nízke ($<4 \cdot 10^1$ KTJ.g⁻¹). Ich počet sa ešte znížil ohrievaním po dobu 1 min pri 750 W, resp. 650 W ($<1 \cdot 10^1$ KTJ.g⁻¹).

V čerstvo pripravených vzorkách rizota sa kvasinky takmer vôbec nevyskytovali ($<1 \cdot 10^1$ KTJ.g⁻¹). Druhý a tretí deň analýzy sa ich počet v chladenej vzorke pohyboval v rozmedzí od $<4 \cdot 10^1$ KTJ.g⁻¹ do $2,8 \cdot 10^1$ KTJ.g⁻¹ (tretí deň). Eliminácia kvasiniek na hodnotu $<1 \cdot 10^1$ KTJ.g⁻¹ bola spôsobená regeneráciou, pričom najintenzívnejšie prebiehala pri 750 W bez ohľadu na dĺžku trvania ohrevu.

Vo vzorkách ryžového nákypu sa počty kvasiniek pohybovali vo výrazne vyšších množstvách, čo možno pripísať prítomnosti marhúľ v pokrme. V čerstvo pripravenom ryžovom nákype bol ich počet na úrovni $3,2 \cdot 10^1$ KTJ.g⁻¹. Uchovávanie vzoriek v chladničke spôsobilo ich mierny nárast až na hodnotu $9,5 \cdot 10^1$ KTJ.g⁻¹, pričom ohrev 500 W 30 sekúnd nemal na ich zníženie výrazný vplyv ($8,6 \cdot 10^1$ KTJ.g⁻¹).

Niektoré druhy kvasiniek sa vyskytujú v extrémnych prostrediach s nízkymi teplotami, v prostrediach s vysokým obsahom soli alebo cukru (10 – 20 % glukózy, ale aj 50 % glukózy – sirup), alebo v prítomnosti soli (10 – 20 %), s vysokým alebo nízkym pH (vo všeobecnosti kvasinky rastú v rozmedzí pH 3 až 10, ale niektoré druhy môžu rásť aj v silne kyslom prostredí s pH 1,5 (Zhang et al., 2017).

Bacillus cereus sa vo vzorkách ryžového nákypu a rizota vyskytoval v počte $<1 \cdot 10^1$ KTJ.g⁻¹. Regenerácia mikrovlnným ohrevom naňho nemala žiaden vplyv. Zároveň možno konštatovať, že aj proces uchovávania pokrmov v chladničke a ďalšia manipulácia s nimi nespôsobila ich kontamináciu. Ryžové jedlá sú pritom náchylné na rozmnožovanie *B. cereus* práve pri zlom skladovaní.

B. cereus sa do potravín dostáva kontaminovanými surovinami – hlavne zeleninou, múkou, korením, cukrom. V týchto surovinách je prítomný vo forme odolných spór, ktoré mu umožňujú znášať suché prostredie a prežívať i bežné teplotné intervaly pri výrobe potravín. Najčastejšie bol jeho výskyt preukázaný v ryži, surovom mäse, rybách, mlieku, zelenine a korení (Long et al., 2018).

Pre zamedzenie rastu baktérií *B. cereus* je nutné skladovať ryžu v teplote najviac 15 °C. Aby sa zamedzila aj tvorba emetického toxínu v uvarenej ryži, je potrebná teplota pod 12 °C, ešte lepšie pod 10 °C. Čím skôr ryžu schladíme, tým menej nebezpečného toxínu sa v nej stihne vyprodukovať. Raz uvarená ryža sa odporúča ohrievať najviac jedenkrát (Sobral et al., 2018).

Ako naznačuje štúdia uskutočnená autormi Juneja et al. (2020), spóry *B. cereus* v ryži je možné inaktivovať počas varenia. Z výsledkov vyplynulo, že ryža kontaminovaná spórmi *B. cereus* by sa mala zahriať na 90,5 °C počas 3 hodín, aby sa dosiahlo zníženie o 4 log. Čas zahrievania sa môže skrátiť na 44,38 minút, aby sa dosiahol rovnaký účinok, ak sa ryža zohreje na 99 °C. Tento rozsah zahrievania však môže nepriaznivo ovplyvniť kvalitu varenej ryže, pokiaľ ide o farbu, textúru, chuť a arómu.

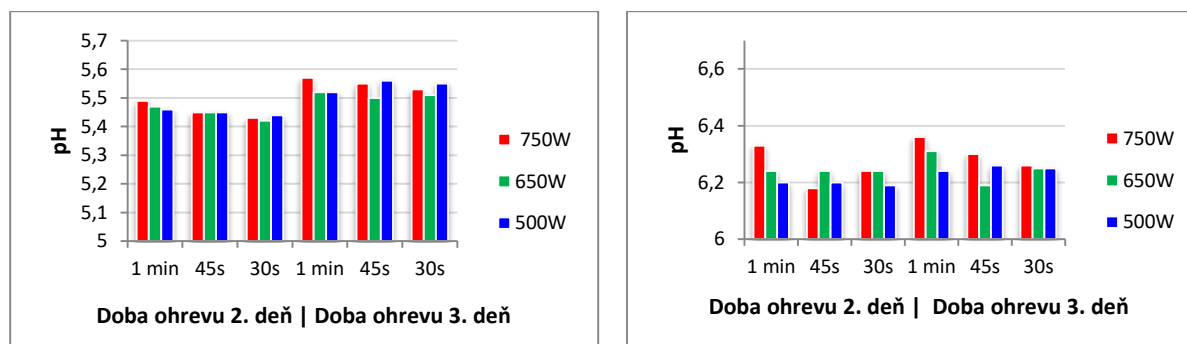
Počet koliformných baktérií v rizote aj ryžovom nákype bol na úrovni $<1.10^1$ KTJ.g⁻¹, čo svedčí o dobrej sanitácii zariadení a náradia pri príprave samotných jedál, ale aj vzoriek.

Pozitívom je tiež kvalita surovín, ktoré boli použité na prípravu. Zároveň môžeme konštatovať, že výsledky našich analýz splnili legislatívne kritériá pre výskyt koliformných baktérií. Výnos č. 06267/2006-SL totiž stanovuje najvyššie prípustné množstvo koliformných baktérií v čerstvo pripravených tepelne opracovaných pokrmoch na 10².

Prítomnosť koliformných baktérií v potravinách a vode vo všeobecnosti znamená fekálnu kontamináciu, ktorá môže spôsobiť gastrointestinálne ochorenia u ľudí. Nedostatočná sanitácia výrobného prostredia a zlá osobná hygiena sa považujú za najdôležitejšie príčiny tejto kontaminácie (Nkere et al., 2011).

Väčšina mikroorganizmov rastie v prostredí pH okolo 7,0 (6,6 – 7,5). pH menej ako 4,0 v princípe mikroorganizmom nevyhovuje. Baktérie, najmä tie patogénne, sú viac náročné na hodnotu pH, na rozdiel od mikroskopických húb. Hodnoty pH sú pritom rôzne pre baktérie, kvasinky a vláknité mikromycéty (Tančinová et al., 2017).

Merania pH sme uskutočnili v čerstvo pripravených pokrmoch, ako aj ďalšie dva dni, kedy boli vzorky uložené v chladničke pri 4 °C a následne za stanovených podmienok regenerované. Priemerná hodnota pH v čerstvo napečenom ryžovom nákype bola 5,42. Ďalšie dni sa o niečo zvýšila, a to na hodnotu 5,49, resp. 5,56. Vyššie hodnoty pH boli vo vzťahu k zloženiu namerané v rizote. V čerstvom pokrme to bolo 6,64, ďalšie dni sa pH zvýšilo len mierne, a to na 6,66, resp. 6,72 (3. deň v chladničke). Na obrázku 1 sú znázornené zmeny pH v dôsledku regenerácie oboch druhov pokrmov.



Obr. 1 pH v regenerovaných vzorkách ryžového nákypu (A) a rizota (B)

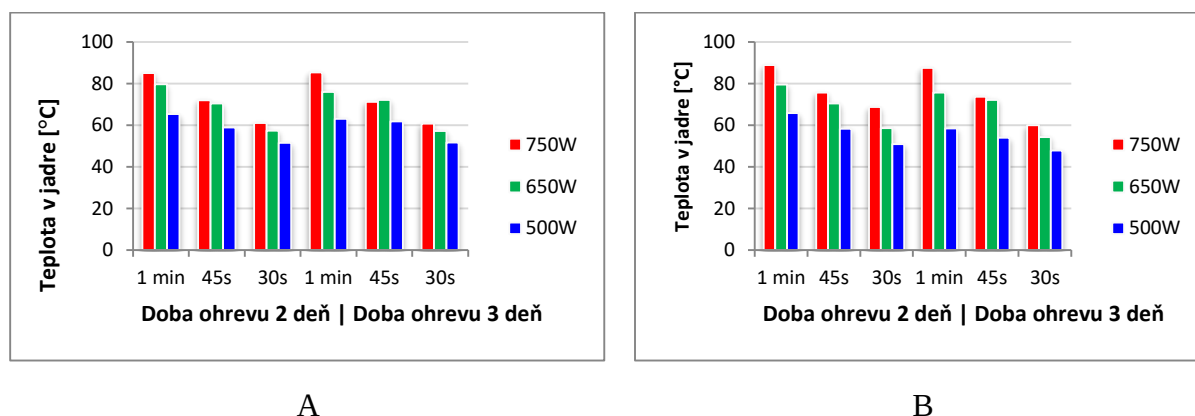
Aktivita vody je množstvo vody, ktoré je k dispozícii na podporu rastu baktérií, resp. umožnenie iných chemických reakcií. Limitujúce hodnoty a_w pre mikroorganizmy sú rôzne. Všeobecne možno povedať, že baktérie vyžadujú prostredie s vyššou a_w , kvasinky a MVH sú tolerantné k nižším hodnotám a_w . Rast väčšiny patogénov je inhibovaný pri a_w pod 0,9 a neschopné rastu sú pri a_w pod 0,60 (Raimondi et al., 2018).

Merania a_w , ktoré sme uskutočnili v čerstvo upečených, ale aj chladených a regenerovaných pokrmoch ukázali, že jej hodnoty sa vplyvom nami stanovených podmienok nemenili. V ryžovom nákype sa pohybovala v rozmedzí 0,977 až 0,978 s variačným koeficientom 0,10 do 0,20 %. O niečo vyššie hodnoty vodnej aktivity boli zaznamenané v rizote a nachádzali sa v rozmedzí 0,995 do 0,997 (variačný koeficient 0,07 až 0,10 %).

Vodná aktivita slúži nielen ako užitočný ukazovateľ mikrobiologickej stability potravín, ale aj ako ukazovateľ senzorických vlastností potravín. Vodná aktivita je tiež dôležitým ukazovateľom chemickej stability. Tento parameter pomáha kontrolovať priebeh neenzymatických reakcií v potravinách (Maneffa et al., 2017).

Pri tepelnej úprave pokrmov je teplota v jadre pokrmu jedným zo základných znakov pri posudzovaní dostatočného tepelného opracovania potraviny. Ide o teplotu, ktorá sa má dosiahnuť vo všetkých častiach výrobku. U väčšiny pokrmov sa považuje za dostatočnú hodnotu teplota 70 °C, pôsobiaca v jadre pokrmu najmenej po dobu 5 minút (Tian et al., 2016).

Teplotu v jednotlivých vzorkách pokrmov sme merali pomocou vpichového teplomera. Merania sme uskutočnili v čerstvo pripravených pokrmoch, následne po ich vybratí z chladničky tesne pred regeneráciou a po ohreve pri rôznej intenzite a čase. Toto meranie považujeme za najpodstatnejšie z hľadiska posúdenia, ktorá kombinácia intenzity a dĺžky trvania ohrevu umožní dosiahnutie teploty v jadre 70 °C. Uvedená teplota je tiež legislatívne stanovená pre prípravu regenerovaných pokrmov. Samozrejme, do úvahy treba brať aj veľkosť, resp. hmotnosť pokrmu, ktorý je mikrovlnne ohrievaný. V našom výskume mala jedna vzorka hmotnosť 100 g.



Obr. 2 pH v regenerovaných vzorkách ryžového nákypu (A) a rizota (B)

Najvyššia teplota v jadre pokrmu po ohreve bola dosiahnutá vo vzorke rizota, a to 88,86 °C v kombinácii intenzity ohrevu 750 W a času 1 minúta. Naopak, najnižšia teplota v jadre pokrmu po ohreve vo vzorke rizota bola 47,78 °C v kombinácii intenzity ohrevu 500 W a času 30 sekúnd. Vo vzorkách ryžového nákypu sa teplota v jadre pokrmu pohybovala v intervale od 85,08 °C pri 750 W a 1 minúte až po najnižšiu teplotu v jadre 51,72 °C pri 500 W a 30 sekundách.

Na základe výsledkov analýzy je preukázateľné v obidvoch vzorkách, že intenzita ohrevu 500 W nie je dostatočná v kombinácii so žiadnym časom, tzn. 1 min, 45 s, 30 s na dosiahnutie teploty v jadre 70 °C. Najvhodnejšou kombináciou intenzity ohrevu a času ohrevu je pri teplote v jadre 70 °C, resp. 75 °C ohrev pri 650 W a čase ohrevu 1 minúta, kedy boli teploty vzoriek v jadre 75,68 °C v rizote a 75,95 °C v ryžovom nákype.

ZÁVER

Mikrovlnky sú bezpečným, efektívnym a vysoko pohodlným spôsobom ohrevu potravín. Neexistujú dôkazy o tom, že by spôsobovali výrazné zdravotné problémy, naopak k dispozícii sú štúdie, že sú dokonca lepšie ako iné spôsoby tepelného ošetrovania, pokiaľ ide o zachovanie živín a zabránenie tvorby škodlivých látok. Napriek tomu by sa nemalo jedlo prehrievať alebo nedostatočne ohrievať, nemalo by sa stáť príliš blízko mikrovlnnej rúry alebo ohrievať čokoľvek v plastovej nádobe, pokiaľ to nie je označené ako bezpečné na použitie. Vo všeobecnosti platí, že nepoškodené mikrovlnné rúry sú na ohrievanie a prípravu pokrmov bezpečné. Ale len vtedy, ak rúru udržiavame v dobrom stave, dvierka tesnia, tesnenia sú čisté a funkčné.

Potraviny alebo pokrmy, ktoré sa regenerujú pomocou mikrovlnného ohrevu, prípadne inými spôsobmi ohrevu sú hotové jedlá alebo časti jedla, ktoré sa už len ohrejú na teplotu podávania. Aby bolo jedlo úplne zohriate, musí mať vnútornú teplotu pri podávaní 65 °C až 70 °C. Medzi čerstvo pripravenými produktami a regenerovanými produktami sú určité rozdiely v chuti, kvalite pokrmu a vzhľade po regenerácii.

Z výsledkov našich analýz vyplynulo, že na dosiahnutie teploty v jadre 70 °C, resp. 75 °C, je najvhodnejšou kombináciou intenzity ohrevu a času 650 W počas 1 minúty. Pri takto zvolenej kombinácii dosiahla teplota v jadre rizota hodnotu 75,68 °C a v ryžovom nákype 75,95 °C. Pri 750 W bola dosiahnutá teplota až okolo 85 °C. Pokrm je mikrobiálne bezpečný aj pri teplote 70 °C, resp. 75 °C, preto ho nie je potrebné zohrievať na 85 °C.

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

LITERATÚRA

1. BENLLOCH-TINOCO, M. – PINA-PEREZ, M.C. – MARTINEZ-NAVARRETE N., – RODRIGO, D. 2014. *Listeria monocytogenes* inactivation kinetics under microwave and conventional thermal processing in a kiwifruit puree. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 2014;22:131-136. doi: 10.1016/j.ifset.2014.01.005.
2. BUDDOLLA, V. 2019. *Recent Developments in Applied Microbiology and Biochemistry*. One Edition, USA: Academic Press. pp. 397 ISBN 978-0-12-816328-3. doi: 10.1016/C2017-0-04612-8.
3. DOSTÁLOVÁ, J. 2008. *Co se děje s potravinami při přípravě pokrmů*. Praha: Forsapi, 2008. ISBN 978-80-903820-8-4.
4. JUNEJA, K.V. – OSORIA, M. – HWANG, C.A. – MISHRA, A. – TAYLOR, M. 2020. Thermal inactivation of *Bacillus cereus* spores during cooking of rice to ensure later safety of boudin. *Food Science and Technology* 2020;122:48-52. doi: 10.1016/j.lwt.2019.108955.
5. LEE, S. 2009. Microwave Cooking: Principles And Best Practices [online]. 2009. Dostupné na: <https://www.tastedefined.com/2009/11/microwave-cooking-principles-and-best.html>.

6. LEE, S.J. – SHIN, J.H. – SUNG, N.J. – KIM, J.G. – HOTCHKISS, J.H. 2003. Effect of cooking on the formation of N-nitrosodimethylamine in Korean dried seafood products. *Food Additives and Contaminants* 2003;20(1):31-36. doi: 10.1080/0265203021000014770.
7. LONG, S. S. – PROBER, G. CH. – FISCHER, M. 2018. *Principles and Practice of Paediatric Infectious Diseases*. Elsevier, 2018. ISBN 978-0-323-40181-4
8. MANEFA, A.J. – STENNER, R. – MATHARU, A.S. – CLARK, J.H. – MATUBAYASI, N. – SHIMIZU, S. 2017. Water activity in liquid food systems: A molecular scale interpretation. *Food Chemistry* 2017;237:1133-1138. ISSN 0308-8146. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.06.046.
9. MAZEN, M.H. – CURET, S. – SIMONIN, H. – BOILLEREAUX, L.. 2014. Holding time effect on microwave inactivation of *Escherichia coli* K12: Experimental and numerical investigations. *Journal of Food Engineering* 2014;143:102-113. doi: S0260877414002945.
10. MONAGHAN, P. 2014. Regeneration of pre-prepared food [online]. 2014. Dostupné na: <https://prezi.com/47ctea9ztga3/regeneration-of-pre-prepared-food/>.
11. NKERE, C. K. – IBE, N. – IROEGBU, C. U. 2011. Bacteriological Quality of Foods and Water Sold by Vendors and in Restaurants in Nsukka, Enugu State, Nigeria: A Comparative Study of Three Microbiological Methods. *Journal of Health, Population and Nutrition* 2011;29(6):560-566. ISSN 2072-1315. Dostupné na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3259718/>
12. QIUSHAN, G. – DA-WEN, S. – JUN-HU, CH. – ZHONG, H. 2017. Microwave processing techniques and their recent applications in the food industry. *Trends in Food Science & Technology* 2017;67:pp. 236-247. doi: 10.1016/j.tifs.2017.07.007.
13. RAIMONDI, S. – NAPPI, M. R. – SIRANGELO, T. M. – LEONARDI, A. – AMARETTI, A. – ULRICI, A. – MAGNANI, R. – MONTANARI, CH. – TABANELLI, G. – GARDINI, F. – ROSSI, M. 2018. Bacterial community of industrial raw sausage packaged in modified atmosphere throughout the shelf life. *International Journal of Food Microbiology* 2018;280:78-86. ISSN: 0168-1605. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.04.041.
14. ROUGIER, C. – PROROT, A. – CHAZAL, P. – LEVEQUE, P. – LEPRAT, P. 2014. Thermal and nonthermal effects of discontinuous microwave exposure (2.45 Gigahertz) on the cell membrane of *Escherichia coli*. *Applied and Environmental Microbiology* 2014;80(16):4832-4841. doi: 10.1128 / AEM.00789-1
15. SOBRAL, M. – CUNHA, S. – FARIA, M. – FERREIRA, I. 2018. Domestic Cooking of Muscle Food: Impact on Composition of Nutrients and Contaminants. *Comprehensive Reviews. Food Science and Food Safety*. doi: 10.1111/1541-4337.12327.
16. STEVENS, A. 2017. Disadvantages With Cooking in the Microwave [online]. 2017. Dostupné na: <https://www.livestrong.com/article/548446>.
17. TANČÍNOVÁ, M. – KÁČANIOVÁ, M. – FELŠOCIOVÁ, S. – MAŠKOVÁ, Z. 2017. *Mikrobiológia potravín*. Nitra: SPU. 239 s. ISBN 978-80-552-1642-3.
18. TIAN, J. – CHEN, J. – LV, F. – CHEN, S. – CHEN, J. – LIU, D. 2016. Domestic cooking methods affect the phytochemical composition and antioxidant activity of purple-fleshed potatoes. *Food Chemistry* 2016;197:1264-1270. ISSN: 0308-8146. doi: 1016/j.foodchem.2015.11.049.
19. TREMBOVÁ, M. 2013. *Technológia prípravy pokrmov 2*. Spišská Nová Ves: Hotelová akadémia, Kód ITMS projektu: 26110130583.
20. Vyhláška Ministerstva zdravotníctva SR č. 533/2007 zo 16. augusta 2007 o podrobnostiach o požiadavkách na zariadenia spoločného stravovania.

21. Výnos MP SR a MZ SR č. 06267/2006-SL, ktorým sa vydáva hlava Potravinového kódexu SR upravujúca mikrobiologické požiadavky na potraviny a na obaly na ich balenie
22. WRAY, D. – RAMASWAMY, H. S. 2015. Novel concepts in microwave drying of foods. *Drying Technology* 2015;33(7):769-783. doi: 10.1080/07373937.2014.985793.
23. ZAKKI, S. A. – QURESHI, A. H. – GHIAI, W. – SHARIF, M. – ANSAR, F. 2017. Microbial Quality Evaluation and Prevalence of Bacteria and Fungus in Different Varieties of Chicken Meat in Lahore. *Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences* 2017;5(1):30-37.
24. ZELENÁKOVÁ, L. – ČAPLA, J. – ZAJÁC, P. 2018. *Hygiena výživy a stravovania: uplatňovanie hygienických zásad v zariadeniach spoločného stravovania*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2018. ISBN 978-80-552-1806-9.
25. ZHANG, M. – CHEN, H. – MUJUMDAR, A. S. – TANG, J. – MIAO, S. – WANG, Y. 2017. Recent developments in high-quality drying of vegetables, fruits, and aquatic products. *Critical Reviews. Food Science and Nutrition* 2017;57(6):239-1255. doi: 10.1080/ 10408398.2014.979280.

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. <https://orcid.org/0000-0003-1387-7410>

APLIKÁCIA RESTRIKČNÉHO ŠTIEPENIA V ANALÝZE Ara h 8 V GENETICKÝCH ZDROJOCH ARAŠIDOV APPLICATION OF RESTRICTION CLEAVAGE IN ANALYSIS OF Ara h 8 IN THE GENETIC RESOURCES OF GROUNDNUT

Žiarovská Jana¹, Klongová Lucia², Kováčik Adam¹, Speváková Ivana², Tomašovičová Martina¹, Fernández Eloy Cusimamani³

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

²Laboratórium genetických analýz, Výskumné centrum AgroBioTech, SPU v Nitre

³Katedra tropických plodín a agrolesníctví, Fakulta tropického zemědelství, ČZU v Prahe

Summary

The study was aimed on the analysis of the minor allergen Ara h 8 of the groundnut (*Arachis hypogaea* L.), which is a homologue of the main allergen of the birch (*Betula pendula*, syn. *verrucosa*), Bet v 1. The restriction endonucleases *Bsa*JI, *Hpy*CH4IV, *Hae*III, *Hpy*188III were selected on the base of the *in silico* data to generate restriction fragments are used as a tool for evaluation of polymorphisms of the restriction sites. The DNA digested by the enzyme *Bsa*JI formed monomorphic profile to bioinformatics analysis, which was not the case for the residual enzymes. The formation of the differences in a fragment length and also in their amount causes the mutations in the nucleotide sequence of the allergen, which can be manifested in the allergic reactions.

Key words: *Arachis hypogaea* L., Ara h 8, restriction cleavage

ÚVOD

Rod *Arachis* pochádza z Južnej Ameriky. Obsahuje 80 opísaných druhov, zostavených do deviatich oddielov podľa ich morfológie, geografického rozloženia a vzťahov vzájomnej kompatibility. Zahŕňa kultivovaný arašid – podzemnicu olejnú (*Arachis hypogaea* L.) a 30 známych botanických druhov. Väčšina druhov je diploidných, tri sú aneuploidné (počet chromozómov v jadre bunky nie je presným násobkom haploidného počtu) alebo dysploidné (druh v rode má rôzne diploidné chromozómové čísla, ale tieto čísla nepredstavujú polyploidnú sériu) a dva druhy, *A. hypogaea* a *A. monticola*, sú tetraploidné (Moretzsohn et al., 2013).

Podzemnica olejná pochádza z tropickej oblasti južnej Ameriky, prvýkrát bola pravdepodobne domestikovaná v údoliach Peru. Z botanického hľadiska je zaradovaná medzi strukoviny pestované pre jedlé semená, nazývané arašidy alebo burské oriešky, ktoré sú z kulinárskeho či nutričného hľadiska považované za orechy (Kochert et al., 1996; Riecken et al., 2008; Augustyn et al., 2018; Xiaoping et al., 2019).

Alergia na potraviny je zaradovaná k závažným zdravotným problémom. Odhaduje sa, že výskyt alergie na arašidy sa za posledné dve desaťročia v Európe a Amerike takmer zdvojnásobil (Leung et al., 2018). Skutočnosť, že sa arašidy vo veľkej miere používajú ako ingrediencie a sú zodpovedné za pretrvávajúce alergické reakcie na potraviny, zapríčinila, že bola v posledných desaťročiach molekulárna štruktúra arašidových bielkovín predmetom rozsiahleho výskumu. Poznatky o zložení arašidových alergénov sa významne rozšírili najnovšími pokrokmi v proteomických metódach (Grishina et al., 2017). Alergia na arašidy je hlavnou príčinou smrteľných anafylaktických reakcií vyvolaných potravinami. Takéto alergénne zdroje sa nazývajú potravinové alergény I. triedy, na rozdiel od potravinových alergénov združených s peľom, ktoré sa vyznačujú skríženou senzibilizáciou a reakciami na potravinové alergény. Potravinová alergia súvisiaca s peľom brezy je vynikajúcim príkladom

alergénov II. triedy. Zvyčajne vyvoláva príznaky, ako je orálny alergický syndróm (OAS), ale príležitostne tiež závažnejšie reakcie (Ballmer-Weber, 2006; Mamone et al., 2019).

V súčasnosti existuje dobrá znalosť viacerých proteínových rodín obsahujúcich alergény. Nie je však známe, že by mnohé proteíny v rodinách spôsobovali alergiu. Aj keď existuje veľa publikácií, ktoré sa snažia predpovedať alergény pomocou bioinformatiky s genomickými a transkriptomickými údajmi, je nevyhnutná detekcia proteínov v alergénnom zdrojovom materiáli. Prediktívne modely alergenicity založené na sekvenčnej identite nie sú spoľahlivé vzhľadom na veľké rozdiely v percentuálnom vyjadrení identity aminokyselinovej sekvencie, ktoré sú spojené so skríženou reaktivitou, i nedostatkom vedomostí o skutočných epitopoch, čiže miest rozpoznávania imunoglobulínu E (IgE) týchto proteínov. Pre alergenicitu sú dôležité aj ďalšie faktory, ako je hojnosť a štrukturálna stabilita potravinových alergénov alebo rozpustnosť aeroalergénov (Pomés et al., 2018).

V prípade podzemnice olejnej je aktuálne v databázach opísaných celkovo 18 alergénov, ktoré patria do bielkovinových rodín kupínov (Ara h 1), oleozínov (Ara h 10; Ara h 11; Ara h 14; Ara h 15), defenzínov (Ara h 12; Ara h 13), lipid transferových bielkovín (Ara h 16; Ara h 17; Ara h 9); inhibitorov proteáz (Ara h 2), zásobných bielkovín semien (Ara h 3; Ara h 6; Ara h 7), aktín viažucich bielkovín (Ara h 5), PR bielkovín (Ara h 8), aglutinínov (Ara h PNA) a cyklofilínov (Ara h 18). Vo všeobecnosti sú Ara h 1, Ara h 2, Ara h 3 spájané s primárnou senzibilizáciou alergikov, pričom a Ara h 2 a Ara h 6 sa považujú za klinicky najvýznamnejšie z hľadiska aktivácie bazofilov, väzbových vlastností IgE a i. (Mamone et al., 2019). Ara h 1, 2, 3 a 6 sa klinicky považujú za hlavné alergény, nakoľko sú rozoznávané IgE väčšiny alergických pacientov. Ara h 5, 7, 8, 9, 10, 11 a 12/13 sú minoritné alergény, vo väčšine alergických reakcií ohrozujúcich život (ako je anafylaxia) sa nepovažujú za kauzálne alergény.

Cieľom tejto štúdie bola genomická restriktčná charakteristika alergénu Ara h 8 v genetických zdrojoch voľne rastúcej podzemnice olejnej.

MATERIÁL A METÓDY

Biologický materiál a izolácia DNA

Biologický materiál bol tvorený rastlinami *Arachis hypogaea* L. z Ekvádoru a Bolívie. Ide o genetické zdroje podzemnice olejnej zozbierané v rôznych lokalitách. Celkovo bolo hodnotených 21 genotypov rastúcich v črepníkoch. Na izoláciu DNA bol použitý mix 10 mladých listov z jednej rastliny predstavujúcej jeden genotyp. Celková genomická DNA bola izolovaná komerčnou izolačnou súpravou GeneJet DNA Purification Mini Kit-om, postupom udávaným výrobcom.

Návrh primérov

Priméry boli navrhnuté pre časť lineárnej sekvencie DNA (565 bp) publikovanú Riecken et al. (2008) a prístupnú vo verejnej databáze sekvencií pod označením *Arachis hypogaea* Ara h 8 allergen isoform 3 gene, complete cds, GenBank: EU514465.1.

Pre návrh primérov bol použitý nástroj pre hľadanie špecifických primérov, Primer-BLAST.

PCR analýza

PCR bola uskutočnená v termocykléri Biometra T Proffesional Thermocycler (Analytik Jena) v podmienkach nasledovného časovo-teplotného režimu: 95 °C, 3 min; 35 cyklov (95 °C, 30 sec; 56 °C, 30 sec; 72 °C, 1 min); 72 °C, 15 min. PCR reakcie boli uskutočnené pomocou MyTaq™ Mix.

In silico príprava restriktčných profilov

In silico príprava restričných profilov spočívala vo využití nástroja NEBcutter V2.0 dostupného na <http://nc2.neb.com/NEBcutter2/>, vďaka ktorému sa vybrali restričné enzýmy pre analyzovanú sekvenciu Ara h 8 génu. V restričnom štiepení boli použité enzýmy *HaeIII*, *Hpy188III*, *BsaJI* a *HpyCH4IV* (New England Biolabs). Restričné reakcie prebiehali podľa protokolov výrobcu restričných enzýmov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

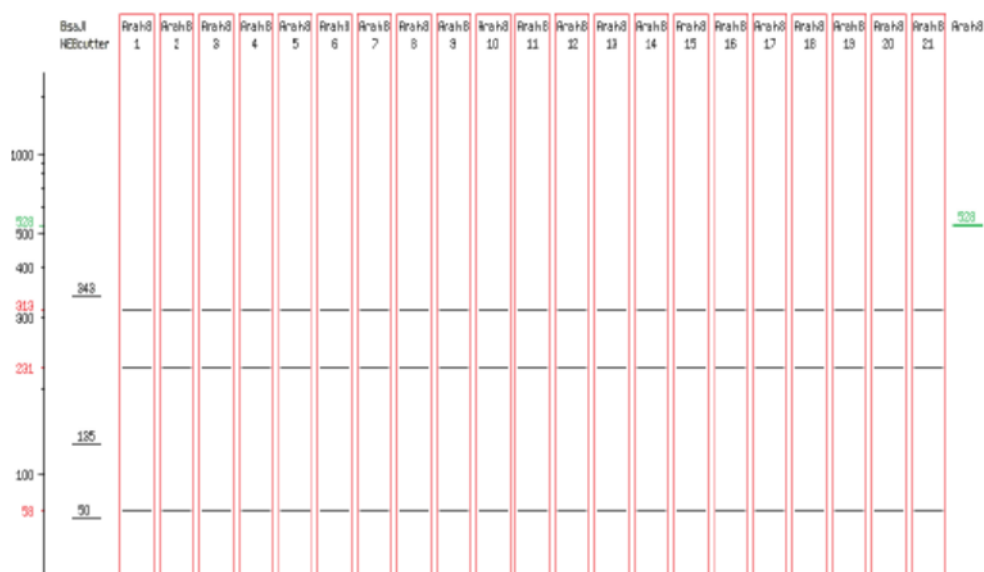
Významnou skupinou PR proteínov s alergickým potenciálom (pathogenesis-related proteins) je PR-10, kam sa ako homológ Bet v 1 alergénu (hlavného predstaviteľa skupiny), zaraďuje aj Ara h 8. PR-10 proteíny sa nachádzajú vo veľkom počte rastlín. Niektoré z týchto proteínov sa zvyčajne exprimujú pri infekciách a stresových stavoch ako súčasť obranného mechanizmu rastliny. Iné homológy sú vývojovo regulované a ich expresia sa líši v rôznych rastlinných orgánoch. Proteíny PR-10 sú kódované multigénovými rodinami, majú hmotnosť asi 17 kDa a nachádzajú sa v cytosole (Martínez et al., 2002; Fernandes et al., 2013).

Ara h 8 krížovo reaguje s IgE proti Bet v 1 z peľu brezy a môže byť príčinou syndrómu orálnej alergie u pacientov s alergiou na brezu. Predpokladá sa, že príčinou OAS je skôr podobná proteínová štruktúra ako podobná lineárna sekvencia. Pri trojrozmernej štruktúre Ara h 8 je celková skladba veľmi podobná zloženiu Bet v 1, ale i alergénu zeleru, sóje či čerešni (Hurlburt et al., 2013).

Bet v 1 homológ arašidov, Ara h 8, purifikovaný z pražených arašidov, má hydrofóbnu kapsu (podobne ako Bet v 1), v ktorej sú lipidy viazané na proteín. Lipidy majú ochranný účinok, oneskorujú enzymatické trávenie a podporujú absorpciu alergénov bunkami sliznice čreva. To zrejme umožňuje molekule Ara h 8 preniknúť do intestinálneho imunitného systému neporušene (senzibilizácia). Je pravdepodobné, že spojenie alergénu s lipidmi chráni alergén pred okamžitým trávením po konzumácii arašidov. Ara h 8 má významnú termostabilitu (na rozdiel od Bet v 1), ktorá môže umožniť bielkovine alergénu zostať pri spracovaní potravín nepoškodenou (Jappe et al., 2019).

Amplifikované PCR produkty Ara h 8 genomickej sekvencie boli podrobené restričnému štiepeniu enzýmov vybraných na základe *in silico* prípravy restričných profilov. Prvé experimenty preukazujúce užitočnosť restričných endonukleáz uskutočnili Danna a Nathans (1971). Restričné enzýmy majú veľmi dôležitú úlohu pri konštrukcii molekúl rekombinantnej DNA a sú nevyhnutné na izoláciu génov. Ich ďalšou aplikáciou je mapovanie umiestnení restričných miest v DNA (Roberts, 2005; Zerbini et al., 2014).

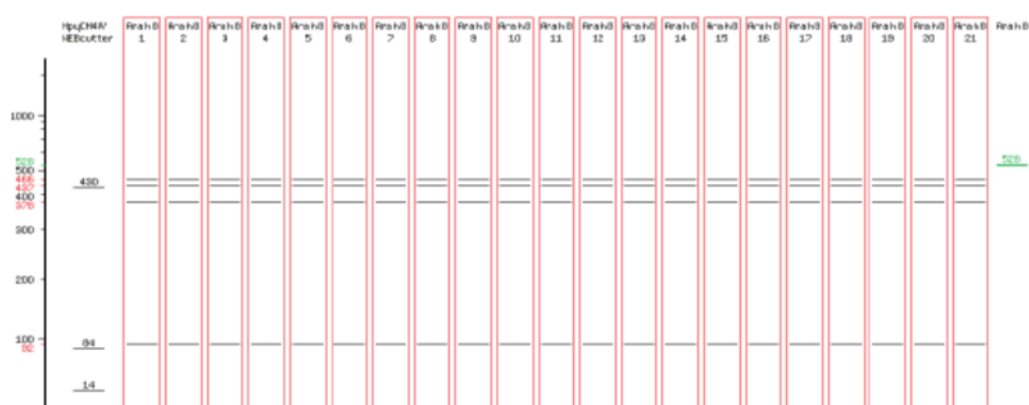
Obrázok 1 predstavuje štiepenie enzýmom BsaJI, ktorý mal podľa *in silico* prípravy restričných profilov generovať 50, 135 a 343 báz dlhé fragmenty. V hodnotených genetických zdrojoch podzemnice olejnej boli získané fragmenty s dĺžkou 58, 231 a 313 báz, ktoré však v rámci hodnotených genotypov boli monomorfné voči *in silico* analýze a zmenu dĺžky predpokladáme ako dôsledok posunu v naväzovaní sa primérov v kombinácii s možnými deléciami v sekvencii.



Obr. 1 Získané restriktčné profily genotypov podzemnice olejnej štiepením s BsaJI

Druhá použitá endonukleáza, HpyCH4IV, rovnako vytvorila zhodný restriktčný profil pri všetkých genotypoch s 466, 437, 378 a 92 báz dlhými štiepnymi fragmentami (obrázok 2). Dva fragmenty sú približne podobné profilu bioinformatickej analýzy (14, 84 a 430 báz), ale štiepny profil má o jeden restriktčný fragment viac ako *in silico* analýza, čiže voči sekvencii v databáze sa zistila genomická variabilita – posuny v restriktčných profiloch znamenajúce delécie, inzercie alebo narušenie štiepneho miesta.

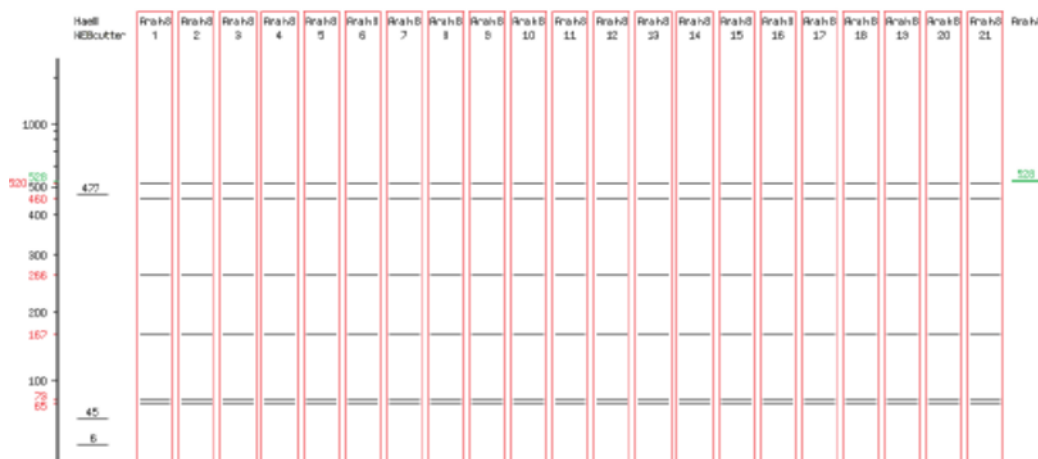
Zamiesková et al. (2019) odôvodňujú, že vznik rozdielov v dĺžke fragmentov, ale aj v ich počte, podmieňujú mutačné zmeny v nukleotidovej sekvencii alergénu. Tie sa v konečnom dôsledku môžu prejaviť v podobe epitopu na bielkovinovom produkte, a tým aj v prejave alergickej reakcie.



Obr. 2 Získané restriktčné profily genotypov podzemnice olejnej štiepením s HpyCH4IV

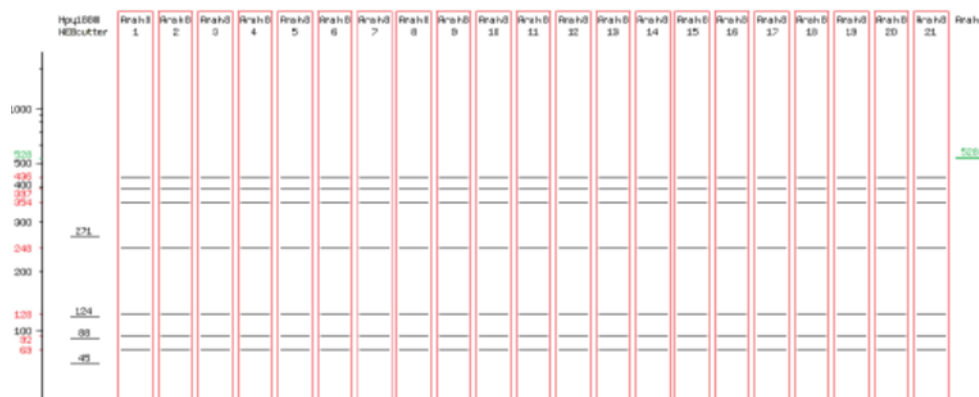
Obrázok 3 štiepneho profilu HaeIII obdobne dokumentuje monomorfne štiepenie pri všetkých genotypoch s fragmentami dĺžky 520, 460, 266, 167, 73 a 65 báz, ktoré sa nezhoduje s bioinformatickou analýzou, čiže vytvára variabilitu, ale približuje sa v dvoch restriktčných

fragmentoch (6, 45 a 477 báz), pričom výrazný je rozdiel počtu získaných restričných fragmentov. Pri najdlhšom fragmente by sa mohlo hovoriť o neúplnom štiepení, ktoré ako uvádza Orel (2019), môže byť spôsobené inhibíciou enzýmu, napríklad zvyškovým kontaminantom vo vzorke či mutáciou. Orel (2019) využíval HaeIII pri analýze oblasti génu 35S rRNA mrkvy, brokolice, papriky a repy. RE pri paprike a mrkve vytvorila iné fragmenty ako boli predpokladané na základe bioinformatickej analýzy, pri brokolici a repe došlo k parciálnemu rozštiepeniu. Hypotézu, že väčší obsah GC zvyšuje štiepenie, vyvrátili pri HaeIII Kumar et al. (2017) pri dôkaze obsahu kompletného funkčného systému modifikácie pri gramnegatívnej baktérii *Tepidimonas fonticaldi* PL17.



Obr. 3 Získané restričné profily genotypov podzemnice olejnej štiepením s *HaeIII*

Ako posledný bol vybraný enzým Hpy188III, podľa NEBcutter štiepiaci na 45, 88, 124 a 271 báz dlhé fragmenty. Amplikóny Ara h 8 štiepil na fragmenty so 436, 397, 354, 248, 128, 92, 69 bázami (obrázok 4). Všetky genotypy navzájom vykazovali monomorfne profily, avšak voči *in silico* analýze badať odlišný štiepny profil, najmä v počte fragmentov, keďže s ohľadom na dĺžku primérov, by štyri fragmenty z bioinformatickej analýzy mohli byť analogické k posledným štyrom z výsledkov štiepenia enzýmom. Opäť možno hovoriť o genomickej variabilite. Hpy188III sa využíva v diferenciálnej analýze amplifikácie restričných fragmentov (DARFA), pretože vďaka štiepeniu práve v rozpoznávacej sekvencii TC▲NNGA vedie k produkcii skupiny restričných fragmentov, ktoré možno rozdeliť do 120 podmnožín na základe dvojnukleotidovej 5'-hraničiacej sekvencie. Táto technika umožňuje študovať diferenciálnu génovú expresiu (Kim et al., 2009).



Obr. 4 Získané restriktčné profily genotypov podzemnice olejnej štiepením s *Hpy188III*

Možno konštatovať, že výsledky restriktčného štiepenia alergénu Ara h 8 majú voči virtuálnemu štiepeniu dĺžkové posuny alebo iné počty fragmentov s výnimkou *Bsa*II. Z tohto dôvodu je možné tvrdiť, že predpoklad existencie genomickej variability v stanovenej hypotéze je správny.

ZÁVER

Ara h 8 je jedným zo 17 alergénov arašidu, patriaci pod skupinu proteínov súvisiacich s patogenézou. Táto skupina je známa krížovou reaktivitou medzi peľovými a potravinovými alergénmi. Ara h 8 krížovo reaguje s Bet v 1 na základe ich homologických sekvencií. Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že genomická restriktčná variabilita Ara h 8 génu sa potvrdila najmä v počte restriktčných miest, i keď v rámci analyzovaných genotypov podzemnice olejnej neboli zaznamenané zmeny. Posuny v restriktčných profiloch evokujú delécie, inzercie alebo narušenie štiepneho miesta. Vznik rozdielov v dĺžke fragmentov aj v ich počte podmieňujú mutačné zmeny v nukleotidovej sekvencii alergénu, ktoré sa môžu prejavovať v podobe epitopu na bielkovinovom produkte.

PodĎakovanie: 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. AUGUSTYN, A. et al. 2018. Peanut. *Encyclopaedia Britannica* [online]. Dostupné na: <https://www.britannica.com/plant/peanut>
2. BALLMER-WEBER, B. 2006. Jak vlastně probíhá potravinová alergická reakce? In MORRIS, A. J. *Potravinové alergie. Závěry vzdělávacího cyklu EAACI / GA2LEN* [online]. Dostupné na: <http://www.alergie.cz/download.php?f=Potravinyove-alergie.pdf>
3. DANNA, K. – NATHANS, D. 1971. Specific cleavage of simian virus 40 DNA by restriction endonuclease of Hemophilus influenzae. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 1971, 68: 2913-2917. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.68.12.2913>
4. FERNANDES, H. et al. 2013 Structural and functional aspects of PR-10 proteins. *The FEBS Journal* 2013, 280: 1169-1199. DOI: <https://doi.org/10.1111/febs.12114>

5. GRISHINA, G. et al. 2017. 2D-Electrophoresis and Immunoblotting in Food Allergy. In LIN, J. – ALCOCER, M. *Food Allergens. Methods in Molecular Biology* 2017, New York: Humana Press. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6925-8_5
6. HURLBURT, B. K. et al. 2013. Structure and Function of the Peanut Panallergen Ara h 8. *The Journal of Biological Chemistry* 2013, 288: 36890-36901 DOI: <https://doi.org/10.1074/jbc.M113.517797>
7. JAPPE, U. et al. 2019. Lipophilic Allergens, Different Modes of Allergen-Lipid Interaction and Their Impact on Asthma and Allergy. *Frontiers in Immunology* 2019, 10: 122. DOI: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.00122>
8. KIM, J. K. et al. 2009. Epigenetic mechanisms in mammals. *Cellular and Molecular Life Sciences* 2009, 66: 596. ISSN 1420-9071. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00018-008-8432-4>
9. KOCHERT, G. et al. 1996. RFLP and Cytogenetic Evidence on the Origin and Evolution of Allotetraploid Domesticated Peanut, *Arachis hypogaea* (Leguminosae). *American Journal of Botany* 1996, 83: 1282-1291.
10. KUMAR, R. et al. 2017. TfoI produced by *Tepidimonas fonticaldi* PL17, a moderate thermophilic bacterium, is an isoschizomer of MseI. *Extremophiles* 2017, 21: 523–535. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00792-017-0922-6>
11. LEUNG, A. S. et al. 2018. Food allergy in the developing world. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2018, 141: 76-78. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2017.11.008>
12. MAMONE, G. et al. 2019. Comprehensive analysis of the peanut allergome combining 2-DE gel-based and gel-free proteomics. *Food Research International* 2019, 116: 1059-1065. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.045>
13. MARTÍNEZ, A. et al. 2002. The allergenic relevance of profilin (Ole e 2) from *Olea europaea* pollen. *Allergy* 2002, 57: 17-23. DOI: <https://doi.org/10.1034/j.1398-9995.2002.057s71017.x>
14. MORETZSOHN, M. C. et al. 2013. A study of the relationships of cultivated peanut (*Arachis hypogaea*) and its most closely related wild species using intron sequences and microsatellite markers. *Annals of Botany* 2013, 111: 113-126.
15. OREL, M. 2019. *Izolace a príkaz DNA z rastlin významných v potravinárstvi*: diplomová práca. Brno : Vysoké učení technické v Brně. 59. Dostupné na internete: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=189442
16. POMÉS, A. et al. 2018. WHO/IUIS Allergen Nomenclature: Providing a common language. *Molecular Immunology* 2018, 10: 3-13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molimm.2018.03.003>
17. RIECKEN, S. et al. 2008. Purification and characterization of natural Ara h 8, the Bet v 1 homologous allergen from peanut, provides a novel isoform. *The Journal of Biological Chemistry* 2008, 389: 415-423.
18. ROBERTS, R. J. 2005. How restriction enzymes became the workhorses of molecular biology. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2005, 102: 5905-5908. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0500923102>
19. XIAOPING, C. et al. 2019. Sequencing of Cultivated Peanut, *Arachis hypogaea*, Yields Insights into Genome Evolution and Oil Improvement. *Molecular Plant* 2019, 12: 920-934.
20. ZAMIEŠKOVÁ, L. et al. 2019. Aeroalergény v podmienkach klimatických zmien. In *Recenzovaný zborník vedeckých prác Výskumného centra AgroBioTech 2019* [online]. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, pp. 71-76. ISBN 978-80-552-2053-6. Dostupné na internete: <http://www.agrobiotech.sk/wp-content/uploads/2019/10/Zbornik-VC-ABT-2019-po-final-upravach.pdf>
21. ZERBINI, F. M. et al. 2014. Transgenic Plants. In BOREM, A. – FRITSCHÉ-NETO, R. *Biotechnology and Plant Breeding* [online]. Academic Press, pp. 179-199. Online ISBN 9780124186729. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-418672-9.00008-8>

Kontaktná adresa

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

AKTIVITA STRESOVÝCH TRANSPONOVATEĽNÝCH PRVKOV V GENÓME ĽANU SIATEHO ACTIVITY OF STRESS SENSITIVE TRASPOSABLE ELEMENTS IN THE GENOME OF COMMON FLAX

Žiarovská Jana, Ražná Katarína, Štefúnová Veronika

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

Summary

Transposable elements and their insertions are widely used as the base of PCR length polymorphism techniques in plant kingdom. For one of them, dLUTE, DNA marker system was developed previously, too. Here, the polymorphic profile of dLUTE PCR based amplicons length was screened in the group of six common flax genotypes under the abiotic stress. The PCR analyse based of flax dLUTE transposon resulted in different alleles amplified in PCR withing the length range from 200 up to the 600 bp and the different profiles were obtained based on the stress applied.

Key words: *Linum usitatissimum* L., DNA markers, polymorphism

ÚVOD

Ľan siaty (*Linum usitatissimum* L.) bol domestikovaný v strednej Ázii a v oblasti Stredozemného mora ako rastlina produkujúca olej a vlákna. V súčasnosti sú tieto dva typy rozšírené o využitie ľanu v oblasti funkčných potravín (Ragupathy et al., 2011; Pavlov et al., 2018). Jednou z oblastí výskumu genetických zdrojov ľanu je tak aj oblasť analýz variability genómu jednotlivých šľachtených, či starých krajových odrôd ľanu siateho, nakoľko podrobná znalosť variability jednotlivých genetických zdrojov umožňuje ich cielený výber do špecifických šľachtiteľských programov. V oblasti mapovania celogenómovej variability existuje dnes množstvo dobre zavedených a reprodukovateľných techník, ktoré poskytujú informácie o existujúcom polymorfizme genetických zdrojov rastlín a ktoré boli aplikované aj v prípade ľanu. K najstarším patria RAPD (Chen et al., 1998), RFLP (Oh et al., 2000), ISSR (Uysal et al., 2010), EST-SSR (Cloutier et al., 2009), k technikám pracujúcim priamo s transponovateľnými prvkami patria IRAP (Trebichalský et al., 2013), iPBS (Smýkal et al., 2011), k technikám novších generácií patria techniky analýz kódujúcich oblastí (Allaby et al., 2005) ako sú SCOT (Balážová et al., 2016) alebo CDDP (Kysel' et al., 2019).

DNA markéry sú v prípade analýz genetickej variability ľanu siateho úspešne aplikované pri rôznych typoch techník (Cullis et al., 1999), ako aj v prípade identifikácie jednotlivých genotypov (Oh et al., 2000). V genóme ľanu je opísaných viacero transponovateľných prvkov, ktoré sú sekvenčne plne dostupné vo verejných databázach nukleotidov. Celkovo je opísaných 12 čiastkových sekvencií pre FL1-12 a Cassandra retrotranspozóny a sú známe aj sekvenčné záznamy dLUTE transpozónu (Ragupathy et al., 2011). Aktuálne je dLUTE potvrdeným transpozónom v genóme ľanu siateho. Bol charakterizovaný autormi Luck et al. (1998) a rovnaká autorská skupina ho pomenovala ako „defective *Linum usitatissimum* transposable element-dLUTE“ a identifikovala tento transpozón v dvoch spontánných mutantných alelách génu L6 odolnosti voči hrzdi ľanu. dLUTE nemá ORF, čo indikuje jeho neautonómnosť. Je podobný Ac skupine rastlinných transpozónov, nakoľko má nedokonale dlhé koncové opakovania a pri transpozícii spôsobuje duplikáciu miest inzercie (Luck et al., 1998; Cullis, 2005).

Lawrence et al. (1995), na základe podobnosti dLUTE a Ac/Ds transpozónu navrhli markérovací systém pre lokalizáciu génov odolnosti voči hrdzi ľanu. Okrem samotného dLUTE sú v genóme ľanu popísané aj dLUTE transpozón podobné sekvencie, ktoré sú uvádzané ako abundannté (Luck et al., 1998). Táto ich vlastnosť umožnila vyvinúť markérovací systém pre analýzu dĺžkového polymorfizmu včlenení dLUTE kópií v genóme ľanu siateho (Žiarovská et al., 2015). Využitelnosť transponovateľných prvkov ako DNA markérov je daná špecifitou poradí ich nukleotidov (Kalendar et al., 2011) a faktom, že ako stres citlivé prvky spôsobujú zmeny v genómoch rastlín (Bennetzen, 2000).

Cieľom tejto štúdie bola aplikácia dLUTE markérovacej techniky pri popise zmien dĺžkového polymorfizmu v genóme ľanu siateho pod vplyvom stresových podmienok.

MATERIÁL A METÓDY

Zmeny dĺžkového polymorfizmu medzi dLUTE poradiami nukleotidov ľanu siateho aktivované stresom boli vyhodnocované v celkovo 6 odrodách – Albidum, Svaloeuf, Flandres, Rembrant, Gisa a La Plata získaných z génovej banky v Piešťanoch a z firmy Agritec, výzkum, šľachtenie a služby, s.r.o. Šumperk.

Odbery vzoriek biologického materiálu prebehli v nasledovných variantách podmienok rastu. Rastliny boli dopestované v aseptických podmienkach kultivačného média (Murashige a Skoog, 1962) s polovičným obsahom makroprvkov a nulovým obsahom mikroprvkov pri pôsobení dávok UV žiarenia po dobu 20 min v týždňových intervaloch a materiál na izoláciu DNA bol získaný z listov piatich rastlín po 30 dňoch rastu.

Izolácia celkovej genomickej DNA ľanu z čerstvých listov rastlín kultivovaných v *in vitro* podmienkach bola uskutočnená podľa protokolu Rogers a Bendich (1994). Kvalita a kvantita izolovanej DNA bola určená na 1 % agarózovom géle (Amresco 3:1, Invitrogen™, Life Technologies) fluorescenčným porovnávaním stanovovaných vzoriek ku sérii riedení ľudskej genomovej DNA so známou koncentráciou (Human Genomic DNA, Promega, 245 µg × ml⁻¹).

Po optimalizácii faktorov ovplyvňujúcich reprodukovateľnosť rozmiestnenia PCR produktov prebiehali reakcie v 25 µl reakčnej zmesi podľa protokolu Žiarovská et al. (2015).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Analýzy DNA markérovacími systémami sú aj v súčasnom období rozvíjajúcich sa omických aplikácií aktuálne a nezastupiteľné, a to najmä v oblasti spravovania a rozvoja genetických zdrojov jednotlivých druhov rastlín. Ako uvádzajú Diederichsen a Fu (2008), pre zabezpečenie udržateľnosti v produkcii ľanu a z neho plynúcich komodít, je nutné zmapovať a zachovať rôznorodosť jeho genetických zdrojov najmä v prostredí, kedy priamo na poliach je táto v minimálnej podobe, avšak v génových bankách stále zostáva k dispozícii.

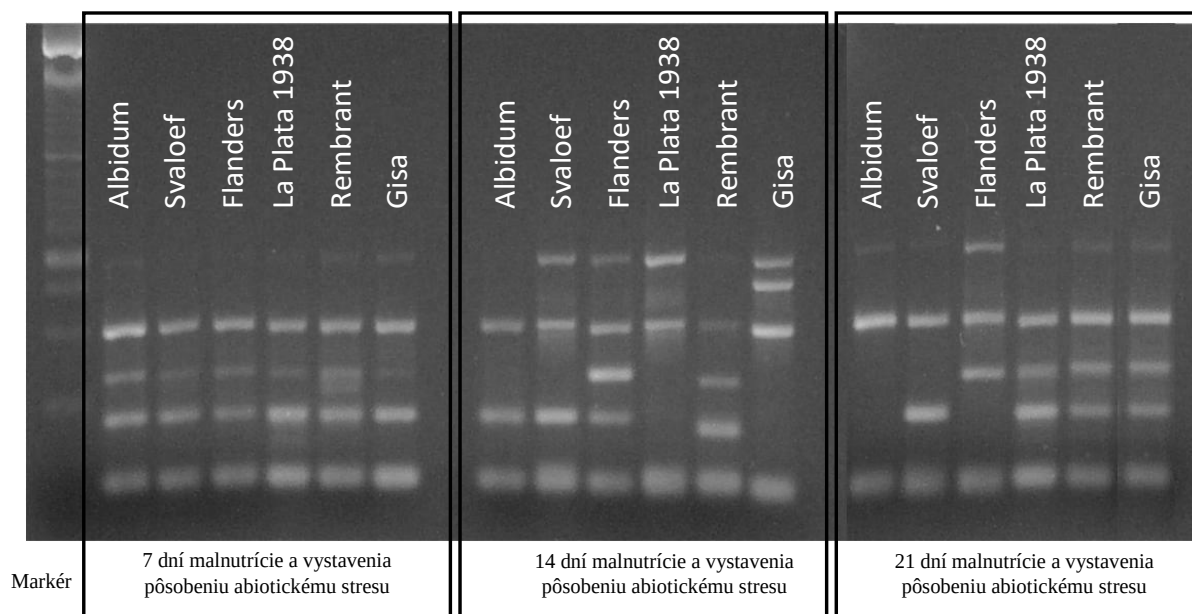
Výsledky nájdenej zhody v sekvenciách L-génov rezistencie ľanu voči hrdzi pomocou *in silico* prístupu umožnil návrh dLUTE primérov pre účely analýzy dĺžkového polymorfizmu (Žiarovská et al., 2015). Pomocou prirovnania sekvencií jednotlivých L-génov obsahujúcich včlenenie dLUTE transpozónu bola nájdená konzervatívna oblasť prítomnosťou dLUTE v rozpätí nukleotidov 1294 až 3750 LH alely (prístupový kód v NCBI databáze - AF093649). Inzerčné miesto dLUTE transpozónu je lokalizované v rámci tohto regiónu od nukleotidu 3182 v smere čítania reťazca.

V štúdiu boli vyhodnotené PCR profily mapujúce dĺžkový polymorfizmus včlenenia dLUTE elementu v genóme ľanu siateho po laboratórnom navodení stresových podmienok v podobe malnutrície redukovaného kultivačného média a pôsobenia UV žiarenia. Oba tieto faktory sú potvrdené ako schopné spustiť procesy aktivujúce transponovateľné prvky

rastlinných genómov (Mansour, 2007), pričom genóm ľanu siateho bol ako genomicky nestabilný uvádzaný už v roku 1962 autorom Durrant (1962).

Výsledky analýzy dĺžkového polymorfizmu dLUTE po pôsobení abiotického stresu ukázali variabilitu PCR profilov pre varianty odberov biologického materiálu zo siedmeho, štrnásteho a dvadsiateho prvého dňa pôsobenia stresových faktorov (obrázok 1).

Ako odroda s najstabilnejším profilom bola vyhodnotená odroda Rembrant, čo je vzhľadom v literatúre dokladovanej aktivite LIS-1 prvku v tejto odrode zaujímavým faktom. Avšak, keďže nateraz nie je známe akékoľvek vzájomné prepojenie jednotlivých transpozične aktívnych prvkov genómu ľanu, nie je faktom vylúčiteľným. Stabilita profilu odrody Rembrant spočívala len v jedinej zmene, ktorá však bola zaznamenaná pri všetkých analyzovaných odrodách ľanu. V profile po 7 dňoch rastu bol zaznamenaný výpadok fragmentu o veľkosti 475 bp. Tento bol opäť nasyntetizovaný pri odrodách Svaloeef, Flanders, La Plata 1938 a Gisa po 14 dňoch rastu v stresových podmienkach a pre všetky analyzované odrody po 21 dňoch rastu. V prípade odrôd Albidum a Svaloeef bol pri odbere po 14 dňoch zaznamenaný v profile chýbajúci fragment o veľkosti 300 bp a pre Albidum a Flanders pri odbere po 21 dňoch chýbajúci fragment 250 bp. Ako v dLUTE profile v prípade pôsobenia stresových faktorov najvariabilnejšie odrody boli vyhodnotené La Plata 1938 a Gisa, ktorých profily sa zmenili najviditeľnejšie. V prípade odberu po 14 dňoch boli pri oboch zaznamenané výpadky fragmentov 250 bp a 300 bp, avšak v profile sa navyše v porovnaní s ostatnými analyzovanými odrodami objavilo včlenenie o veľkosti 375 bp a znovu syntetizovaný bol aj 500 bp dlhý fragment, ktorý vypadol po 7 dňoch.



Obr 1. Elektroforeogramy analýzy dĺžkového polymorfizmu včlenenia dLUTE transpozónu v podmienkach pôsobenia abiotického stresu

V genóme ľanu siateho (*Linum usitatissimum* L.) sa nachádza viac podtypov transponovateľných prvkov: LTR retrotranspozóny, DIRS-like elementy, PENELOPE-like elementy, LINE a SINE (Wang et al., 2012). LTR retrotraspozóny sa v ľane nachádzajú v dvoch kategóriách – *Copia* a *Gypsy*, ktoré sa odlišujú poradím nukleotidov, organizáciou usporiadania jednotlivých génov a výsledným produktom génov (Todorovska, 2007). Transpozóny ľane siateho (*Linum usitatissimum* L.) sa delia na 2 skupiny: TIR a HELITRON transpozóny (Muñoz-López a García-Pérez, 2010). Luck et al. (1998) identifikovali

transpozón ľanu nazvaný ako dLUTE. V genóme sú zastúpené početné kópie transpozónu dLUTE podobných sekvencií, ktoré po charakterizácii a opise môžu poskytnúť zdroj informácií o vzťahoch medzi jednotlivými genotypmi ľanu. Cullis et al. (1999) zistili, že ak sú rôzne typy ľanu vystavované podobným zmenám vonkajšieho prostredia, uskutoční sa aj zmena v ich genóme vždy na tom istom mieste. Tento jednokópiový fragment DNA s veľkosťou 5,7 kb označili ako LIS-1 (inzerčná sekvencia ľanu – Linum Insertion Sequence 1). K jej včleneniu dochádza v skorých vývinových fázach v meristematických bunkách. LIS-1 vzniká cieľným, veľmi špecifickým a komplexným vložením pri tvorbe niektorých genotrofov z početných, malých genómových fragmentov za možnej účasti mRNA (Cullis, 2010).

Genomická odpoveď na stres sprostredkovaná transponovateľnými prvkami, v podobe reštrukturalizácie genómu a sledovanie genetickej adaptácie na environmentálne zmeny sú už od čias prác Barbary McClintock (1950,1984) predmetom výskumu v celom zábere domény eukarií. Je to práve aktívna odpoveď transponovateľných prvkov, ktorá je zdrojom širokej genetickej variability ich hostiteľských genómov, pričom táto je prenosná do ďalších generácií (Capy et al., 2000; Miller a Capy, 2004). Aktivácia transponovateľných prvkov je v rastlinnej ríši zdokumentovaná ako dôsledok oboch, abiotického aj biotického stresu, napríklad neoptimálna teplota, nedostatok dusíka v pôde, poranenia krycích pletín, atď. (Kalendar et al., 2011). V prípade papuľky väčšej bola pri teplotách do 10 °C zaznamenaná zvýšená úroveň transkripcie *Tam3* transpozónu a rovnako bol zvýšený aj jadrový import jemu prislúchajúcej transpozázy (Hashida et al., 2003, 2005, 2006; Fujino et al., 2011). Ako mechanizmus zodpovedný za zvýšenie transkripcie bola popísaná teplotne závislá *Tam3* transponázou sprostredkovaná DNA metylácia (Hashida et al., 2003; 2006). Rovnako aj transkripcia *Tnt1* retrotranspozónu je v prípade tabaku a rajčiaka indukovaná nízkymi teplotami (Mhiri et al., 1997; Melayah et al., 2001; Grandbastien et al., 2005). Ďalší z transkripčne aktívnych zástupcov transponovateľných prvkov, OARE-1 identifikovaný v genóme ovsa, je aktivizovaný viacerými typmi abiotického či biotického stresu, zahŕňajúc UV žiarenie, poranie, kyselinu salicylovú a fungálny tlak (Kimura et al., 2001). V prípade morských rias *Phaeodactylum tricornutum* boli ako transkripčne aktívne nájdené dva retrotranspozóny, Surcouf a Blackbeard, ktorých transkripcia je aktivovaná v podmienkach nedostatku dusíkatých látok alebo vystavenia toxickým koncentraciám aldehydu (Maurus et al., 2009; Oliver et al., 2010).

ZÁVER

Transponovateľné prvky sú vzhľadom k ich mnohopočetným miestam včlenenia široko používané ako DNA markéry v rámci celej rastlinnej ríše. dLUTE markérovacia technika bola v prípade ľanu siateho úspešne použitá pri rozlišovaní jednotlivých odrôd. V tejto štúdii bola potvrdená ako citlivý markérovací systém, ktorý pre ľan zaznamenáva zmeny v PCR profiloch v stresových abiotických podmienkach.

PodĎakovanie: 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 (50 %) a 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 (50 %).

LITERATÚRA

1. ALLABY, R.G. – G.W. PETERSON – D.A. MERRIWETHER – FU Y.B. 2005. Evidence of the domestication history of flax (*Linum usitatissimum* L.) from genetic diversity of the sad2 locus. *Theor Appl Genet.* 2005, 112: 58-65.
2. BALÁŽOVÁ, Ž. – VIVODÍK, M. – GÁLOVÁ, Z. 2016. Evaluation of molecular diversity of central European maize cultivars. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 2016, 28: 93-98.
3. BENNETZEN, J. L. 2000. Transposable element contributions to plant gene and genome evolution. *Pl. Mol. Biol.*, 42: 251–269.
4. CAPY, P. – CASPERI, G. – BIEMONT, C. – BAZIN, C. 2000. Stress and transposable elements: co-evolution or useful parasites? *Heredity* 2000, 85: 101–106.
5. CULLIS, CH. A. 2010. Environmentally Induced Adaptive Variation in Flax. In: *Plant and Animal: XVIII Conference*, 2010.
6. CULLIS, CH.A. 2005. Mechanisms and control of rapid genomic changes in flax. In: *Annals of Botany.* vol. 95, 2005. pp. 201-206.
7. CULLIS, CH.A. – S. SWAMI – SONG. Y. 1999. RAPD polymorphism detected among the flax genotypes. *Plant Mol.Biol.*, 41: 795-800.
8. DIEDERICHSEN, A. AND Y.B. FU. 2008. Flax genetic diversity as the raw material for future success. *International Conference on Flax and Other Bast Plants*, ISBN 978-0-9809664-0-4, pp. 270.
9. DURRANT, A. 1962. The environmental induction of heritable change in *Linum*. In: *Heredity.* vol. 17, 1962, pp. 27-61
10. FUJINO, K. – HASHIDA, S.N. – OGAWA, T. – NATSUME, T. – UCHIYAMA, T. – MIKAMI, T. – KISHIMA, Y. 2011. Temperature controls nuclear import of Tam3 transposase in *Antirrhinum*. In: *Plant J.*, vol. 65, pp. 146–155.
11. GRANDBASTIEN, M.A. – AUDEON, C. – BONNIVARD, E. – CCASACUBERTA, J.M. – CHALHOUB, B. – COSTA, A.P. – LE, Q.H. – MELAYAH, D. – PETIT, M. – PONCET, C. – TAM, S.M. – VAN SLUYS, M.A. – MHIRI, C. 2005. Stress activation and genomic impact of Tnt1 retrotransposons in *Solanaceae*. *Cytogenet Genome Res.*, vol. 110, pp. 229-241.
12. HASHIDA, S.N. – KITAMURA, K. – MIKAMI, T. – KISHIMA, Y. 2003. Temperature shift coordinately changes the activity and the methylation state of transposon Tam3 in *Antirrhinum majus*. *Plant Physiol.*, vol. 132, pp. 1207–1216.
13. HASHIDA, S.N. – UCHIYAMA, T. – MARTIN, C. – KISHIMA, Y. – SANO, Y. – MIKAMI, T. 2006. The temperature-dependent change in methylation of the *Antirrhinum* transposon Tam3 is controlled by the activity of its transposase. *Plant Cell*, vol. 18, pp.104–118.
14. HASHIDA, S.N. – KISHIMA, Y. – MIKAMI, T. 2005. DNA methylation is not necessary for the inactivation of the Tam3 transposon at non-permissive temperature in *Antirrhinum*. *J. Plant. Physiol.*, vol. 162, pp. 1292–1296.
15. CHEN, Y. – G. HAUSNER – E. KENASCHUK – D. PROCUNIER – P. DRIBNENKI – G. PENNER. 1998. Identification of microspore-derived plants in anther culture of flax (*Linum usitatissimum* L.) using molecular markers. *Plant Cell Rep.*, 18: 44-48.
16. KALENDAR, R. – FLAVEL, A.J. – ELLIS, THN. – SJAKSTE, T. – MOISY, C. – SCHULMAN, A.H. 2011. Analysis of plant diversity with retrotransposon-based molecular markers. *Heredity*, vol. 106, p. 520–530
17. KIMURA, Y. – TOSA, Y. – SHIMADA, S. – SOGO, R. – KUSABA, M. – SUNAGA, T. – BETSUYAKU, S. – ETO, Y. – NAKAYASHIKI, H. – MAYAMA, S. 2001. OARE-1,

- a Ty1-copia Retrotransposon in Oat Activated by Abiotic and Biotic Stresses. *Plant. Cell. Physiol.*, vol. 42, p. 1345-1354.
18. KYSEL, M. – ŽIAROVSKÁ, J. – ŠTEFÚNOVÁ, V. – RAŽNÁ, K. – ŠVEC, M. 2019. Marker profiling of wheat with different drought tolerance by CDDP. Marker profiling of wheat with different drought tolerance by CDDP. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 8, 5 (2019), s. 1220-1222. ISSN 1338-5178.
 19. LAWRENCE, G.J. – FINNEGAN, E.J. – AYLIFFE, M.A. – ELLIS, J.G. 1995. The L6 gene for flax rust resistance is related to the arabidopsis bacterial resistance gene rps2 and the tobacco viral resistance gene N. *Plant Cell.*, vol. 7, pp. 1195–1206.
 20. LUCK, J. E. – LAWRENCE, G. J. – FINNEGAN, E. J. – JONES, D. A. – ELLIS, J. G. 1998. A flax transposon identified in two spontaneous mutant alleles of the L6 rust resistance gene. *Plant Journal.*, vol. 16, 1998, no. 3, pp. 365–369.
 21. MANSOUR, A. 2007. Epigenetic activation of genomic retrotransposons. *Journal of Cell and Molecular Biology*, vol. 6, pp. 99-107.
 22. MAUMUS, F. – ALLEN, A.E. – MHIRI, C. – HU, H. – JABBARI, K. – VARDI, A. – GRANDBASTIEN, M.A. – BOWLER, CH. 2009. Potential impact of stress activated retrotransposons on genome evolution in a marine diatom. *BMC Genomics*, vol. 10, p. 624.
 23. McCLINTOCK, B. 1950 The origin and behavior of mutable loci in maize. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, vol. 36, pp. 344–355.
 24. McCLINTOCK, B. 1984. Significance of Response of the Genome to Challenge. *Science.*, vol. 226, pp. 792-801.
 25. MELAYAH, D. – BONNIVARD, E. – CHALHOUB, B. – AUDEON, C. – GRANDBASTIEN, M.A. 2001. The mobility of the tobacco Tnt1 retrotransposon correlates with its transcriptional activation by fungal factors. *Plant J.*, vol. 28, pp. 159-168.
 26. MHIRI, C. – MOREL, J.B. – VERNHETTES, S. – CASACUBERTA, J.M. – LUCAS, H. – GRANDBASTIEN, M.A. 1997. The promoter of the tobacco Tnt1 retrotransposon is induced by wounding and by abiotic stress. *Plant Mol. Biol.*, vol. 33, pp. 257–266.
 27. MILLER, W.J. – CAPY, P. 2004. Mobile genetic elements as natural tools for genome evolution. In: *Methods Mol. Biol.*, vol. 260, pp. 1–20.
 28. MUÑOZ-LÓPEZ, M. – GARCÍA-PÉREZ, J. L. 2010. DNA Transposons: Nature and Applications in Genomics. *Curr Genomics*, vol. 11, 2010, no. 2, pp. 115–128.
 29. MURASHIGE, T. – SKOOG, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologie Plantarum.*, vol. 15, p. 473-479.
 30. OH, T.J. – M. GORMAN AND C.A. CULLIS. 2000. RFLP and RAPD mapping in flax (*Linum usitatissimum*). *Theor. Appl. Genet.*, 101: 4: 590-593.
 31. OLIVER, M.J. – SCHOFIELD, O. – BIDDLE, K. 2010. Density dependent expression of a diatom retrotransposon. In: *Mar. Genomics*, vol. 3, pp. 145–150.
 32. PAVLOV, A. – NÔŽKOVÁ, J. – ŠAVRTKOVÁ, M. – MATVIENKO, I. – BRUTCH, N. 2018. Photoperiod influence on the stem structure of fibre flax. *Agriculture* 2018, 64:160–172.
 33. RAGUPATHY, R. – R. RATHINAVELU – S. CLOUTIER. 2011. Physical mapping and BAC-end sequence analysis provide initial insights into the flax (*Linum usitatissimum* L.) genome. *BMC Genomics*.12:217. doi: 10.1186/1471-2164-12-217.
 34. ROGERS, S.O. – BENDICH, A.J. 1994. Extraction of total cellular DNA from plants, algae and fungi. In: GELVIN, S.B. – SCHILPEROORT, R.A.: *Plant Molecular Biology Manual D1*. Ordrecht, The Netherlands: Kluwer Academics Publishers, 1994, p. D1/1 – D1/8. ISBN 0 – 7923 – 2858 – 2

35. SMÝKAL, P. – N. BAČOVÁ-KERTESZOVÁ – R. KALENDAR – J. CORANDER – A.H. SCHULMAN – M. PAVELEK. 2011. Genetic diversity of cultivated flax (*Linum usitatissimum* L.) germplasm assessed by retrotransposon-based markers. *Theor Appl Genet.*, 122: 1385-1397.
36. TODOROVSKA, E. 2007. Retrotranspozons and their role in plant-genome evolution. *Biotechnol. and Biotechnol. Eq.*, 2007, vol. 21, pp. 294–305.
37. TREBICHALSKÝ, A. – R. KALENDAR – A. SCHULMAN – O. STRATULA – Z. GÁLOVÁ – Ž. BALÁŽOVÁ AND M. CHŇAPEK. 2013. Detection of genetic relationships among spring and winter triticales × *Triticosecale* Witt. and rye cultivars (*Secale cereale* L.) by using retrotransposon-based markers. *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 49: 171-174.
38. UYSAL, H. – FU, Y.B. – KURT, O. – PETERSON, G.F. – DIEDERICHSEN, A. – KUSTERS, P. 2010. Genetic diversity of cultivated flax (*Linum usitatissimum* L.) and its wild progenitor pale flax (*Linum bienne* Mill.) as revealed by ISSR markers. *Gen Res Crop Evol.* 57: 1109-1119.
39. WANG, Z. et al. 2012a. The genome of flax (*Linum usitatissimum*) assembled *de novo* from short shotgun sequence reads. *Issue The Plant Journal*, vol. 72, 2012, no. 3, pp. 461–473.
40. ŽIAROVSKÁ, J. – BEŽO, M. – LANČÍKOVÁ, V. – RAŽNÁ, K. 2015. *In silico* based development of dlute length polymorphism marker for common flax germplasm evaluation. *Pak. J. Bot.*, 47(5): 2277-2282.

Kontaktná adresa

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

Bet v 1 – VYUŽITIE DEGENEROVANÝCH PRIMÉROV V ANALÝZACH DĺŽKOVÉHO POLYMORFIZMU ALERGÉNOV PR- SKUPINY ZELENINY

Bet v 1 – APPLICATION OF DEGENERATE PRIMERS IN ANALYSIS OF LENGTH POLYMORPHISM OF ALLERGENS OF PR- GROUP IN VEGETABLE

Žiarovská Jana¹, Urbanová Lucia², Farkašová Silvia¹, Hovaňáková Lucia¹, Zelenáková Lucia³

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

²Laboratórium genetických analýz, Výskumné centrum AgroBioTech, SPU v Nitre

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

Summary

The most common aeroallergen from woody plants in northern and central Europe is birch. The main allergen of birch is Bet v 1 allergen, member of PR -10 family allergens. Bet v 1 allergen homologues are the main triggers of cross-allergic reactions. Food allergy was found in 50-90% of patients with birch allergy. Most of known cross-reactions are caused by allergens from fruits of the *Rosaceae* family and vegetables from the *Apiaceae* family. Here, the determination of the presence of genomic analogues Bet v 1 allergen in selected vegetables was performed. A degenerate PCR reaction was used to determine genomic analogs of Bet v 1 allergen. A pair of designed degenerate primers designed to screen for the presence of Bet homologues in 1 allergen were ingested in the reaction. In all species of tested vegetables, amplicons were present in the presumed area of occurrence of Bet v 1 homologues. For specify the genomic similarity of individual vegetable species, a dendrogram was constructed.

Key words: PR-10 allergens, Bet v 1, DNA markers

ÚVOD

Výskyt alergií je v populácii stále častejším javom. Určitou formou alergie trpí viac ako 150 miliónov Európanov a štatistiky hovoria o stále sa zvyšujúcom trende výskytu alergií. Najčastejším aeroalergénom z drevín v severnej a strednej Európe je breza. Breza kvitne každoročne približne od konca marca až do polovice mája. Hlavným alergénom brezy je Bet v 1 alergén, patriaci do rodiny PR -10 alergénov. Používa sa ako ukazovateľ alergie na peľ brezy. Viac ako 90 % pacientov alergických na peľ brezy reaguje na Bet v 1 alergén. Homológy Bet v 1 alergénu patria medzi hlavné spúšťače krížových alergických reakcií. U 50-90 % percent pacientov s alergiou na brezu bola zistená potravinová alergia. Viac ako 90 % pacientov alergických na peľ brezy reaguje na Bet v 1 (Jensen-Jarolim, 2014; Roth-Walter et al., 2014). Prirodzene sa vyskytujúci Bet v 1 alergén je popísaný v rôznych izoformách s molekulovou hmotnosťou okolo 17 kDa, ktoré majú vysokú sekvenčnú identitu, ale môžu mať výrazne odlišný alergénny potenciál (Ahammer et al., 2017).

Jednotlivci s peľovou alergiou majú často alergické príznaky po požití určitých potravín rastlinného pôvodu. Väčšina z týchto reakcií je spôsobená alergénmi z ovocia čeľade *Rosaceae* (jablko, čerešne, marhuľa, hruška) a zeleniny z čeľade *Apiaceae* (zeler, mrkva, petržlen), ktoré reagujú skrížene s alergénmi prítomnými v peľi brezy, najmä s hlavným alergénom brezy Bet v 1. Proteíny Bet v 1 homológie z čeľade *Rosaceae* sú veľmi citlivé na teplo a proteázy. Alergické reakcie na ovocie v Bet v 1 homológii sú spúšťané najmä čerstvým ovocím a sú obmedzené zvyčajne na orálno-alergický syndróm. Proteíny Bet v 1 sú

prítomné v dužine, a preto olúpanie ovocia nemá vplyv na zmiernenie symptómov. Proteíny Bet v 1 homológie v lieskových orechoch, zelere, arašidoch a sóji vykazujú väčšiu tepelnú stabilitu než pri ovocí z čeľade *Rosaceae*. To vysvetľuje, prečo tieto rastlinné potraviny častejšie vyvolávajú vážnejšie systémové reakcie (Zapletalová, 2014). U zeleniny je často popisovaná krížová alergická reakcia. V tomto prípade majú príbuzné druhy jeden spoločný panalergén, to znamená, že sa jedná o hlavnú bielkovinu zodpovednú za alergickú reakciu. Druhovú príbuznosť sa netýka iba zaradenia do rovnakej čeľade, pretože panalergén môže byť príbuzný tak ako v zelenine, tak aj v ovocí, v orechoch alebo peľoch napríklad brezy (Zlatohlávek et al., 2019). Toto umožňuje analýzu príbuznosti jednotlivých genomických sekvencií takýchto panalergénov rôznymi technikami genetických technológií, v prípade Bet v 1 homológov analýzou ich dĺžkového polymorfizmu degenerovanou PCR (Žiarovská a Zelenáková, 2016; Žiarovská et al., 2018).

Cieľom tejto štúdie bolo vyhodnotenie dĺžkového polymorfizmu získaných amplicónov Bet v 1 homológov vo vybraných druhoch zeleniny.

MATERIÁL A METÓDY

Biologický materiál

Biologický materiál v analýzach bol tvorený nasledovnými druhmi zeleniny: *Allium cepa*, *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*, *Spinacia oleracea*, *Apium graveolens*, *Daucus carota*, *Pastinaca sativa*, *Petroselinum crispum*, *Lactuca sativa*, *Brassica oleracea* var. *capitata*, *Brassica oleracea* var. *botrytis*, *Brassica oleracea* var. *italica*, *Brassica oleracea* var. *gongylodes*, *Cucurbita maxima* Duchesne ssp. *maxima* convar. *maxima*, *Cucurbita pepo*, *Ipomoea batatas*, *Persea americana*, *Solanum tuberosum* a *Capsicum annum*. Biologický materiál bol získaný v obchodnej sieti, a až do analýz uskladnený v uzatvárateľných vreckách pri – 20 °C.

Izolácia DNA a podmienky PCR

Celková genomická DNA bola izolovaná pomocou komerčného kitu GeneJET™ Plant Genomic DNA Purification Mini (Thermo Scientific). Čistota a koncentrácia DNA bola stanovená spektrofotometricky, pomocou nanofotometra Implen P 330. Celková funkčnosť izolovanej DNA bola kontrolovaná pomocou polymerázovej reťazovej reakcie za pomoci primérov pre ITS oblasti DNA. Analýza prítomnosti izoforiem Bet v 1 alergénu bola uskutočnená pomocou polymerázovej reťazovej reakcie. Na prípravu tejto reakcie bol použitý master mix EliZyme HS Robust Mix (2x) (Elisabeth Pharmacon), 400 nM priméry a 150 ng DNA do PCR reakcie. Vzorky boli analyzované v nasledovnom časovo-teplotnom režime: 95 °C, 5 minút; 40 x (95 °C, 45 sekúnd; 54 °C, 45 sekúnd; 72 °C, 35 sekúnd); 72 °C, 10 minút. Degenerované PCR reakcie boli uskutočnené v termocykléri T-Proffesional Thermocycler (Biomtra) v priestoroch Výskumného centra AgroBioTech, v Laboratóriu genetických analýz podľa metodiky Žiarovská et al. (2018), kedy degenerovaný pár primerov bol navrhnutý špeciálne na detekciu génov štruktúrne príbuzných k Bet v 1 alergénu.

Vyhodnotenie dát

Zmnožené produkty PCR reakcie boli nanosené na 3 % agarozový gél a elektroforéza bola uskutočnená v prostredí TBE tlmivého roztoku. Získané amplicóny boli analyzované vo svojom dĺžkovom profile ako prítomné/nepítomné lokusy a získaná binárna matica bola v UPGMA analýze pomocou Ne a Li koeficientu genetickej vzdialenosti zobrazená ako PCoA analýza.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Do analýz bol použitý biologický materiál z jednotlivých druhov zeleniny uvedených v časti Materiál a metódy a DNA oblasti zodpovedajúce homológom Bet v 1 boli porovnávané metódou dĺžkových polymorfizmov. Pomocou PCR reakcie boli vytvorené profily pre potencionálnu prítomnosť Bet v 1 alergénu vo vzorkách s využitím nedegenerovaného priameho a degenerovaného spätného primeru.

V genómoch analyzovaných druhov bolo zaznamenaných viac typov profilov amplifikovaných pomocou PCR. Pre všetky analyzované druhy zeleniny bola amplifikácia Bet v 1 homológov pomocou degenerovanej PCR úspešná a viacero PCR produktov vytváralo dĺžkový polymorfizmus. V analyzovaných druhoch zeleniny boli zaznamenané amplikóny v očakávanej dĺžke. Celkový počet amplikónov bol 162. Získané polymorfizmy boli veľmi variabilné v počte amplikónov, 15 amplikónov bolo amplifikovaných v prípade *Allium cepa*, najpočetnejšie zastúpené amplikóny boli získané pri *Ipomoea batatas* so 41 amplikónmi. Najčastejšia dĺžka amplikónov bola 720 bp, získané boli aj unikátne amplikóny s veľkosťami 1 450 bp a 680 bp. Pri druhu *Pastinaca sativa* bolo získaných 21 amplikónov, pričom profil tohto druhu sa výrazne odlišoval od ostatných na úrovni Nei a Li koeficientu genetickej vzdialenosti v rozpätí 0,75 – 0,96. Ako najviac podobné amplifikované profily boli vyhodnotené profily druhov *Apium graveolens* a *Brassica oleracea*, ktoré zdieľali amplikóny s dĺžkami 70 bp, 100 bp, 200 bp, 220 bp, 290 bp, 560 bp a 650 bp s hodnotou Nei a Li koeficientu genetickej vzdialenosti 0,61.

Pri druhu *Brassica oleracea* boli amplifikované 4 rôzne profily Bet v 1 polymorfizmu pre každú varietu, v prípade var. *italica* a var. *gongylodes* bolo zaznamenaných 30 amplikónov, v prípade var. *botrytis* 35 a v prípade var. *capitata* 28 amplikónov. Variety *italica*, *botrytis* a *gongylodes* mali amplifikovaný zhodný lokus s veľkosťou 1100 bp. Genetické vzdialenosti variet *Brassica oleracea* sa podľa koeficientu Nei-Li pohybovali od 0,743 medzi var. *botrytis* a var. *capitata* a 0,968 medzi var. *gongylodes* a var. *italica*.

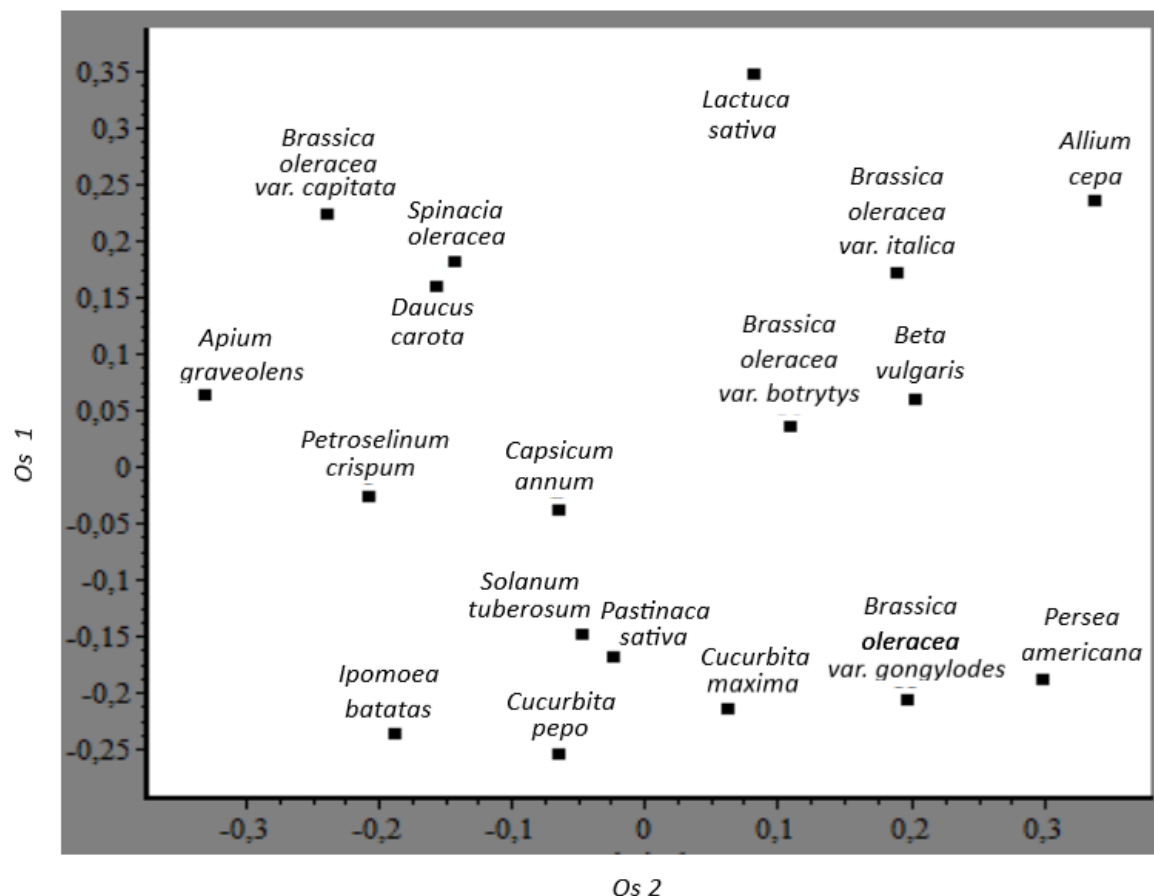
Genetické vzdialenosti Nei-Li koeficientov ukazujú úzke rozpätie medzi všetkými analyzovanými druhmi, kde rozdiel bol iba 0,36, čo zodpovedá zisteniam o variabilite medzi rastlinnými proteínmi PR-10 (Freitas et al., 2003; Uehara et al., 2001). Najodlišnejšie amplifikované profily, ako aj vypočítané koeficienty genetickej vzdialenosti, boli zaznamenané *Allium cepa* a *Ipomoea batatas*.

Separované produkty degenerovanej PCR boli transformované do binárnych matíc použitých na vytvorenie grafického zobrazenia odlišností medzi analyzovanými profilmi (obrázok 1). Analyzované druhy boli zoskupené do 5 podskupín so samostatným postavením druhov odlišných od ostatných – *Allium cepa* a *Lactuca sativa*. Nebolo zaznamenané žiadne konkrétne zoskupenie podľa fylogenetických vzťahov analyzovaných druhov, čím je možné túto techniku považovať za efektívnu pri odlišovaní jednotlivých druhov rastlín.

Na základe literárnych poznatkov možno ako najrizikovejšie potencionálne alergény označiť *Pastinaca sativa* a *Lactuca sativa*. *Pastinaca sativa* patrí do čelade *Apiaceae* a tá je spjaná z krížovou reaktivitou na Bet v 1 alergén (Zapletalová, 2014). Hlavný alergén *Lactuca sativa* Lac s 1 vykazoval široké krížovo reaktívne vlastnosti s extraktom z vlašských orechov a arašidov, alergénom Vit v 1 hrozna, Zea m 14 kukurice, Cor a 8 lieskových orechov a Mal d 3 jablka. Tieto alergény sú spájané s krížovou alergickou reakciou na Bet v 1 alergén (Sanchez-Mongue, 1999; Asero, 2002; Pastorello, 2003).

Urbanová a Žiarovská (2021) uvádzajú, že krížové reakcie medzi hlavným alergénom na peľ brezy Bet v 1 by sme mohli zahrnúť najčastejšie do homológov medzi rôznymi druhmi zeleniny ako je zeler (*Api g 1*) a mrkva (*Dau c 1*). Tieto potenciálne alergické proteíny sú klasifikované ako proteíny súvisiace s patogénmi, ktoré sú špecifikované v skupine PR-10, známej tiež ako Bet v 1 – homológne proteíny, ktoré vyvolávajú u jedincov, ktorí sú

sensitizovaní na peľ brezy skrížené alergické reakcie na zeleninu obsahujúcu Bet v 1 (Helbling et al., 1993; Breiteneder a Ebner, 2000).



Obr. 1 PcoA analýza variability získaných amplikónov Bet v 1 homológov v analyzovaných druhoch zeleniny

Je zaujímavé, že genómová podobnosť proteínových homológov PR-10 (kam patrí aj Bet v 1) sa pohybuje od 50 do > 90 %, čo nezodpovedá schopnosti vyvolať krížovú reakciu s alergénom Bet v 1. Kľúčom ku krížovým reakciám sú epitopy, krátke aminokyselinové vysoko konzervované sekvencie, na ktoré je naviazaný špecifický IgE (Fernandes et al., 2013). Údaje o aminokyselinových a nukleotidových sekvenciách rôznych proteínov PR-10 sú stále nedostatočné, najmä medzi nukleotidovými. Krížová reaktivita medzi peľmi a potravinovými alergénmi sa skúma najmä z pohľadu stanovenia základu bezpečnosti potravín s cieľom pochopiť, ako senzibilizácia na konkrétny alergén začína krížovú reaktivitu s homológmi alergénmi v iných potravinách (McClain, 2017).

PR-10 je variabilná skupina proteínov, ktorej členovia dokážu spôsobovať krížové reakcie vďaka homológii v konzervatívnych epitopoch (Moraes et al., 2018). Konzervatívnosť epitopových miest dokazuje samotná krížová reakcia a vysokú variabilitu v génoch *ypr10 in silico* porovnávanie jednotlivých známych aminokyselinových sekvencií rôznych druhov rastlín (Breiteneder a Ebner, 2000). Tieto dve vlastnosti naznačujú využitie génov PR-10 bielkovín ako DNA markérov variability kódujúceho priestoru v genómoch rastlín. Neustále sa zvyšujúce znalosti o génových sekvenciách priniesli nové možnosti v šľachtení a zdokonaľovaní plodín metódami molekulárnych markérov ako aj markérov kódujúceho priestoru, pričom markérovacie techniky pre tvorbu polymorfizmov amplifikujúce kódujúci priestor genómu sú vhodné na porovnávacie mapovanie genofondov (Allaby et al., 2005; Balážová et al., 2006; Varshney, 2010; Kyseľ et al., 2019).

ZÁVER

Zvyšujúci sa objem bioinformatických dát dostupných vo verejných databázach umožňuje tvorbu cielených markérovacích techník, ktoré sú zamerané na analýzu a odlišenie konkrétnych génov alebo génových rodín v genómoch rastlín. Jednou z takýchto je aj prístup založený na vytváraní polymorfizmu amplifikáciou homologických sekvencií Bet v 1 alergénu v genómoch rastlín, ktorý bol v tejto štúdii potvrdený ako dostatočne robustný v odlišovaní jednotlivých druhov zeleniny.

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 (50 %) a podpore projektu KEGA 020SPU-4/2021 Inovácia metodologického zázemia a obsahu profilových potravinársko-gastronomických predmetov so zameraním na zvýšenie konkurencieschopnosti absolventov (50 %).

LITERATÚRA

1. AHAMMER, L. – GRUTCH, S. – WALLNER, M. – FERRIERA, F. – TOLLINGR, M. 2017. NMR resonance assignments of a hypoallergenic isoform of the major birch pollen allergen Bet v 1. *Biomol NMR Assign* 2017.
2. ALLABY, R.G. – G.W. PETERSON – D.A. MERRIWETHER AND Y.B. FU. 2005. Evidence of the domestication history of flax (*Linum usitatissimum* L.) from genetic diversity of the sad2 locus. *Theor Appl Genet.*, 112: 58-65.
3. ASERO, R. – MISTRELLO, G. – RONCAROLO, D. – AMATO, S. – CALDIRONI, G. – BAROCCI, F. – VAN REE, R. 2002. Immunological cross-reactivity between lipid transfer proteins from botanically unrelated plant-derived foods: a clinical study. *Allergy* 2002, 57: 900-906.
4. BALÁŽOVÁ, ŽELMÍRA – VIVODÍK, MARTIN – GÁLOVÁ, ZDENKA. 2006. Evaluation of molecular diversity of central European maize cultivars. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 2006, 28: 93-98.
5. BREITENEDER, H. – EBNER, CH.M.B. 2000. Molecular and biochemical classification of plant-derived food allergens. *Molecular Mechanisms in Allergy and Clinical Immunology* 200, 106: P27-36.
6. FERNANDES, H. – MICHALSKA, K. – SIKORSKI, M. – JASKOLSKI, M. 2013. Structural and functional aspects of PR-10 proteins. *FEBS Journal* 2013, 280: 1169-1199.
7. FREITAS, L.B. – BONATTO, S.L. – SALZANO, F.M. 2003. Evolutionary implications of intra-and interspecific molecular variability of pathogenesis-related proteins. *Brazilian Journal of Biology* 2003, 63: 437-48.
8. HELBLING, A. – LOPEZ, M. – SCHWARTZ, H.J. – LEHRER, S.B. 1993. Reactivity of carrot-specific IgE antibodies with celery, apiaceous spices, and birch pollen. *Annals of Allergy* 1993, 70: 495-499.
9. JENSEN-JAROLIM, E. 2014. Happy 25th birthday, Bet v 1!. *World Allergy Organisation* 2014, 7:1-3.
10. KYSEL, M. – ŽIAROVSKÁ, J. – ŠTEFÚNOVÁ, V. – RAŽNÁ, K. – ŠVEC, M. 2019. Marker profiling of wheat with different drought tolerance by CDDP. Marker profiling of wheat with different drought tolerance by CDDP. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 8, 5 (2019), s. 1220--1222. ISSN 1338-5178.

11. McCLAIN, S. 2017. Bioinformatic screening and detection of allergen cross-reactive IgE-binding epitopes. *Mol. Nutr. Food Res.* 2017, 61: 1600844. DOI: <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600844>
12. MORAES, A. H. – ASAM, C. – ALMEIDA, F.C.L. – WALLNER, M. – FERREIRA, F. – VALENTE, A.P. 2018. Structural basis for cross-reactivity and conformation fluctuation of the major beech pollen allergen Fag s 1. *Scientific Reports* 2018, 8: 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28358-1>
13. PASTORELLO, E. A. – FARIOLI, L. – PRAVETTONI, V. – ORTOLANI, C. – FORTUNADO, D. – GIUFFRIDA, M.G. et al. 2003. Identification of grape and wine allergens as an endochitinase 4, a lipid-transfer protein, and a thaumatin. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2003, 111: 350-359. DOI: <https://doi.org/10.1067/mai.2003.35>
14. ROTH-WALTER, F. – GOMEZ-CASADO, C. – PACIOS, L.F. – MOTHES-LUKSCH, N. – ROTH, G.A. – SINGER, J. – DIAZ-PERALES, A. – JANSEN-JAROLIM, E. 2014. Bet v 1 from Birch Pollen Is a Lipocalin-like Protein Acting as Allergen Only When Devoid of Iron by Promoting Th2 Lymphocytes. *The Journal of biological chemistry* 2014, 289: 17416 – 17421
15. SANCHEZ-MONGE, R. – LOMBARDERO, M. – GARCIA-SELLES, F.J. – BARBER, D. – SALCEDO, G. 1999. Lipid-transfer proteins are relevant allergens in fruit allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 1999, 103: 514 – 519.
16. 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: 57–62.
17. 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 Monothematic Issue: Actual Problems in Agrobiolgy* 2021, 24:1–6.
18. VARSHNEY R.K. 2010. Gene-based marker systems in plants: high throughput approaches for discovery and genotyping. *Molecular techniques in crop improvement*. The Netherlands: Springer, pp. 119–142.
19. ZAPLETALOVÁ, I. 2014. Komponentová diagnostika . In 13. SETKÁNÍ LÉKAŘŮ ČR A SR V LITOMÝŠLI ALERGIE A ALERGENY [online], s.95-119 Dostupné na: <https://www.astmalitomysl.cz/ALERGIE%20publikace%202014.pdf>
20. ZLATOHLÁVEK, L. et al. 2019. *Klinická dietológia a výživa*. Praha: CM, 2019. 2. vyd. 519 s. ISBN 978-80-88129-44-8.
21. ŽIAROVSKÁ, J. – ZELENÁKOVÁ, L. – TOMAŠOVIČOVÁ, M. – ZAMIEŠKOVÁ, L. 2018. Detekcia homologických sekvencií Bet v 1 alergénu degenerovanými primermi. *Výživa-človek-zdravie*. SPU 2018, ISBN 978-80-552-1902-8.
22. 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

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

Názov publikácie: VÝŽIVA – ČLOVEK – ZDRAVIE 2021 (recenzovaný zborník vedeckých prác
Ústavu výživy a genomiky FAPZ SPU v Nitre)

Editor: Ing. Gažarová Martina, PhD., Ing. Paed.IGIP

Autori: kolektív autorov

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vydanie: prvé

Rok vydania: 2021

Forma vydania: online

Počet strán: 315

Miesto vydania: Nitra

Neprešlo redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU v Nitre.

ISBN 978-80-552-2412-1

DOI: <https://doi.org/10.15414/2021.9788055224121>