

VLIV TYPU MOUKY A SACHARIDŮ NA TVORBU AKRYLAMIDU V MODELOVÝCH SUŠENKÁCH INFLUENCE OF FLOUR TYPE AND CARBOHYDRATES TO THE PRODUCTION OF ACRYLAMIDE IN MODEL COOKIES

*Lucie Marková, Eva Basil, Alena Bednářiková, Kristína Kukurová,
Zuzana Ciesarová, Peter Šimko*

Abstract: The aim of this study was to determine the effect of flour type and saccharides on the formation of acrylamide and to compare the levels of acrylamide in model biscuits differing in contents of saccharides and types of flour. The biscuits with sucrose contained $211 \pm 2 \mu\text{g}$ of acrylamide per kg of dry matter. Replacing sucrose with fructose increased acrylamide levels in model biscuits approximately 6 times. Moreover, after replacing white wheat flour by whole wheat flour the acrylamide content in biscuits increased 2.5 times. This corresponds to 2.2 times higher asparagine content in whole wheat flour comparing to white wheat flour. The asparagine content in flour is a crucial factor for acrylamide formation since it directly provides the backbone of the molecule.

Keywords: acrylamide, biscuits, flour, saccharides

ÚVOD

Akrylamid je nežádoucí procesní kontaminant vznikající v tepelně opracovaných potravinách reakcí redukujících sacharidů s asparaginem (Ciesarová, 2005; Capuano, Fogliano, 2010). V zájmu ochrany zdraví vedla hodnocení zdravotních rizik k doporučení, která by měla zajistit snížení obsahu akrylamidu v potravinách (Knol et al., 2005), ale vhodnou metodu pro eliminaci akrylamidu je nutné volit s ohledem na jejich složení, zpracování a technologie (Acrylamide Toolbox 2011).

Asparagin je klíčovým prekurzorem vedoucí ke vzniku akrylamidu v potravinách. Je proto vhodné volit odrůdy plodin s nízkým obsahem této aminokyseliny (Acrylamide Toolbox 2011). Volný asparagin je limitujícím faktorem po vznik akrylamidu v pekařských výrobcích. Obsah volného asparaginu v žitné a celozrnné mouce je vyšší než v mouce pšeničné, i když je silně ovlivněn odrůdou a stupněm vymletí (Springer et al., 2003). Další možností jak ovlivnit úroveň akrylamidu vytvořeného z asparaginu je různorodostí monosacharidů (Acrylamide Toolbox 2011). Glukóza, fruktóza a sacharóza jsou nejběžnější sacharidy vytvářející nejvyšší obsah akrylamidu v tepelně opracovaných potravinách. Celková reaktivita sacharidů při vzniku akrylamidu se stoupající teplotou klesá od glukózy přes fruktózu k sacharóze (Claeys et al., 2005).

Cílem této studie bylo zjistit vliv druhu mouky a cukru na tvorbu akrylamidu a porovnat obsah akrylamidu v modelových sušenkách připravených podle receptury lišící se pouze v obsahu sacharidů a typem mouky.

MATERIÁL A METODY

Příprava sušenek

Sušenky byly připravovány v laboratorních podmínkách podle standardizované receptury (AACC Method 10-54 (1995)), přičemž složení bylo modifikováno z hlediska obsahu fruktózy a celozrnné mouky. Z těsta byla vykrajována kolečka o průměru 60 mm a výšce 8 mm, která byla pečena v peci Miwe Condo (Miwe Michael Wenz GmbH, Německo) při teplotě 205 °C po dobu 11 minut.

Stanovení obsahu akrylamidu pomocí LC/ESI-MS-MS

LC/MS-MS analýza byla prováděna pomocí HPLC systému 1200 série (Agilent Technologies, USA) spolu s Agilent 6410 Triple Quad detektorem vybaveným ESI iontovým zdrojem podle metodiky publikované v článku **Bednáriková, Ciesarová (2012)**.

Statistické zhodnocení výsledků

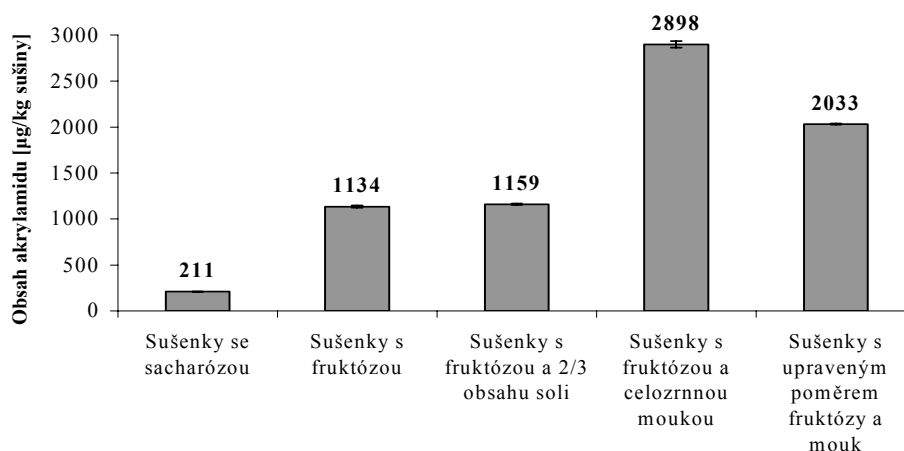
Výsledky analýz jsou uvedeny jako průměr a směrodatná odchylka z nezávislých měření. Pro statistické zhodnocení výsledků byla použita jednofaktorová analýza rozptylu ANOVA. Zhodnocení výsledků bylo prováděno na hladině významnosti 0,05.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Pro zjištění vlivu mouky a sacharidů na tvorbu akrylamidu v sušenkách určených především pro diabetiky byla pro přípravu sušenek v laboratorních podmínkách použita receptura uvedená v normě AACC Method 10-54 (1995), která byla následně modifikována z hlediska obsahu mouky a sacharidů. Modifikace byla provedena nahrazením sacharózy uvedené v receptuře fruktózou, přičemž byl snížen i obsah soli o 1/3 vzhledem na přílišnou slanost sušenek.

S ohledem na obsah celozrnné mouky v celé řadě sušenek byl zjišťován vliv celozrnné mouky na tvorbu akrylamidu v modelovém systému, kdy bílá pšeničná mouka v receptuře byla úplně nahrazena moukou celozrnnou pšeničnou. Současně byly připraveny i modelové sušenky s obsahem fruktózy, bílé pšeničné mouky a celozrnné pšeničné mouky v poměru 3:10:3.

Z porovnání obsahu akrylamidu v modelových sušenkách připravených buď se sacharózou (podle normy AACC Method 10-54) nebo s fruktózou (Obr. 1) je patrné, že po nahrazení sacharózy fruktózou dochází ke zvýšení obsahu akrylamidu přibližně 6 krát. Sacharóza jako neredukující sacharid totiž nemůže s asparaginem reagovat přímo za vzniku akrylamidu, ale musí být nejprve převedena na reaktivní karbonylovou směs, jak uvádí ve své studii Claeys *et al.* (2005). V případě, že byl snížen obsah soli v receptuře s fruktózou o 1/3, nedošlo k žádné významné změně obsahu akrylamidu v modelových sušenkách.



Obr. 1 Porovnání obsahu akrylamidu v modelových sušenkách s různým složením sacharidů a typem mouk

Nahrazením bílé pšeničné mouky v receptuře sušenek s fruktózou moukou celozrnnou (Obr. 1), došlo ke zvýšení obsahu akrylamidu 2,5 krát. Tyto poznatky jsou ve shodě s výsledky studie **Capuana et al. (2009)**, kteří uvádí, že celozrnné a žitné mouky mohou přispět k tvorbě akrylamidu mnohem více než mouky pšeničné vzhledem k jejich vyššímu obsahu volného asparaginu. Výsledky byly zároveň potvrzeny stanovením obsahu asparaginu v moukách, kdy bílá pšeničná mouka obsahovala $118 \pm 19 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ asparaginu a celozrnná pšeničná mouka $254 \pm 9 \text{ mg/kg}$ asparaginu, tedy 2,2 krát více, což odpovídá zvýšení obsahu akrylamidu v modelových sušenkách.

Při úpravě poměru fruktózy, bílé pšeničné mouky a celozrnné pšeničné mouky (Obr. 1), kdy byl obsah fruktózy snížen v receptuře přibližně na polovinu a 1/3 bílé pšeničné mouky byla nahrazena moukou pšeničnou celozrnnou, došlo k téměř 2 násobnému zvýšení obsahu akrylamidu v sušenkách v porovnání se sušenkami s fruktózou. Výsledky tak ukazují, že druh sacharidů použitý při výrobě sušenek je velmi důležitý, ale jako významnější se v tomto případě jeví druh použité mouky, tedy spíše obsah asparaginu v nich, který je hlavním prekurzorem akrylamidu a přímo poskytuje páteř jeho molekule (**Stadler et al., 2004**).

ZÁVĚR

Druh použitého cukru má velmi významný vliv na tvorbu akrylamidu v sušenkách. Ovšem mnohem více se na tvorbě akrylamidu podílí mouka, jejíž obsah asparaginu, hlavního prekurzoru akrylamidu, je rozhodující pro jeho tvorbu v sušenkách. Tyto výsledky jsou důležité především z výživového hlediska, kdy fruktóza je hlavní složkou receptury sušenek pro diabetiky. Co se týče sušenek z celozrnné mouky, spotřebiteli jsou brány jako zdravější náhrada běžných sušenek. Z toho důvodu by měl být další výzkum možností eliminace akrylamidu zaměřen právě na potraviny se speciálním určením, u kterých byl identifikován zvýšený obsah akrylamidu.

LITERATURA

- AACC Method 10-54. 1995. *Approved Methods of Analysis*, 9th Ed. Method 10-54: Baking Quality of Cookie Flour—Micro Wire-Cut Formulation. AACC International.
- Acrylamide Toolbox 2011. *Food Drink Europe* [online]. 30. 9. 2011, pp. 1-47. From: http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/ciaa_acrylamide_toolbox09.pdf.
- BEDNÁRIKOVÁ A., CIESAROVÁ Z. 2012. Validation of HPLC-ESI-MS-MS method for acrylamide determination in bakery products (Comparison of simple and improved electrospray ionization). In *Chemické Listy*, 106, pp. 252-256.
- CIESAROVÁ, Z. 2005. Minimalizácia obsahu akrylamidu v potravinách. In *Chemické Listy*, 99, pp. 483-491.
- CAPUANO, E., FERRIGNO, A., ACAMPA, I., SERPEN, A., AÇAR, Ö. Ç., GÖKMEN, V., FOGLIANO, V. 2009. Effect of flour type on Maillard reaction and acrylamide formation during toasting of bread crisp model systems and mitigation strategies. In *Food Research International*, 42, pp. 1295-1302.
- CAPUANO, E., FOGLIANO, V. 2010. Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. In *Food Science and Technology*, 44, pp. 793-810.
- CLAEYS, W. L., DE VLEESCHOUWER, K., HENDRICKX, M. E. 2005. Kinetics of Acrylamide Formation and Elimination during Heating of an Asparagine – Sugar Model System. In *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2005, 53, pp. 9999-10005.
- KNOL, J. J., VAN LOON, W. A. M., LINSSEN, J. P. H., RUCK, A. L., VAN BOEKEL, M. A. J. S., VORAGEN, A. G. J. 2005. Toward a Kinetic Model for Acrylamide Formation in a Glucose–Asparagine Reaction System. In *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53, pp. 6133-6139.
- SPRINGER, M., FISCHER, T., LEHRACK, A., FREUND, W. 2003. Development of acrylamide in baked products. In *Getride*, 57, pp. 274–278.
- STADLER, R. H., ROBERT, F., RIEDIKER, S., VARGA, N., DAVIDEK, T., DEVAUD, S., GOLDMANN, T., HAU, J., BLANK, I. 2004. In-Depth Mechanistic Study on the Formation of Acrylamide and Other Vinylogous Compounds by the Maillard Reaction. In *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 52, pp. 5550-5558.

Poděkování: Tento příspěvek byl vytvořený realizací projektů „Vybudovanie HiTech centra pre výskum vzniku, eliminácie a hodnotenia prítomnosti kontaminantov v potravinách“ (ITMS 26240120013) a „Centrum excelentnosti pre kontaminujúce látky a mikroorganizmy v potravinách“ (ITMS 26240120024) na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Evropského fondu regionálneho rozvoje.

Kontaktní adresy:

Ing. Lucie Marková, Oddělení chemie a analýzy potravin, Výzkumný ústav potravinářský, Priemyselná 4, 324 75 Bratislava, Slovensko, e-mail: markova@vup.sk

Ing. Eva Basil, Oddělení chemie a analýzy potravin, Výzkumný ústav potravinářský, Priemyselná 4, 324 75 Bratislava, Slovensko, e-mail: basil@vup.sk

Ing. Alena Bednáriková, PhD., Oddělení chemie a analýzy potravin, Výzkumný ústav potravinářský, Priemyselná 4, 324 75 Bratislava, Slovensko

Ing. Kristína Kukurová, PhD., Oddělení chemie a analýzy potravin, Výzkumný ústav potravinářský, Priemyselná 4, 324 75 Bratislava, Slovensko, e-mail: kukurova@vup.sk

Ing. Zuzana Ciesarová, CSc., Oddělení chemie a analýzy potravin, Výzkumný ústav potravinářský, Priemyselná 4, 324 75 Bratislava, Slovensko, e-mail: ciesarova@vup.sk

prof. Ing. Peter Šimko, DrSc., Útvar ředitele, Výzkumný ústav potravinářský, Priemyselná 4, 324 75 Bratislava, Slovensko, e-mail: simko@vup.sk