

EXPOZICE AKRYLAMIDEM Z POTRAVIN V SR A ČR THE ACRYLAMIDE EXPOSURE FROM FOODS IN THE SLOVAK AND CZECH REPUBLICS

Lucie Marková, Kristína Kukurová, Zuzana Ciesarová, Peter Šimko

ABSTRACT

Acrylamide is a human neurotoxin and is also a mutagenic and genotoxic agent. The IARC classified acrylamide as a possible human carcinogen. Due to a wide occurrence of acrylamide in many staple cereal- and potato- based foods and coffee the exposure to acrylamide cannot be omitted. This study is focused on the evaluation of the first preliminary survey on the acrylamide exposure in Slovak and Czech Republics. A frequency and a distribution of consumption of food with a supposed higher acrylamide level during a day were ascertained and evaluated depending on gender, age, and nationality of consumers. Based on these data the exposure of various consumer groups was estimated. Cereal based snacks were identified as the most frequent source of acrylamide exposure in all consumers. The highest intake of acrylamide – app. 2.7 µg per kg of body weight daily – was observed in the group below 20, which is a result of higher consumption of biscuits. With an increasing age of consumers coffee becomes a major source of acrylamide intake. Distribution of consumption revealed biscuits, as a main contributor to acrylamide intake during a day, which is consumed besides main meal. Differences between acrylamide exposure in Slovak and Czech consumers cannot be evaluated correctly due to disproportions in numbers of respondents.

Key words: acrylamide, exposure, thermally treated foods

ÚVOD

Akrylamid je genotoxická, mutagenní, neurotoxická látka a Mezinárodní agenturou pro výzkum rakoviny IARC je akrylamid řazen do skupiny 2A, což jsou látky pro člověka pravděpodobně karcinogenní (Preston et al., 2008 a Mucci et al., 2003). Ale první epidemiologické údaje ze studií Hogervorst et al. (2008) ukazují souvislost mezi stoupajícím příjmem akrylamidu z potravin se zvyšujícím se rizikem rakoviny endometria a vaječníků a také spojitost s rakovinou ledvinových buněk.

Zdrojem expozice akrylamidu jsou zejména potraviny bohaté na redukující sacharidy a asparagin, který přímo poskytne páteř molekuly akrylamidu. V těchto potravinách vzniká během tepelné úpravy při teplotách vyšších než 120 °C a to především během Maillardových reakcí (Ciesarová, 2005 a Stadler et al., 2004). Široké změny obsahu akrylamidu jsou pozorovány nejen v různých potravinových kategoriích (viz Tab. 1), ale i v různých značkách potravin ze stejné kategorie (Friedman, 2003).

V současnosti nejsou k dispozici údaje o skutečném příjmu akrylamidu z potravin, protože odhad expozice akrylamidem ve střední Evropě nebyl doposud proveden. Tato studie se tedy zabývá průzkumem spotřeby vybraných potravin s předpokládaným zvýšeným obsahem akrylamidu a na základě dostupných nálezů akrylamidu v potravinových produktech byl vytvořen odhad příjmu akrylamidu u jednotlivých skupin spotřebitelů a distribuce příjmu akrylamidu během dne.

MATERIÁL A METODIKA

Pro stanovení průměrného denního příjmu akrylamidu byla použita metoda standardizovaného rozhovoru prostřednictvím dotazníku, přičemž byla použita částečně otevřená forma otázek, kdy odpovědi jsou předem dány, ale dotazovaný má možnost se ke své odpovědi ještě vyjádřit. Tato forma otázek tak umožňovala získat konkrétní fakta o frekvenci

konzumace vybraných potravin. Všechny výsledky získané z vyplněných dotazníků určených k vyhodnocení expozice akrylamidu byly zpracovány do elektronické formy pro snazší manipulaci a zpracování.

Dotazník byl zaměřen především na běžně konzumované potravinářské výrobky, u nichž se v průběhu tepelné přípravy předpokládá zvýšená tvorba akrylamidu. Seznam zvolených potravin je uveden v Tab. 1 a zároveň jsou zde u každého potravinářského výrobku uvedeny hodnoty obsahu akrylamidu a na základě dat zjištěných z dotazníků i průměrný denní příjem akrylamidu z nich.

Průzkum spotřebitelských zvyklostí byl uskutečněn na náhodné nereprezentativní skupině spotřebitelů. Celkově bylo osloveno 285 lidí s rozdílným vzděláním, zaměstnáním a z také různých okresů České a Slovenské republiky. Celkový počet dotazovaných byl tvořen 69 muži a 216 ženami a 41 dotazovaných pochází z České republiky, 237 ze Slovenské republiky a zbylých 7 dotazovaných bylo jiné národnosti.

Tabulka 1 Přehled dotazovaných potravin, obsah akrylamidu a jeho denní příjem z nich

Potraviny	Obsah akrylamidu [µg/g]		Příjem akrylamidu [µg/den]		Zdroj hodnot obsahu akrylamidu
	Min	Max	Min	Max	
Chléb konzumní	0,005	0,162	0,439	10,89	A, B
Extrudovaný chléb	0,005	0,916	0,022	3,353	A
Pečivo	0,018	0,050	1,187	28,567	A, C
Sladké pečivo	0,005	0,278	0,060	2,122	A, D, E
Topinka, pečený toast	0,030	3,200	0,302	32,189	B
Smažené bramborové hranolky	0,005	1,407	0,054	15,123	A
Pečené brambory	0,023		0,369		D
Smažené bramborové placky	0,532	0,692	1,058	1,378	F
Smažené bramborové chipsy	0,005	4,108	0,034	28,133	A
Solené opékané suchary (chlebové)	0,030	3,200	0,075	8,007	B
Slané snacky (tyčinky,...)	0,005	0,896	0,038	6,862	A
Kukuřičné křupky	0,005	0,032	0,009	0,057	A
Perník plněný	0,005	1,582	0,018	5,680	A, E
Perníčky s polevou	0,005	0,698	0,024	3,315	A, E
Medovník zdobený	0,401		0,087		A
Oplatky plněné	0,071	0,101	1,233	1,754	A, D
Piškoty	0,005	0,024	0,018	0,085	A
Sladké sušenky neplněné	0,016	2,561	0,656	104,985	D, E
Müsli tyčinky	0,005	0,070	0,026	0,364	A
Snídaňové cereálie	0,005	1,346	0,058	10,923	A, B, D
Káva	0,175	3,025	1,103	19,067	A
Kávoviny	0,050	0,070	0,048	0,068	B
Kakao	1,203		1,571		A
Horká čokoláda	0,032		0,061		D
Čokoláda	0,017		0,497		D
Čokoládový, čoko.–oříškový krém (nutela)	0,017		0,053		D

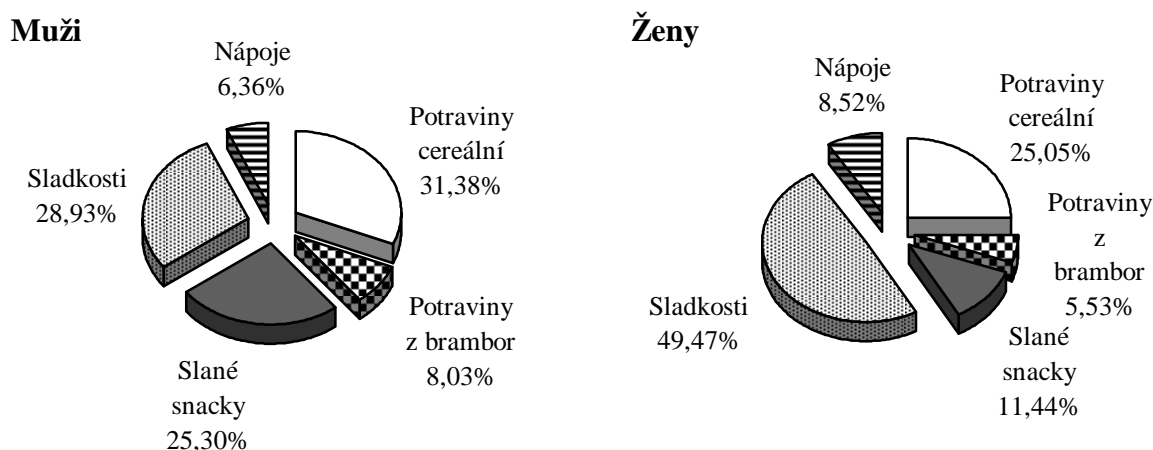
^ADatabáze údajů ŠVPS (2005-2008), ^BFAO/WHO (2002), ^CClaus et al. (2005), ^DFDA (2006), ^ESchneeweiss (2005), ^FCiesarová et al. (2008)

VÝSLEDKY A DISKUZE

Pro zjednodušení a zpřehlednění získaných výsledků byly potraviny rozděleny do 5 základních skupin:

1. **Potraviny cereální:** chléb konzumní a extrudovaný, pečivo, toasty,
2. **Jídla z brambor:** hranolky, pečené brambory, placky
3. **Slané snacky:** bramborové chipsy, slané tyčinky, suchary, kukuřičné křupky
4. **Sladkosti:** perníky, medovník, oplatky, sušenky, piškoty, müsli tyčinky, sníadaňové cereálie, čokoláda, nutela
5. **Nápoje:** káva, kávoviny, kakao, horká čokoláda

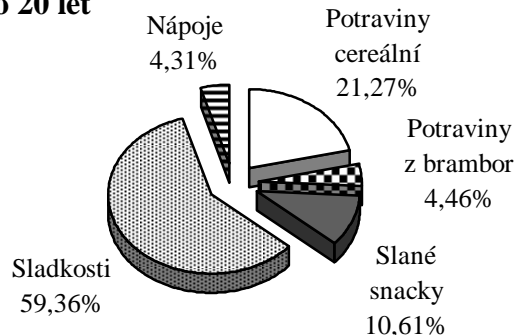
Při porovnání zatížení lidského organismu akrylamidem je patrný rozdíl v podílu jednotlivých potravin na celkovém denním příjmu akrylamidu u mužů a žen (Obr. 1). U mužů jsou hlavními zdroji akrylamidu potraviny cereální (31,38 %), dále také sladkosti (28,93 %) a slané snacky (25,30 %). U žen jsou dominantním zdrojem akrylamidu v každodenní stravě především sladkosti (49,47 %). Menším i když neméně důležitým zdrojem jsou i potraviny cereální (25,05 %).



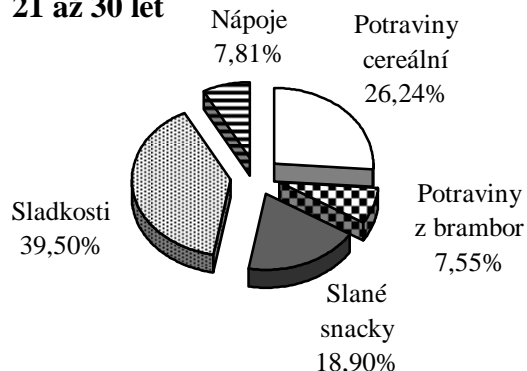
Obrázek 1 Podíl jednotlivých potravin v denním příjmu akrylamidu u mužů a žen

Velice zajímavé je i zastoupení potravin v denním příjmu akrylamidu s rostoucím věkem dotazovaných (Obr. 2). S přibývajícím věkem se mění především zastoupení sladkostí, kdy s rostoucím věkem dochází ke snížení jejich podílu v každodenní stravě. Naproti tomu dochází k nárůstu konzumace cereálních potravin a nápojů, tedy hlavně kávy (představuje téměř 90 % skupiny nápoje), která je významným zdrojem akrylamidu.

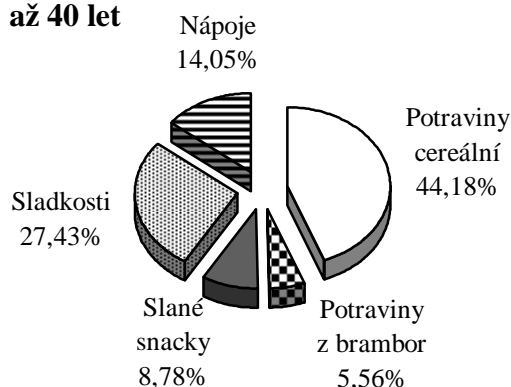
do 20 let



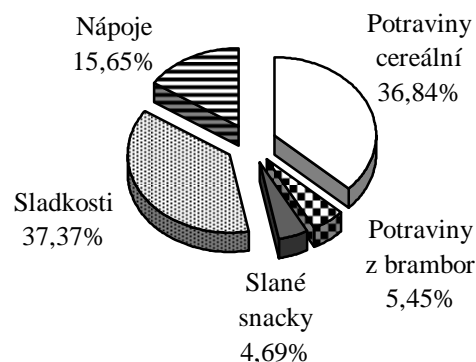
21 až 30 let



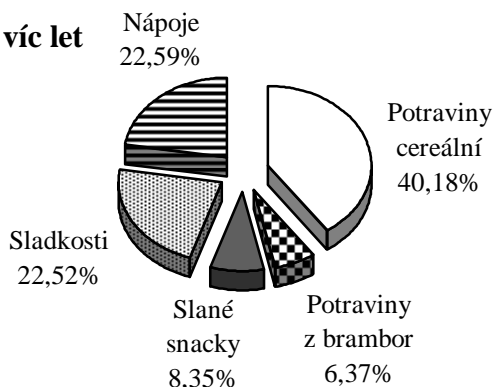
31 až 40 let



41 až 50 let

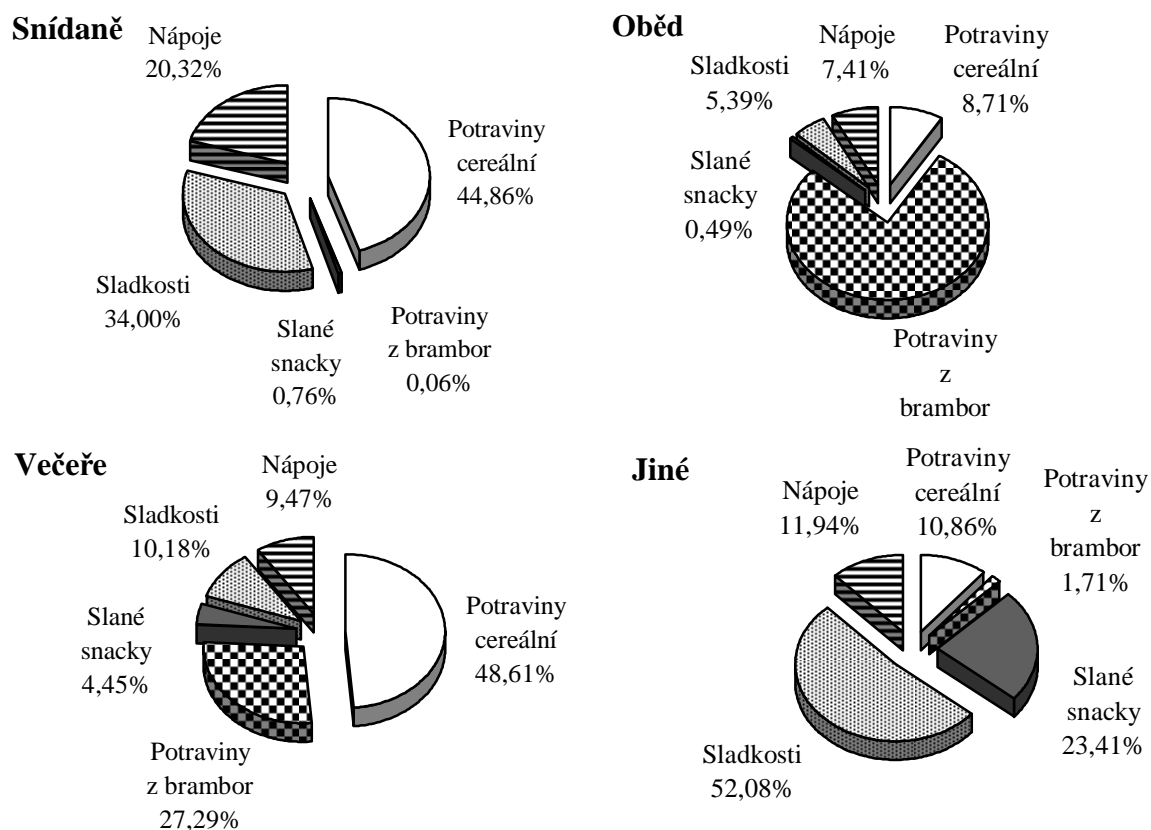


50 a víc let



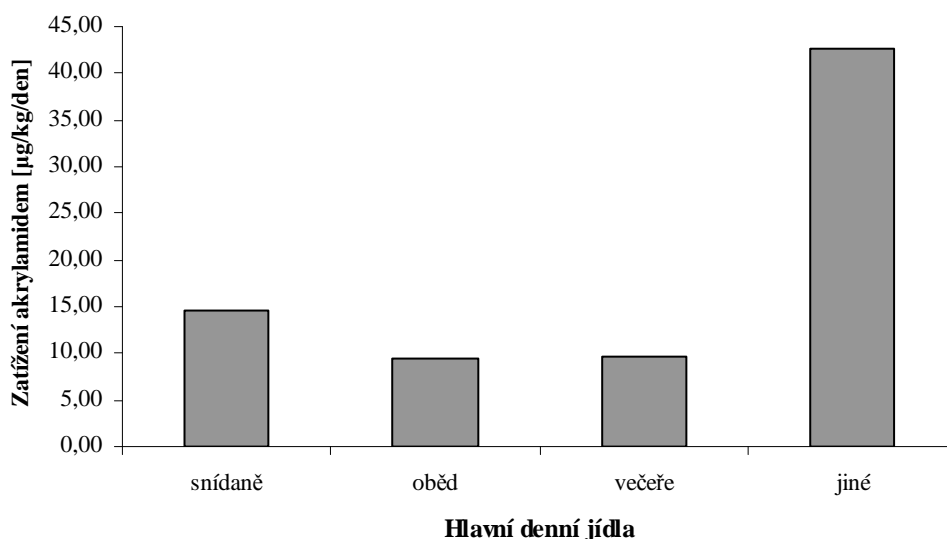
Obrázek 2 Změny v zastoupení potravin v denním příjmu akrylamidu se zvyšujícím se věkem

Výrazné ale očekávané rozdíly v podílu potravin na denním příjmu akrylamidu jsou také v hlavních denních jídlech (Obr. 3). Podle očekávání jsou hlavními zdroji akrylamidu při snídani cereální potraviny (44,86 %), sladkosti (34,00 %) a také nápoje (20,32 %). Během oběda velmi výrazně převládají potraviny z brambor (77,99 %), což také není nijak zvlášť překvapující vzhledem k tomu, že bramborové produkty jsou v současnosti nejrozšířenějšími přílohami. Při večeři dominují opět potraviny cereální (48,61 %) a v menší míře potraviny z brambor (27,29 %). Významnou měrou se na dennímu příjmu akrylamidu podílejí také sladkosti (52,08 %) a o něco méně i různé slané snacky (23,41 %). Ty jsou konzumovány ve značné míře především mimo hlavní jídla.

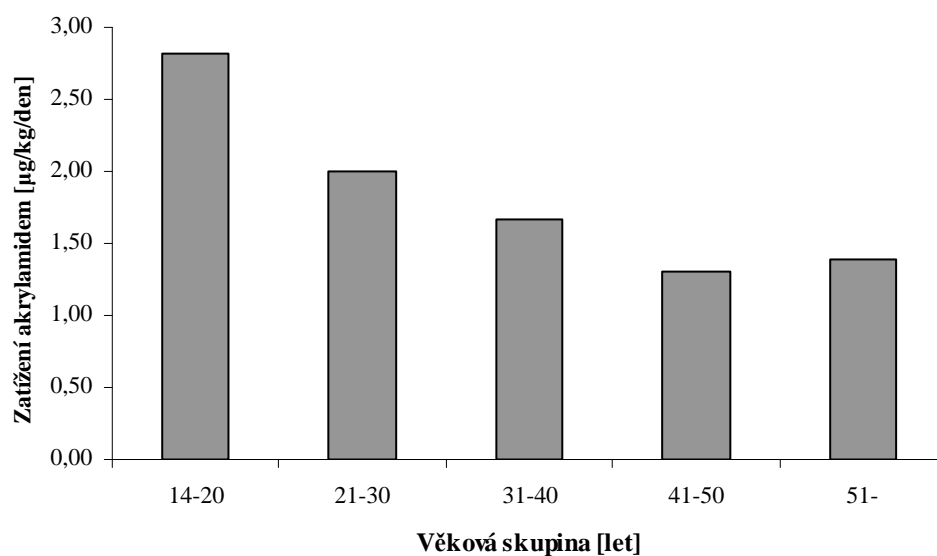


Obrázek 3 Procentické zastoupení potravin podílejících se na denním příjmu akrylamidu v hlavních denních jídlech

Pokud porovnáme zatížení lidského organismu akrylamidem v průběhu jednotlivých hlavních denních jídel (viz Obr. 4), lze vidět, že k nejvýraznějšímu zatížení dochází mimo hlavní jídla a to až 3x více než z jiných základních denních jídel. A jak vyplývá z Obr. 3, je lidský organismus zatížen právě akrylamidem přijatým ze sladkostí. Tyto výsledky potvrzuje i porovnání zatížení lidského organismu akrylamidem v závislosti na věku (Obr. 5), z čehož vyplývá, že zatížení akrylamidem se s rostoucím věkem snižuje, protože se s přibývajícím věkem snižuje konzumace sladkostí (viz Obr. 2), které jsou na základě předchozího porovnání nejvýznamnějším zdrojem akrylamidu.

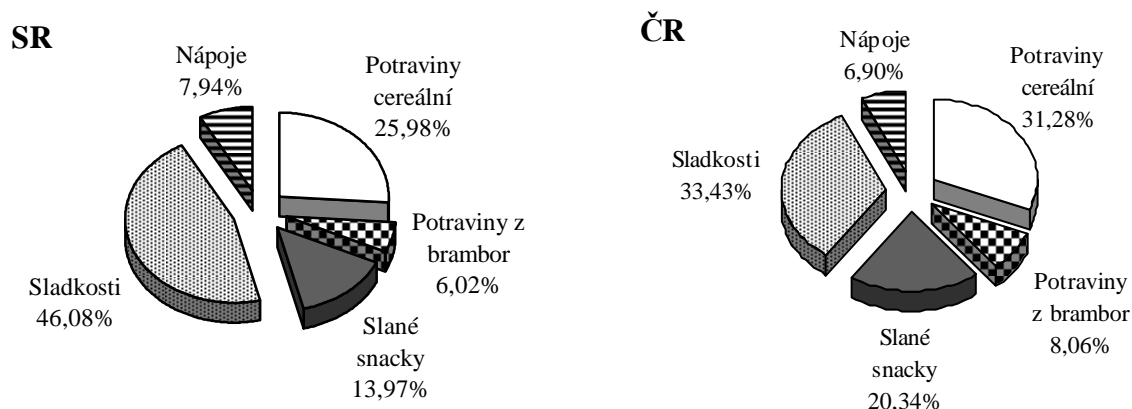


Obrázek 4 Zatížení lidského organismu akrylamidem v závislosti na hlavním denním jídle



Obrázek 5 Zatížení lidského organismu akrylamidem v závislosti na věku

Při srovnání podílu potravin na denním příjmu akrylamidu u dotazovaných původem z České a Slovenské republiky jsou také patrné rozdíly i když v menší míře (Obr. 6). Nejvýraznější rozdíl je v podílu konzumace sladkostí, kdy dotazovaní slovenského původu konzumují až o 13 % více sladkostí než dotazovaní české národnosti, v jejichž případě je naproti tomu zvýšená konzumace slaných snacků a to asi o 6 %. Toto porovnání je v tomto případě ale pouze pro zajímavost, protože ze strany dotazovaných s českou národností nemáme k dispozici dostatečné množství podkladů pro získání dostatečně přesných údajů.



Obrázek 6 Podíl jednotlivých potravin v denním příjmu akrylamidu u dotazovaných ze SR a ČR

ZÁVĚR

Ze studie stanovení expozice akrylamidem prostřednictvím dotazníku vyplývá, že u mužů a žen je zátěž organismu rozdílná, a že se mění i s přibývajícím věkem, kdy dochází postupně ke změně stravovacích návyků nejčastěji s ohledem na zdravotní a sociální důvody. Příjem akrylamidu se mění i s ohledem na denní dobu, kdy k nejvyššímu příjmu akrylamidu dochází mimo hlavní jídla. To je zvláště důsledkem konzumace nejrůznějších sladkostí, které jsou velmi významným zdrojem akrylamidu v každodenní stravě. I když dochází se zvyšujícím se věkem k poklesu konzumace sladkostí, což by mělo vést i k poklesu zatížení lidského organismu akrylamidem, je tento fakt vyvážen příjmem akrylamidu z kávy, jejíž konzumace se naopak s rostoucím věkem zvyšuje.

Z těchto výsledků tedy vyplývá, že je vhodné upravit své stravovací návyky tak, aby došlo k minimalizaci konzumace potravin s vysokým obsahem akrylamidu a tím i ke snížení denního příjmu akrylamidu ze stravy, který by v nadměrné míře mohl vést až ke vzniku rakovinného onemocnění. Tato studie je také výzvou pro snižování obsahu akrylamidu v potravinách aplikací dostupných a ověřených metod eliminace akrylamidu přípravy a produkce výsledných potravinářských produktů i jejich surovin.

LITERATURA

- CIESAROVÁ, Z., 2005. Minimalizácia obsahu akrylamidu v potravinách. *Chemické Listy*. 2005, 99, s. 483-491.
- CIESAROVÁ, Z., KUKUROVÁ, K., BEDNÁRIKOVÁ, A., MACHÁČKOVÁ, K., 2008. Acrylamide mitigation in cereal-based products by L-asparaginase addition. In: *Proc. ICC International Conference Bosphorus 2008*, Istanbul 24 - 26. April 2008, pp. 197.
- CLAUS, A., WEISZ, G. M., KAMMERER, D. R., CARLE, R., SCHIEBER, A., 2005. A method for the determination of acrylamide in bakery products using ion trap LC-ESI-MS/MS. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2005, 49, pp. 918-925.
- Databáze údajů Štátnej veterinárnej a potravinovej správy, Bratislava v letech 2005-2008.
- FAO/WHO, 2002. Health implications of acrylamide in food: report of a joint FAO/WHO consultation. *WHO Headquarters*. Geneva, Switzerland, 25-27 June 2002, pp. 1-35.
- FDA, 2006. Survey Data on Acrylamide in Food: Total Diet Study Results. U.S. Food and Drug Administration [online]. 2006, 2009-09-21 [cit. 2009-10-30]. Dostupné z: <<http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodContaminantsAdulteration/ChemicalContaminants/Acrylamide/ucm053566.htm#table4>>.

- FRIEDMAN, M., 2003. Chemistry, Biochemistry, and Safety of Acrylamide. A Review. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2003, 51, pp. 4504-4526.
- HOGERVORST, J. G., SCHOUTEN, L. J., KONINGS, E. J., GOLDBOHM, R. A., VAN DEN BRANT. P. A., 2008. Dietary acrylamide intake and the risk of renal cell, bladder, and prostate cancer. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*. 2008, 16, pp. 2304-2313.
- HOGERVORST, J. G., SCHOUTEN, L. J., KONINGS, E. J., GOLDBOHM, R. A., VAN DEN BRANT. P. A., 2008. A Prospective Study of Dietary Acrylamide Intake and the Risk of Endometrial, Ovarian, Breast Cancer. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2008, 87, pp. 1428-1438.
- MUCCI, L. A., DICKMAN, P. W., STEINECK, G., ADAMI, H.-O., AUGUSTSSON, K., 2003. Dietary acrylamide and cancer of the large bowel, kidney, and bladder: Absence of an association in a population-based study in Sweden. *British Journal of Cancer*. 2003, 88, pp. 84-89.
- PRESTON, A., FODEY, T., ELLIOTT, CH., 2008. Development of high-throughput enzyme-linked immunosorbent assay for the routine detection of the carcinogen acrylamide in food, via rapid derivatisation pre-analysis. *Analytica Chimica Acta*. 2008, 608, pp. 178-185.
- SCHNEEWEISS, P., 2005. Zpráva o výsledcích plánované kontroly cizorodých látek v potravinách v roce 2005: březen 2005. *Státní zemědělská a potravinářská inspekce* [online]. 2005 [cit. 2008-07-13], s. 1-34. Dostupné z: <<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1003004&docType=ART&nid=11386>>.
- 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. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2004, 52, pp. 5550-5558.

Poděkování

Tato práce byla vytvořena realizací projektu „Vybudovanie HiTech centra pre výskum vzniku, eliminácie a hodnotenia prítomnosti kontaminantov v potravinách“ na základe podpory operačného programu Výzkum a vývoj financovaného z Evropského fondu regionálneho rozvoje.

Kontaktní adresa:

Ing. Lucie Marková, Fakulta chemická, Vysoké učení technické, Purkyňova 464, 612 00 Brno, Česká republika, E-mail: luc.mark@centrum.cz

Ing. Kristína Kukurová, PhD. VUP Výskumný ústav potravinársky, Priemyselná 4, 824 75 Bratislava, Slovenská republika, Tel.: 02/50237208, E-mail: kukurova@vup.sk

Ing. Zuzana Ciesarová, CSc. VUP Výskumný ústav potravinársky, Priemyselná 4, 824 75 Bratislava, Slovenská republika, Tel.: 02/50237197, E-mail: ciesarova@vup.sk

Prof. Ing. Peter Šimko, DrSc. VUP Výskumný ústav potravinársky, Priemyselná 4, 824 75 Bratislava, Slovenská republika, Tel.: 02/50237135, E-mail: simko@vup.sk