

Zawartość akryloamidu w żywności w Polsce w świetle aktualnych zaleceń Unii Europejskiej

Acrylamide content in food in Poland in the light of current EU recommendations

HANNA MOJSKA^{1/}, IWONA GIELECIŃSKA^{1/}, KATARZYNA STOŚ^{1/}, MIROŚLAW JAROSZ^{2/}

^{1/} Zakład Żywności i Suplementów Diety Instytutu Żywności i Żywienia w Warszawie

^{2/} Zakład Żywienia i Dietetyki z Kliniką Chorób Metabolicznych i Gastroenterologii Instytutu Żywności i Żywienia w Warszawie

Wprowadzenie. W kwietniu 2002 r. Szwedzka Narodowa Agencja ds. Żywności po raz pierwszy opublikowała dane o wysokiej zawartości akryloamidu w żywności, przede wszystkim w produktach ziemniaczanych i zbożowych poddawanych obróbce termicznej. Ze względu na potencjalne niekorzystne działanie akryloamidu (neurotoksyczne, genotoksyczne, kancerogenne), Komisja UE w dniu 3 maja 2007 r. wydała zalecenie w sprawie monitorowania poziomów akryloamidu w żywności (Nr 2007/331/WE).

Cel. Ocena zawartości akryloamidu w żywności pobranej w Polsce w latach 2007-2009.

Materiał i metody. Materiał do badań stanowiło 399 próbek żywności pobranych na terenie całego kraju zgodnie z zaleceniem Komisji Nr 2007/331/WE. Oznaczenie zawartości akryloamidu wykonano metodami GCQ-MS/MS oraz LC-MS/MS.

Wyniki i wnioski. Najwyższą średnią zawartość akryloamidu stwierdzono w chipsach ziemniaczanych (714 µg/kg), najniższą natomiast w żywności dla niemowląt i małych dzieci w słoiczkach (55 µg/kg) oraz pieczywie pszenno-żytnim (31 µg/kg). Średnia zawartość akryloamidu w żywności w Polsce dla większości grup badanych produktów spełnia zalecenia Komisji UE. Jedynie w pojedynczych przypadkach wartości te są przekroczone.

Słowa kluczowe: akryloamid, żywność, badania monitoringowe, zalecenia Unii Europejskiej

Introduction. In April 2002 the Swedish National Food Administration for the first time published data about high content of acrylamide in food, especially in heat-treated potato and cereal products. In view of potential unfavourable (neurotoxic, genotoxic, carcinogenic) effects of acrylamide, on May 3rd 2007 the EU Commission made a recommendation on the monitoring of acrylamide levels in food (2007/331/EC).

Aim. The estimation of acrylamide content in food collected on the Polish market between 2007–2009.

Material and method. We analyzed the acrylamide levels in 399 samples of food randomly collected all over Poland according to the Commission Recommendation (2007/331/EC), using GCQ-MS/MS and LC-MS/MS methods.

Results and conclusions. The highest average level of acrylamide was found in potato crisps (714 µg/kg), and the lowest level – in jarred baby foods (55 µg/kg) and wheat-rye bread (31 µg/kg). The average acrylamide content in Polish food for the majority of analyzed product groups met the EU recommendations. The values were exceeded only in individual cases.

Key words: acrylamide, food, monitoring study, EU recommendations

© Probl Hig Epidemiol 2011, 92(3): 625-628

www.phie.pl

Nadesłano: 10.06.2011

Zakwalifikowano do druku: 09.07.2011

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr n. farm. Hanna Mojska

Instytut Żywności i Żywienia

ul. Powsińska 61/63, 02-903 Warszawa

tel.: 22 55 09 656, fax: 22 55 09 887, e-mail: hmojska@izz.waw.pl

Wprowadzenie

Akryloamid (CAS No. 79 06 1) jest monomerem od ponad 50 lat produkowanym przemysłowo jako substrat do syntezy polimerów poliakryloamidowych, które są szeroko stosowane w przemyśle chemicznym, kosmetycznym, papierniczym.

W kwietniu 2002 r. Szwedzka Narodowa Agencja ds. Żywności po raz pierwszy opublikowała dane o wysokiej zawartości akryloamidu w żywności, przede wszystkim w produktach ziemniaczanych i zbożowych poddawanych termicznemu przetwarzaniu oraz w kawie [1]. Akryloamid w żywności powstaje w wyniku

reakcji wolnej asparaginy z cukrami redukującymi (przede wszystkim glukozą i fruktozą) w wyniku reakcji Maillarda. Czynnikiem odgrywającym istotną rolę w tworzeniu się akryloamidu w żywności jest temperatura obróbki termicznej (> 120°C), niska wilgotność produktu i nieaktywna matryca, np. skrobia [2, 3].

Działanie neurotoksyczne akryloamidu stwierdzono u osób przemysłowo narażonych na ten związek [4-6]. Na podstawie badań na zwierzętach (myszy i szczury) oszacowano, że NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*) dla działania neurotoksycznego akryloamidu wynosi od 0,2 do 10 mg/kg m.c./dzień

[7]. U zwierząt doświadczalnych wykazano również działanie genotoksyczne i kancerogenne akryloamidu [8-12]. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem uznała akryloamid za związek prawdopodobnie rakotwórczy dla ludzi (2A) [13].

Ze względu na potencjalnie niekorzystne działanie akryloamidu, Komisja Unii Europejskiej wydała w dniu 3 maja 2007 r. zalecenie Nr 2007/331/WE w sprawie monitorowania poziomów akryloamidu w żywności [14].

Cel pracy

Ocena zawartości akryloamidu w żywności pobranej z rynku w Polsce w latach 2007-2009 zgodnie z zaleceniem Komisji (2007/331/WE).

Materiał i metody

Materiał do badań stanowiły próbki żywności pobrane przez pracowników Państwowej Inspekcji Sanitarnej w losowo dobranych punktach sprzedaży na terenie całego kraju. Łącznie, w latach 2007-2009, przebadano 399 produktów, w tym: chipsy ziemniaczane, frytki smażone gotowe do spożycia lub przygotowywane w warunkach domowych z mrożonych półproduktów, pieczywo, płatki kukurydziane, drobne suche ciasteczka, kawa palona, paluszki oraz produkty dla niemowląt i małych dzieci (ciasteczka, żywność w słoiczkach oraz kaszki zbożowe).

Jedną próbkę stanowiły co najmniej dwa opakowania produktu, pochodzące z tej samej partii produkcyjnej, w ilości nie mniejszej niż 1 kg. Próbki były pobierane zgodnie z rozporządzeniem Komisji Nr 2007/333/WE [15].

Badanie zawartości akryloamidu w żywności prowadzono dwoma metodami:

- metodą chromatografii gazowej sprzężonej z tandemową spektrometrią mas (GCQ-MS/MS) – próbki przebadane w latach 2007-2008 (134 próbek).
Próbkę około 2,4-5 g (w zależności od spodziewanego poziomu związku), do której dodano standard wewnętrzny – d3-akryloamid, ekstrahowano wodą, bromowano, oczyszczano jak to opisano wcześniej [16]. Analizę chromatograficzną wykonano na aparacie GCQ firmy Finnigan wyposażonym w detektor masowy z pułapką jonową oraz dozownik typu split/splitless. Próbkę w ilości 1 µl analizowano techniką MS/MS z wykorzystaniem EI (70 eV). Analizę zawartości akryloamidu prowadzono na kolumnie chromatograficznej Rtx-5 MS firmy Restek. Wynik został przyjęty jako średnia z trzech równoległych oznaczeń.
- metodą chromatografii cieczowej sprzężonej z tandemową spektrometrią mas (LC-MS/MS) – próbki przebadane w latach 2008-2009 (265 próbek).

Próbkę około 2,4-5 g (w zależności od spodziewanego poziomu związku), do której dodano standard wewnętrzny – d3-akryloamid, ekstrahowano wodą, oczyszczano roztworami Carreza I i Carreza II oraz na kolumnkach SPE, jak to opisano wcześniej [16]. Oznaczenia prowadzono na aparacie Ultra-Mate 3000 firmy Dionex sprzężonym ze spektrometrem mas 3200 QTrap firmy Applied Biosystems. Rozdział chromatograficzny przeprowadzono na kolumnie HYPERCARB firmy Thermo Scientific. Wynik został przyjęty jako średnia z dwóch równoległych oznaczeń. Wyniki zostały skorygowane o odzysk dla danego rodzaju żywności.

W obu metodach analizę prowadzono w obecności wzorca wewnętrznego – akryloamidu deuterowanego. Identyfikacja badanych związków została przeprowadzona na podstawie czasów ich retencji i widma masowego [16].

Zebrane dane opracowano statystycznie z wykorzystaniem komputerowego programu statystycznego Statistica ver. 6.

Wyniki i omówienie

Zawartość akryloamidu w produktach spożywczych przebadanych w ramach badań monitoringowych realizowanych w Polsce w latach 2007-2009 wahała się w szerokim zakresie od poniżej 10 do 2175 µg/kg produktu (tab. I).

Najwyższą średnią zawartość badanego związku stwierdzono w chipsach ziemniaczanych (714 µg/kg), a w następnej kolejności w grupie frytek smażonych, przygotowanych w laboratorium z mrożonych półproduktów (576 µg/kg) oraz frytek gotowych do spożycia, pobranych z barów i restauracji (402 µg/kg). W pojedynczych próbkach ww. produktów oznaczana zawartość akryloamidu wynosiła ponad 1000 µg/kg (chipsy ziemniaczane) i ponad 2000 µg/kg (frytki przygotowane z mrożonych półproduktów).

Jak wynika z tabeli I, średnia zawartość akryloamidu w pozostałych grupach produktów wahała się w zakresie pomiędzy 100 a 250 µg/kg (płatki kukurydziane, kaszki zbożowe dla niemowląt i małych dzieci, drobne suche ciasteczka oraz kawa palona) oraz poniżej 100 µg/kg (pieczywo pszenno-żytnie oraz żywność w słoiczkach dla niemowląt i małych dzieci). Należy zaznaczyć, że w grupie herbatników, biszkoptów oraz innych suchych ciasteczek stwierdzano pojedyncze próbki zawierające akryloamid w ilościach powyżej 1000 µg/kg.

Wśród przebadanych grup produktów spożywczych stwierdzono znaczne zróżnicowanie w zawartości akryloamidu, przy czym największe różnice stwierdzono w grupie frytek smażonych z mrożonych półproduktów oraz ciasteczek i paluszków, najmniej-

Tabela I. Zawartość akryloamidu w przebadanych produktach spożywczych, pobranych w ramach badań monitoringowych w latach 2007-2009
Table I. The average content of acrylamide in food products collected under the monitoring studies between 2007-2009

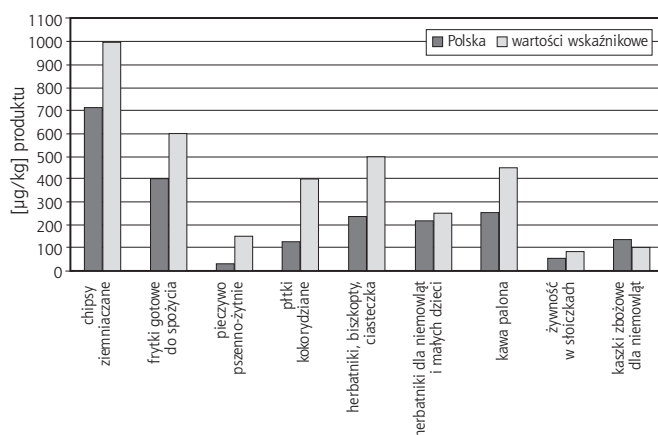
Lp. Grupa produktów /Product groups	Liczba próbek /Number of samples	Średnia zawartość akryloamidu /Average acrylamide content	Zakres zawartości akryloamidu /Scope of acrylamide content
		[$\mu\text{g}/\text{kg}$] $x \pm \text{SD}$	[$\mu\text{g}/\text{kg}$] min ÷ max
1. chipsy ziemniaczane /potato crisps	35	714 \pm 482	113 ÷ 1974
2. frytki gotowe do spożycia /French fries ready to eat	35	402 \pm 151	130 ÷ 735
3. frytki wstępnie smażone poddane obróbce termicznej zgodnie z zaleceniem producenta /pre-cooked French fries prepared according to producer's recommendation	35	576 \pm 458	157 ÷ 2175
4. pieczywo pszenno-żytnie /wheat-rye bread	42	31 \pm 26	< 10 ÷ 99
5. płatki kukurydziane /corn flakes	42	128 \pm 76	15 ÷ 414
6. herbatniki, biszkopty, suche ciasteczka, w tym dla niemowląt /biscuits, including infants biscuits	42	231 \pm 205	37 ÷ 1178
7. kawa palona /roasted coffee	42	250 \pm 146	61 ÷ 699
8. żywność dla niemowląt i małych dzieci w słoiczkach /jarred baby foods	42	55 \pm 36	< 25 ÷ 162
9. paluszki /salty sticks	42	227 \pm 161	62 ÷ 879
10. kaszki zbożowe dla niemowląt i małych dzieci /processed cereal-based baby food	42	138 \pm 67	17 ÷ 296

sze zaś w grupie frytek smażonych, gotowych do spożycia (tab. I).

Stwierdzone różnice mogą świadczyć o wpływie zarówno surowca, receptury produktu, jak i zastosowanego procesu technologicznego na zawartość akryloamidu w produkcie finalnym. Jak wynika z danych literaturowych oraz badań własnych autorów [17], wpływ surowca (odmiana ziemniaków, temperatura ich przechowywania) oraz obróbka technologiczna (wstępne moczenie, blanszowanie ziemniaków) ma szczególne znaczenie w przypadku chipsów i frytek ziemniaczanych.

W przypadku produktów zbożowych, wpływ na zawartość akryloamidu w produkcie finalnym ma zarówno zawartość askaraginy w surowcu, jak i czynniki recepturowe, np. zawartość skrobi, wilgotność, dodatek środków spulchniających.

Z uwagi na niekorzystne działanie akryloamidu, Komisja Europejska w styczniu 2011 r. wydała zalecenie w sprawie dochodzeń dotyczących poziomów akryloamidu w żywności [18]. Porównując uzyskane, z badań monitoringowych w latach 2007-2009, wyniki zawartości akryloamidu w żywności do tzw. wartości wskaźnikowych należy stwierdzić, że średnia zawartość akryloamidu w żywności w Polsce jest dla większości grup produktów niższa niż wartości wskaźnikowe podane w zaleceniu Komisji (ryc. 1). Jedynie w przypadku kaszek zbożowych dla niemowląt uzyskane wyniki zawartości akryloamidu są o około 40% wyższe w porównaniu z wartościami wskaźnikowymi. Należy jednak podkreślić, że we wszystkich badanych grupach, z wyjątkiem pieczywa świeżego, w pojedynczych próbkach produktów zawartość akryloamidu była wyższa niż wartości wskaźnikowe. Największy odsetek próbek, które nie spełniały zaleceń stwierdzono w grupie kaszek zbożowych dla nie-



Ryc. 1. Porównanie zawartości akryloamidu w produktach spożywczych pobranych w latach 2007-2009 w Polsce oraz wartości wskaźnikowych [18]

Fig. 1. Comparison of acrylamide content in food products collected between 2007-2009 in Poland with the guidance values [18]

owląt i małych dzieci (64,3%) oraz w grupie chipsów ziemniaczanych (25,7%) i żywności w słoiczkach dla niemowląt (21,4%).

Podsumowując, należy podkreślić, że średnia zawartość akryloamidu w większości grup badanych produktów spożywczych w Polsce spełnia zalecenia UE. Należy podkreślić jednak, że w pojedynczych próbkach stwierdzano zawartość akryloamidu przekraczającą wartości wskaźnikowe. Dlatego też producenci powinni podejmować dalsze działania mające na celu obniżanie zawartości badanego związku w produktach poprzez odpowiedni dobór surowców i modyfikację stosowanych procesów produkcji, a z drugiej strony edukowanie konsumentów, aby byli świadomi, jakie produkty należy wybierać, aby pobranie akryloamidu z ich dietą było jak najniższe.

Piśmiennictwo / References

1. SNFA. Swedish National Food Administration. Information about acrylamide in food. <http://www.slv.se/engdefault.asp>
2. Mottram DS, Wedzicha BL, Dodson AT. Food chemistry: acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nature* 2002, 419: 448-449.
3. Stadler RH, Scholz G. Acrylamide: An update on current knowledge in analysis, levels in food, mechanisms of formation, and potential strategies of control. *Nutr Rev* 2004, 62: 449-467.
4. He FS, Zhang SL, Wang HL, et al. Neurological and electroneuromyographic assessment of the adverse effects of acrylamide on occupationally exposed workers. *Scand J Work Environ Health* 1989, 15: 125-129.
5. Hagmar L, Tornqvist M, Nordander C, et al. Health effects of occupational exposure to acrylamide using hemoglobin adducts as biomarkers of internal dose. *Scand J Work Environ Health* 2001, 27: 219-226.
6. European Chemicals Agency: Member State Committee support document for identification of acrylamide as a substance of very high concern because of its CMR properties. 2009. http://echa.europa.eu/doc/candidate_list/svhc_supdoc_acrylamide_publication.pdf
7. WHO. Summary report of the sixty-fourth meeting of the Joint FAO/WHO expert committee on food additive (JECFA). Rome, 2005. ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/jecfa64_summary.pdf
8. Granath FN, Vaca CE, Ehrenberg LG, Tornqvist MA. Cancer risk estimation of genotoxic chemicals based on target dose and multiplicative mode. *Risk Anal* 1999, 19: 309-320.
9. Bull RJ, Robinson M, Laurie RD, et al. Carcinogenic effects of acrylamide in Sencar and A/J mice. *Cancer Res* 1984, 44: 107-111.
10. Friedman MA, Duak LH, Stedham MA. A lifetime oncogenicity study in rats with acrylamide. *Fundam Appl Toxicol* 1995, 27: 95-105.
11. Johnson KA, Gorzinski SJ, Bodnar KM, et al. Chronic toxicity and oncogenicity study on acrylamide incorporated in the drinking water of Fischer 344 rats. *Toxicol Appl Pharmacol* 1986, 85: 154-168.
12. Scientific Committee on Food: Opinion of the on new finding regarding the presence of acrylamide in food. SCF/CS/CNTM/CONT/4 Final. 3 July 2002. Brussels, Belgium http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out131_en.pdf
13. International Agency for Research on Cancer: Some Industrial Chemicals. International Agency for Research on Cancer: Lyon, France 1994, <http://www.iarc.fr/ENG/Databases/index.php>
14. Zalecenie Komisji z dnia 3 maja 2007r. w sprawie monitorowania poziomów akryloamidu w żywności (2007/331/EC). Dz.U. L 123 z 12.5.2007: 33-40.
15. Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 333/2007 z dnia 28 marca 2007 r. ustanawiające metody pobierania próbek i metody analiz do celów urzędowej kontroli poziomów ołowiu, kadmu, rtęci, cyny nieorganicznej, 3-MCPD i benzo[a]piranu w środkach spożywczych. Dz.U. L 88 z 29.3.2007: 29-38.
16. Mojska H, Gielecińska I, Małecka K. Oznaczanie zawartości akryloamidu w produktach ziemniaczanych metodą GC-MS/MS oraz LC-MS/MS. *Roczn PZH* 2010, 61(3): 237-242.
17. Mojska H, Gielecińska I, Marecka D, Kłys W. Badania nad wpływem składników surowcowych i czynników technologicznych na poziom akryloamidu we frytkach ziemniaczanych. *Roczn PZH* 2008, 59(2): 163-172.
18. Zalecenie Komisji Europejskiej z dnia 10 stycznia 2011 r. w sprawie dochodzeń dotyczących poziomów akryloamidu w żywności.