

*Agnieszka Tajner-Czopek, Elżbieta Rytel, Agnieszka Kita,
Anna Pęksa, Joanna Miedzianka*

WPŁYW PARAMETRÓW OBRÓBKİ TERMICZNEJ NA ZAWARTOŚĆ AKRYLAMIDU W WYBRANYCH PRZETWORACH ZIEMNIACZANYCH

Katedra Technologii Rolnej i Przechowywania, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Kierownik: dr hab. *J. Błażewicz*, prof. nadzw.

Procesy suszenia stosowane w czasie produkcji suszu ziemniaczanego oraz przy sporządzaniu frytek mają wpływ na kształtowanie ilości akrylamidu w gotowych produktach. Niezależnie od temperatury obróbki termicznej, wyższą zawartością akrylamidu charakteryzował się susz ziemniaczany w porównaniu z frytkami.

Hasła kluczowe: akrylamid, suszenie, susze ziemniaczane, frytki, smażenie
Key words: acrylamide, drying, dried potato, French fries, frying

Badania nad zawartością toksycznego akrylamidu (AA) w wysokoskrobiowych produktach żywnościowych, prowadzone są przez naukowców już od pewnego czasu. Nadal jednak istnieje potrzeba określenia zawartości tego związku w produktach ziemniaczanych (tj. frytki i susze). We frytkach ze względu na ciągle rosnące spożycie tych przekąsek, przez dzieci i młodzież (1), a w suszach ponieważ stosowane są jako dodatek do knedli, klusek, pałeczek ziemniaczanych (2,3) szczególnie chętnie zjadanych przez dzieci. Na bazie suszy ziemniaczanych powstają również placki ziemniaczane, frytki oraz czipsy z ciasta tzw. "Chipsletten", które podlegają procesom tj. smażenie lub pieczenie. Obróbka termiczna typu smażenie, pieczenie, prażenie, suszenie i grillowanie, prowadzona w temperaturze powyżej 120°C powoduje powstanie akrylamidu (4,5).

Proces produkcji suszu ziemniaczanego składa się z następujących etapów: blanszowania, suszenia oraz podsuszania, natomiast do procesu technologicznego otrzymywania frytek zaliczane są: blanszowanie, podsuszanie, podsmażanie i smażenie (2,3). Spośród wymienionych procesów termicznych, szczególnie suszenie i smażenie (ze względu na wysokie temperatury) mają wpływ na kształtowanie zawartości akrylamidu w suszach i we frytkach. Procesy te powodują obsychanie (zwiększenie suchej masy) powierzchni suszonego i smażonego ziemniaka, co ma wpływ na wzrost ilości akrylamidu w gotowym produkcie (6). Najwięcej tego związku powstaje, gdy wilgotność materiału wynosi 10-20% (7).

Obniżenie zawartości akrylamidu w gotowych produktach, możliwe jest przy zastosowaniu prawidłowo przeprowadzonych zabiegów technologicznych (8,9) związanych m.in. z doborem odpowiedniego czasu, a zwłaszcza temperatury pro-

cesu (8). Użycie do przerobu odmian ziemniaków, których bulwy charakteryzują się niską zawartością cukrów redukujących - czynnik limitujący poziom powstającego AA (7), warunkują również niższą ilość akrylamidu w gotowym produkcie (5).

Frytki oraz susz ziemniaczany, powinny charakteryzować się nie tylko odpowiednimi cechami organoleptycznymi (ze względu na coraz bardziej wymagających konsumentów), ale również niskim poziomem akrylamidu, ze względu na bezpieczeństwo zdrowotne żywności.

Celem pracy było określenie wpływu temperatury suszenia przy sporządzaniu suszu ziemniaczanego oraz temperatury smażenia frytek na zawartość akrylamidu w gotowych produktach.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem użytym do badań były ziemniaki odmiany Innovator, pochodzące z przechowalni zakładu produkcyjnego, z okolic Wrocławia. Ziemniaki odmiany Innovator są powszechnie wykorzystywane do produkcji frytek w Polsce i krajach Unii Europejskiej, a ze względu na odpowiedni skład chemiczny bulw mogą być przeznaczone do sporządzenia suszu. Ziemniaki odmiany Innovator charakteryzowały się właściwą suchą masą (20,09%) i zawartością skrobi (15,60%), niską ilością cukrów ogółem i korzystnie niskim poziomem cukrów redukujących w bulwie - 0,12%.

Ziemniaki do czasu rozpoczęcia analiz przetrzymano w temperaturze 15°C. Próby ziemniaków podzielono na trzy części: pierwszą z przeznaczeniem do analiz w surowcu, drugą do sporządzenia suszu ziemniaczanego i trzecią do przygotowania frytek.

Susz ziemniaczany sporządzono z obranych ziemniaków, które po pokrojeniu blanszowano w wodzie (75°C/20min.), schłodzono (20°C) oraz parowano (100°C/20-30 min.). Uparowane ziemniaki podzielono na trzy części i suszono (temp. 130°C, 150°C i 165°C przez 2 godziny), kolejno próby dosuszano (50°C przez 14 godzin) do wilgotności 8-10%.

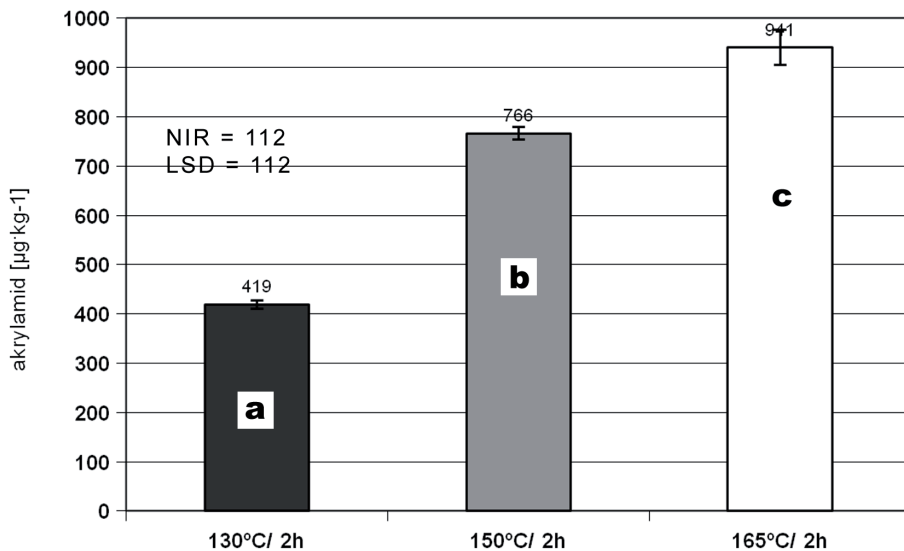
Frytki sporządzono z ziemniaków metodą jednostopniowego smażenia. Bulwy pokrojono na słupki o wymiarach 1x1cm opłukano, a następnie blanszowano w wodzie (temp. 75°C/10min.). Po osuszeniu frytki smażyono w oleju rzepakowym, stosując temperatury (130°C, 150°C i 175°C) i odpowiednio dobrane czasy smażenia (10 min., 8,5 min., 6,5 min.).

W ziemniakach oznaczono suchą masę – metodą suszarkową w temperaturze 105°C, zawartość skrobi metodą *Eversa-Grossfelda* w modyfikacji *Hadorna-Bifera* oraz zawartość cukrów ogółem i redukujących - metodą redukcyjną *Nizowkina-Jemielianowej*. W gotowym suszu i we frytkach oznaczono ilość akrylamidu metodą chromatograficzną (aparaturę HPLC/MS/MS), opracowaną przez *Rosén* i *Hellenäs* (4), a zmodyfikowaną w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu (10,11). Oceny dokładności metody oznaczania zawartości akrylamidu dokonywano przez określenie odzysku. Uzyskany na podstawie badań odzysk dla frytek smażonych w wyżej wymienionych temperaturach wahał się w zakresie od 95-104% (10).

Uzyskane wyniki badań poddano obliczeniom statystycznym przy użyciu programu Statistica 10.0. Przeprowadzono jednokierunkową analizę wariancji i wyznaczone grupy homogeniczne za pomocą testu *Duncana* (na poziomie istotności $p \leq 0,05$).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Proces suszenia w zakładzie produkcyjnym ziemniaków prowadzony jest w temperaturze 130-180°C, w zależności od rodzaju produkowanego suszu (12). Tak wysoka temperatura może mieć wpływ na kształtowanie zawartości akrylamidu w gotowym produkcie. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wraz ze wzrostem temperatury suszenia ziemniaków, poziom toksycznego związku zwiększał się. Podwyższenie temperatury procesu ze 130°C do 165°C spowodowało istotny wzrost zawartości AA w suszu - o około 55% (ryc.1). Poziom akrylamidu w suszu poddanym działaniu temperatury 150°C był około 45% wyższy w porównaniu z produktem, suszonym w 130°C oraz o około 19% niższy w porównaniu z próbami ze 165°C. Zawartość AA w suszu, suszonym w temperaturze od 130°C do 165°C kształtowała się w zakresie od 419 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do 941 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (ryc.1.). Według FDA (13) zawartość akrylamidu w suszu ziemniaczanym, stanowiącym dodatek do zupy cebulowej, wynosiła 1184 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.



a,b,c - grupy homogeniczne; a,b,c - homogenous groups

odchylenie standardowe - SD (n=6); standard deviation - SD (n=6)

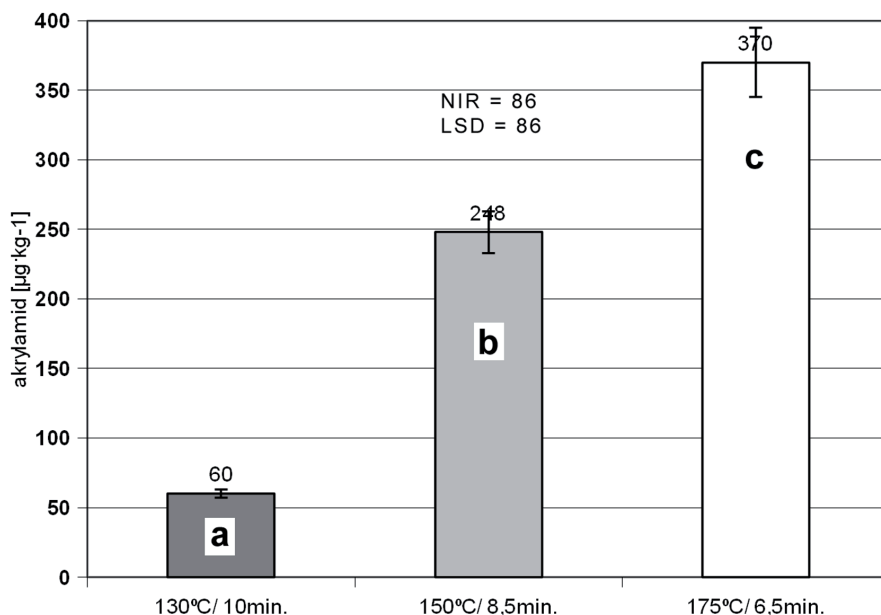
NIR - najmniejsza istotna różnica (test *Duncana* $P \leq 0,05$); LSD - least significant differences (*Duncan's* test, $P \leq 0.05$).

Ryc. 1. Zawartość akrylamidu w suszu ziemniaczanym w zależności od temperatury suszenia

Fig. 1. The Acrylamide content in dried potato as dependent on the temperature of drying process

NIR-najmniejsza istotna różnica (test *Duncana* $P \leq 0.05$); LSD -least significant differences (Duncan's test, $P \leq 0.05$).

Na rycinie 2 przedstawiono wyniki oznaczenia zawartości akrylamidu we frytkach w zależności od temperatury i czasu smażenia. Wraz ze wzrostem temperatury smażenia frytek zawartość AA zwiększała się.



a,b,c -grupy homogeniczne; a,b,c - homogenous groups
odchylenie standardowe - SD (n=6); standard deviation - SD (n=6)

Ryc. 2. Zawartość akrylamidu we frytkach z zależności od temperatury i czasu smażenia
Fig. 2. The Acrylamide content in French fries as dependent on the temperature and time of frying

Podwyższenie temperatury procesu ze 130°C/10 min. do 175°C/6,5 min. spowodowało wzrost ilości akrylamidu o około 84% w gotowym produkcie, natomiast ze 150°C/8.5 min. do 175°C/6,5 min. o około 33%. *Brunton* i współpr. (14) podają, że wraz ze wzrostem temperatury smażenia ze 150°C do 190°C, zawartość AA we frytkach zwiększyła się o około 86%. *Tajner* i współpr. (9) podają, że obniżenie temperatury smażenia o 15°C (ze 190°C do 175°C) obniżyło ilość akrylamidu o ponad 30%.

Zawartość badanego związku we frytkach kształtowała się w zakresie od 60 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do 370 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (ryc.2), przy czym ilość akrylamidu uzyskana w próbach smażonych w temperaturze 175°C/6,5 min. kształtowała się na stosunkowo niskim

poziomie. *Friedman* (5) podaje, że zawartość akrylamidu we frytkach może się kształtować w szerokim zakresie 200-12000 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, *Mojska* i współpr. (15) podają wartości 63-2175 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, EFSA (1) określa jego ilość na poziomie 900 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast *Tajner-Czopek* (11) podaje, że zawartość AA we frytkach smażonych w temperaturze 175°C wahała się w zakresie 319-875 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

W procesie produkcji suszu ziemniaczanego, podczas suszenia, stosowana jest wysoka temperatura, której działanie jest kilkunastokrotnie dłuższe, w porównaniu z podobnymi temperaturami stosowanymi w procesie smażenia frytek. Stąd też zawartość akrylamidu w suszu ziemniaczanym była wyraźnie wyższa w porównaniu z jego ilością we frytkach.

WNIOSKI

1. Ziemniaki odmiany Innovator charakteryzowały się odpowiednim składem chemicznym bulw wymaganym przy produkcji frytek oraz suszu ziemniaczanego.

2. Podwyższenie temperatury smażenia ze 130°C do 175°C spowodowało wzrost ilości akrylamidu we frytkach o około 84%, przy czym próby smażone w najwyższej temperaturze charakteryzowały się stosunkowo niskim poziomem akrylamidu (370 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

3. Zawartość akrylamidu w suszu ziemniaczanym suszonym w temperaturze 165°C była o około 55% wyższa, w porównaniu z produktem sporządzonym w temperaturze 130°C.

4. Niezależnie od temperatury obróbki termicznej, wyższą zawartością akrylamidu charakteryzował się susz ziemniaczany w porównaniu z frytkami.

A. Tajner – Czopek, E. Rytel, A. Kita, A. Pęksa, J. Miedzińska

THE INFLUENCE OF PARAMETERS OF THERMAL TREATMENT ON ACRYLAMIDE CONTENT IN SELECTED PROCESSED POTATO PRODUCTS

Summary

The aim of this study was to determine the influence of drying temperature in the preparation of dried potato and of frying temperature in the French fries preparation on the acrylamide content in ready product. The material used for the experiment was the samples of potato tubers of Innovator variety. They were divided into three parts: for raw material analysis, for dried potatoes and French fries potatoes processing. For drying process samples of cooked tubers became destined. They were dried in the temperatures of 130°C, 150°C and 165°C temperature, for 2 hours. French fries were prepared by one-step of frying in rapeseed oil, heated up to the temperatures (130°C, 150°C and 175°C) during 10, 8.5 and 6.5 minutes of frying, respectively. The dry matter, starch, total and reducing sugars content were determined in potato tubers. The dry matter and acrylamide content were determined in dried potato and French fries. Acrylamide content was measured using a chromatographic apparatus HPLC/MS/MS.

It was stated that potato tubers of Innovator variety, characterized of suitable chemical composition of the tubers, which is required for the production of French fries and dried potato. Increasing of frying temperature from 130°C to 175°C caused of the amount of acrylamide in French fries by about 84%, the samples

fried in the highest temperatures were characterized by relatively low levels of acrylamide ($370 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$). The content of acrylamide in the samples dried in the temperature of 165°C was about 55% higher, compared with the product prepared in the temperature of 130°C . Regardless the heat treatment temperature, samples of dried potato contained more acrylamide than it was stated in obtained French fries.

PIŚMIENNICTWO

1. *EFSA Scientific Report*: Result on acrylamide levels in food from monitoring years 2007-2009 and exposure assessment. Parma, Italy, 2011;9(4):1-48.-2. *Lisińska G., Leszczyński W.*: Potato Science and Technology. Elsevier Applied Science. London. New York. 1989;1-391.-3. *Lisińska G., Pęksa A., Kita A., Rytel E., Tajner-Czopek A.*: The Quality of Potato for Processing and Consumption., In: Yee N., Bussell W. (Eds.), 2009; Potato IV; Food 3; (Special Issue 2):99-104.-4. *Rosén J., Hellenäs K.E.*: Analysis of acrylamide in cooked foods by liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Analyst.*, 2002;127:880-882.-5. *Friedmann M.*: Chemistry, biochemistry, and safety of acrylamide. A review. *J. Agric. Food Chem.*, 2003;51:4504-4526.-6. *Matthäus B., Haase N.U., Vosmann K.*: Factors affecting the concentration of acrylamide during deep-fat frying of potatoes. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2004;106:793-801.-7. *Claeys W.L., De Vleeschouwer K., Hendrickx E.*: Quantifying the formation of carcinogens during food processing: acrylamide. *Trends Food Sci. Technol.*, 2005;16:181-193.-8. *Romani S., Bacchiocca M., Rocculi P., Dala Rosa M.*: Effect of frying time on acrylamide content and quality aspects of French fries. *Eur. Food Res. Technol.*, 2008; 226(3): 555-560.-9. *Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G.*: Zawartość akrylamidu we frytkach w zależności od temperatury i czasu smażenia. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.*, 2008;530:371-379.-10. *Tajner-Czopek A., Kita A., Aniolowski K., Lisińska G.*: Determination of acrylamide content in fried potato products. *New Concepts in Food Evaluation. Nutraceuticals, Analyses, Consumer.* Ed. by T. Trziszka & M. Oziębłowski.; 2009: 281-289.
11. *Tajner-Czopek A.*: Wpływ zabiegów technologicznych na właściwości frytek ziemniaczanych i zawartość akrylamidu. *Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.*; 2011:1-86.-12. *Rytel E., Pęksa A., Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G.*: Anti-nutritional compounds in potatoes, depending on the type of raw material and conditions of processing potatoes into food products., In: Yee N., Bussell W.T. (Eds.), 2011; Potato V; Food 5; (Special Issue 1):15-22.-13. *FDA (Food and Drug Administration)*. Survey data on acrylamide in food: individual food products., 2011. <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety>.-14. *Brunton N. P., Gormley R., Sinn M., Butler F., Cummins E., O'Keefe M.*: Effect of pre-treatments, frying temperature and oven re-heating on the acrylamide content and quality characteristics of French fries from „Rooster“ potato tubers. In: Yee N. Bussell W. (ed.), 2009; Potato IV; FOOD; 3; (Special Issue 2):76-81.-15. *Mojska H., Gielecińska I., Marecka D., Szponar L., Świdarska K.*: Ogólnopolskie badania zawartości akryloamidu w żywności. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2008; XXXXI(3): 848-853.

Adres: 51-630 Wrocław, ul. Chelmońskiego 37/41.