

AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK

ELŻBIETA RYTEL

AGNIESZKA NEMŚ

Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Zawartość akrylamidu w wybranych produktach ziemniaczanych w zależności od użytego surowca

The acrylamide content in some potato products depending on the raw material

Celem pracy było określenie wpływu dwóch odmian ziemniaka użytych do sporządzenia frytek, kostki ziemniaczanej i suszu z ziemniaka gotowanego (puree) na zawartość akrylamidu w gotowych produktach. Stwierdzono, że ziemniaki badanych odmian charakteryzowały się odpowiednim składem chemicznym bulw, wymaganym przy produkcji frytek oraz kostki ziemniaczanej i suszu przeznaczonego na puree. Zawartość akrylamidu w przetworach ziemniaczanych zależała od użytej odmiany ziemniaka i związanej z nią zawartością cukrów redukujących w bulwie. Z ziemniaków odmiany Innovator o niższej zawartości cukrów redukujących w bulwie, otrzymano puree o około 36% niższym poziomie akrylamidu, kostkę ziemniaczaną o około 29% i frytki o około 15% mniejszej ilości tego związku, w porównaniu z produktami otrzymanymi z ziemniaków odmiany Santana. Niezależnie od zastosowanej w badaniach odmiany ziemniaka, najniższą zawartością akrylamidu charakteryzowały się frytki ($349\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), a najwyższą susz z ziemniaka gotowanego — puree ($1156\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Słowa kluczowe: akrylamid, frytki, kostka ziemniaczana, susz z ziemniaka gotowanego (puree), odmiana ziemniaka

The aim of this study was to determine the effect of two potato varieties used in the preparation of French fries, dehydrated potato dice and dehydrated potato (puree) on the acrylamide content in ready product. It was stated that potato tubers of two varieties were of suitable chemical composition, which is required for the production of French fries, dehydrated potato dice and puree. The acrylamide content in processed potato products depended on the used potato variety and the related reducing sugars content in its tubers. Puree prepared from tubers of potato variety Innovator with a lower content of reducing sugars contained 36% lower levels of acrylamide, dehydrated potato — 29% and French fries — 15% less of this compound in comparison with products obtained from potato of variety Santana. Regardless of the potato variety which was used in the study, the lowest acrylamide content was in French fries ($349\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) and the highest in puree ($1156\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Key words: acrylamide, French fries, dehydrated dice potato, dehydrated potato (puree), potato variety

WSTĘP

Badania związane z powstawaniem akrylamidu (AA) w żywności wysokowęglowodanowej, ogrzewanej w temperaturach powyżej 120°C prowadzone są intensywnie dopiero od 2002 roku, kiedy szwedzcy naukowcy ogłosili wyniki dotyczące zawartości tego związku i jego szkodliwości (grupa 2A) dla organizmu człowieka (IARC, 1994; Rosèn i Hellenäs, 2002; Friedman i Levin, 2008).

Do żywności wysokowęglowodanowej zaliczane są produkty ziemniaczane, tj. frytki i chipsy czy susze w postaci kostki, grysu, płatków, itp., w trakcie produkcji, których może tworzyć się akrylamid (AA) (Friedman, 2003; Weissnar i in., 2004; Rytel i in., 2012).

Szczególnie duże ilości tego związku stwierdzono w przetworach uzyskanych po usmażeniu ziemniaka w oleju, tj.: frytki i chipsy (Friedman, 2003; Friedman i Levin, 2008). Zawartość akrylamidu we frytkach może wahać się w szerokich granicach od 63 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Mojska i in., 2008) do 3240 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Bekas i in., 2009). Niepokojący jest fakt, że przekąski te cieszą się ciągle rosnącą popularnością, zwłaszcza wśród dzieci i młodzieży (EFSA, 2011). Generalnie produkty sporządzone z ziemniaka, w ostatnich latach zyskały coraz większe zainteresowanie ze strony konsumentów, ze względu na możliwość łatwego i szybkiego przygotowania z nich potraw w domu. Ponieważ w literaturze naukowej, nadal jest niewiele informacji na temat zawartości akrylamidu w suszu ziemniaczanym, (brak jest informacji na temat zawartości tego związku w kostce ziemniaczanej), tym bardziej powinna być określona ilość powstającego AA w tych produktach.

Ze względu na stwierdzoną szkodliwość akrylamidu, istnieje potrzeba ciągłej kontroli ilości tego związku w przetworach ziemniaczanych, tym bardziej, że w trakcie ich produkcji stosowana jest obróbka termiczna w wysokiej temperaturze, w czasie smażenia frytek, suszenia kostki ziemniaczanej, czy puree (suszu z ziemniaków gotowanych).

Zastosowanie odpowiednich parametrów w procesie technologicznym produkcji frytek i suszu ziemniaczanego ma wpływ na kształtowanie zawartości AA w gotowym produkcie. W pierwszej kolejności należy jednak zwrócić uwagę na dobór surowca przeznaczonego do przerobu. Wybór odpowiedniej odmiany ziemniaka, charakteryzującej się niską zawartością cukrów redukujących (glukozy i fruktozy) w bulwie jest istotnym czynnikiem limitującym ilość powstającego akrylamidu w gotowym produkcie (Amrein i in., 2003). Ponieważ zawartość cukrów w bulwach jest mało stabilną cechą ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa spożywczego, dlatego ich poziom musi być w sposób ciągły kontrolowany (Lisińska i in., 2009). Ziemniaki przeznaczone do przetwórstwa spożywczego powinny charakteryzować się niską zawartością cukrów w bulwie bezpośrednio po ich spręczeniu z pola, jak również po długotrwałym okresie przechowywania (Zgórska, 2005; Zgórska i Grudzińska, 2010). Intensywność gromadzenia cukrów w bulwie w czasie ich przechowywania jest w dużym stopniu uzależniona od odmiany ziemniaka (Mozolewski 2000; Mozolewski, 2003; Zgórska, 2005). Możliwość wykorzystania do przerobu odmian typu „cold storage”, które charakteryzują się niską zawartością cukrów w bulwie bezpośrednio po spręczeniu z pola, jak i niskim ich nagromadzeniem w czasie przechowywania (Grudzińska, 2007), prowadzi do otrzymania

produktów ziemniaczanych charakteryzujących się niższą zawartością akrylamidu, w porównaniu do typowych odmian ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa.

Uwzględnienie przede wszystkim czynników surowcowych, jak i technologicznych w procesie otrzymywania frytek, kostki ziemniaczanej i puree, może prowadzić do obniżenia ilości AA w gotowym produkcie. Powinny być stale prowadzone badania nad sposobem, który skutecznie wyeliminuje lub zmniejszy zawartość akrylamidu, powstającego w produktach ziemniaczanych, bez pogorszenia jakości gotowego produktu.

Celem pracy było określenie wpływu dwóch odmian ziemniaka użytych do sporządzenia frytek, kostki ziemniaczanej i suszu z ziemniaka gotowanego (puree) na zawartość akrylamidu w gotowych produktach.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem użytym do badań były bulwy dwóch wczesnych odmian ziemniaka: Innovator i Santana, pochodzące z zakładu produkującego frytki, z sezonu wegetacyjnego 2010 roku. Ziemniaki do czasu rozpoczęcia analiz przechowywano w temperaturze 15°C. Próby ziemniaków każdej odmiany podzielono na cztery części: z przeznaczeniem do oznaczeń w surowcu, do sporządzenia frytek, do przygotowania suszonej kostki ziemniaczanej oraz suszu z ziemniaka gotowanego (puree).

W bulwach ziemniaka oznaczono suchą masę — metodą suszarkową w temperaturze 105°C do stałej masy (AOAC, 1995), zawartość skrobi metodą Eversa-Grossfelda w modyfikacji Hadorna-Bifera (Leszczyński, 1975) oraz cukrów ogółem i redukujących — metodą redukcyjną Nizowkina-Jemielianowej (Jarosz in., 1955).

Frytki sporządzono z ziemniaków metodą jednostopniowego smażenia. Bulwy pokrojono, przy użyciu mechanicznej krawalnicy, na słupki o wymiarach 10×10mm, które opłukano wodą, a następnie blanszowano w wodzie o temperaturze 75°C przez 10minut. Po osuszeniu frytki smażyono w oleju rzepakowym w temperaturze 170°C w czasie 7,5 minuty.

Kostkę ziemniaczaną sporządzono z obranych bulw ziemniaka, które po pokrojeniu (10×10×10 mm), przy użyciu mechanicznej krawalnicy, blanszowano w wodzie (75°C/5min.) i suszono w temperaturze 160°C przez 1 godzinę, a następnie dosuszano w temperaturze 50°C przez 8–10 godzin, do wilgotności 10–12%.

Susz z ziemniaka gotowanego (puree) sporządzono z obranych ziemniaków, po pokrojeniu, blanszowano w wodzie (75°C/20min.), następnie schłodzono (20°C) oraz parowano (100°C/20–30 min.). Uparowane ziemniaki suszono w temperaturze 160°C, przez 2 godziny i dosuszano w temperaturze 50°C przez 12–14 godzin, do wilgotności 8–10%.

We frytkach, w kostce ziemniaczanej oraz w puree oznaczono zawartość akrylamidu metodą chromatograficzną przy użyciu aparatu pomiarowego typu HPLC/MS/MS. Oznaczenie ilości akrylamidu w produktach ziemniaczanych wykonano zgodnie z metodą opracowaną przez Rosén i Hellenäs (2002), a zmodyfikowaną w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu (Tajner-Czopek i in., 2009; Tajner-Czopek, 2011). Całość doświadczenia prowadzono w trzech powtórzeniach technologicznych.

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

WYNIKI I DYSKUSJA

Zastosowane w doświadczeniu odmiany ziemniaka: Innovator i Santana są powszechnie stosowane w przetwórstwie spożywczym do produkcji frytek w krajach Unii Europejskiej (Zgórska, 2003; Zgórska, 2010, Zgórska i Grudzińska, 2010), ze względu na odpowiedni skład chemiczny bulw. Tym samym mogą one być przeznaczone również do sporządzenia suszu ziemniaczanego różnego rodzaju.

Stwierdzono, że badane odmiany ziemniaka charakteryzowały się zbliżoną suchą masą (21,97% — odmiana Innovator i 21,07% — odmiana Santana) i zawartością skrobi 16,60% i 16,21% oraz istotnie różną zawartością cukrów redukujących i ogółem. Ziemniaki odmiany Innovator zawierały w bulwie mniejszą ilość cukrów ogółem — 0,38% i redukujących - 0,12%, w porównaniu z ziemniakami odmiany Santana — 0,47% i 0,20% (tab. 1). Sucha masa ziemniaków przeznaczonych do produkcji frytek powinna mieścić się w zakresie 20–23%, skrobi 15–17%, cukrów redukujących poniżej 0,3%, a nawet 0,25% (Lisińska i in., 2009; Zgórska i Grudzińska, 2010). Natomiast ziemniaki przeznaczone do sporządzenia suszu, powinny charakteryzować się suchą masą kształtującą się w zakresie 20–25%, zawartością skrobi 15–19%, zawartością sumy cukrów poniżej 1% oraz redukujących — poniżej 0,5%, a nawet 0,25% (Zgórska i Grudzińska, 2010). Ziemniaki odmiany Innovator i Santana charakteryzowały się składem chemicznym bulw zgodnym z wymaganiami stawianymi surowcowi przeznaczonemu do produkcji frytek oraz suszu.

Tabela 1

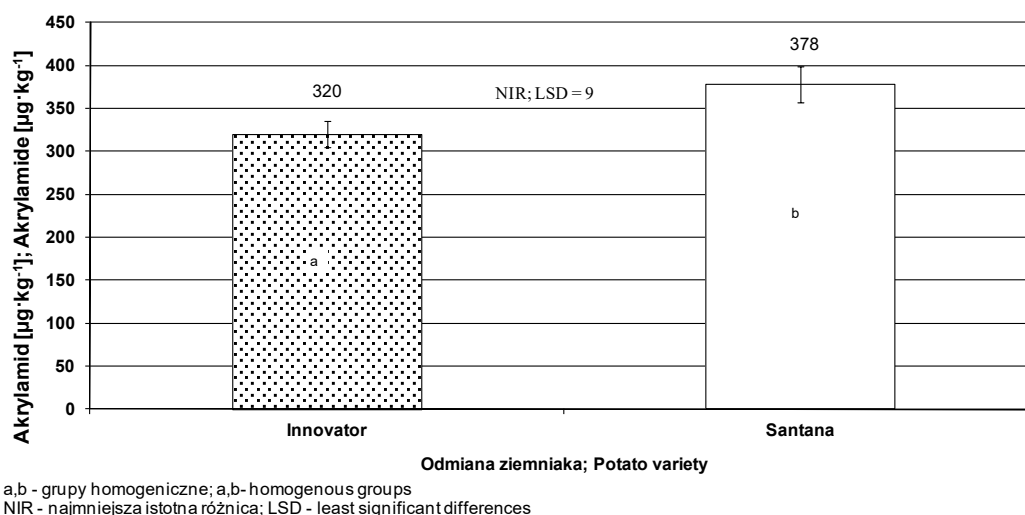
Skład chemiczny bulw ziemniaka dwóch odmian
Chemical composition of potato tubers of two varieties

Odmiana ziemniaka Potato variety	Sucha masa Dry matter	Zawartość skrobi Starch content (%)	Zawartość cukrów ogółem Total sugar content	Zawartość cukrów redukujących Reducing sugar content
Innovator	21,97a	16,60a	0,38a	0,12a
Santana	21,07a	16,21a	0,47b	0,20b
NIR; LSD	1,0	0,41	0,05	0,03

a,b — grupy homogeniczne; a,b — homogenous groups

NIR — najmniejsza istotna różnica; LSD — least significant difference

Wyniki zawartości akrylamidu we frytkach sporządzonych z bulw ziemniaka dwóch odmian zamieszczono na (rys. 1). Frytki sporządzone z ziemniaków odmiany Innovator (typ „cold storage”), które zawierały niższą ilość cukrów redukujących w bulwie, w porównaniu z odmianą Santana, charakteryzowały się stosunkowo niską zawartością akrylamidu ($320 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$). Gotowy produkt sporządzony z ziemniaków odmiany Innovator zawierał o około 15% mniej akrylamidu, w porównaniu z frytkami sporządzonymi z ziemniaków odmiany Santana.



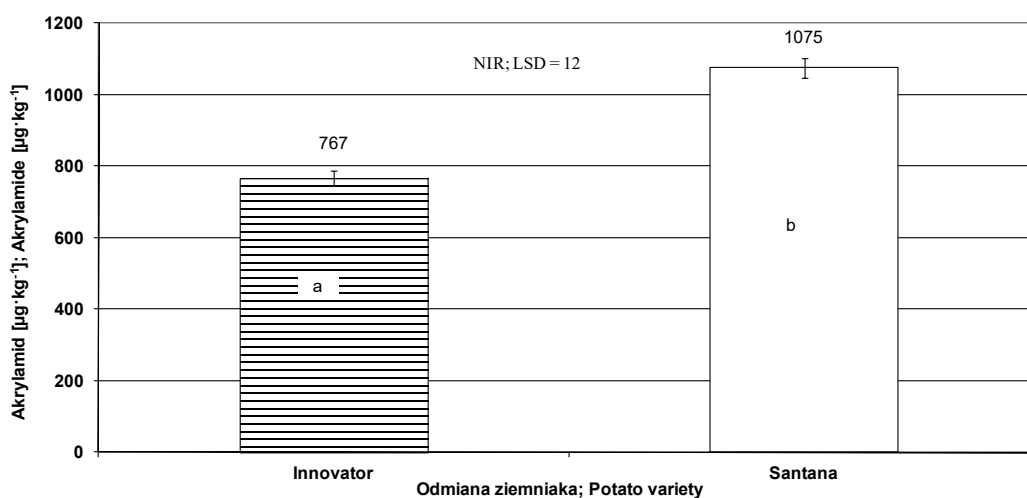
Rys. 1. Zawartość akrylamidu we frytkach sporządzonych z bulw ziemniaka dwóch odmian
Fig. 1. The acrylamide content in French fries prepared from potato tubers of two varieties

Tajner-Czopek i in. (2010) podają, że zawartość akrylamidu we frytkach sporządzonych z ziemniaków odmiany Innovator kształtowała się na poziomie $284 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ i była ona istotnie niższa (średnio o około 27%) w porównaniu z próbami sporządzonymi z ziemniaków odmiany Agnes i Felsina. Tajner-Czopek (2011) podaje, że zastosowanie do przerobu na frytki ziemniaków odmiany Innovator (typ „cold storage”), pozwala na uzyskanie gotowego produktu o stosunkowo niskiej zawartości akrylamidu.

Zawartość cukrów redukujących w bulwie ziemniaka odgrywa istotną rolę w kształtowaniu zawartości akrylamidu w gotowym produkcie (Friedman, 2003; Friedman i Levin, 2008; De Wilde, 2006). Podwyższona ilość tych związków w bulwie wpływa na zintensyfikowanie przebiegu reakcji Maillarda, a tym samym na podwyższenie ilości AA w gotowym produkcie (De Wilde, 2006), który poddany został obróbce termicznej w czasie jego sporządzania (Gókmen i Palazoglu, 2008).

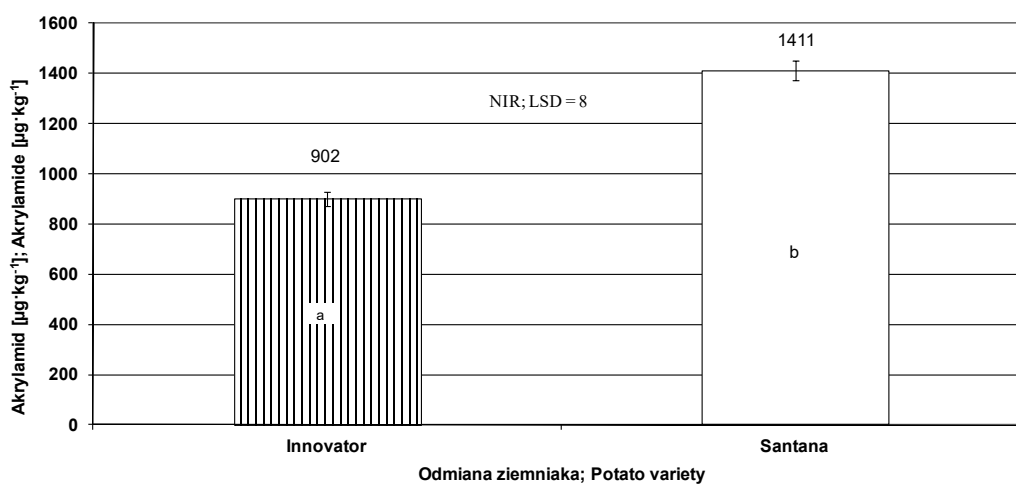
Użyta do produkcji suszonych przetworów ziemniaczanych odmiana ziemniaka miała wpływ na ilość wytworzonego akrylamidu.

Kostka ziemniaczana sporządzona z ziemniaków odmiany Innovator, zawierających niższą ilość cukrów redukujących w bulwie, charakteryzowała się niższą o około 29% zawartością akrylamidu, w porównaniu z gotowym produktem otrzymanym z ziemniaków odmiany Santana (rys. 2). Zawartość tego związku w kostce ziemniaczanej kształtowała się w zakresie od $767 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (odmiana Innovator) do $1075 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (odmiana Santana). W literaturze naukowej brak jest informacji na temat zawartości akrylamidu w suszonej kostce ziemniaczanej.



a,b - grupy homogeniczne; a,b- homogenous groups
 NIR - najmniejsza istotna różnica; LSD - least significant differences

Rys. 2. Zawartość akrylamidu w kostce ziemniaczanej sporządzonej z bulw ziemniaka dwóch odmian
Fig. 2. The acrylamide content in dehydrated potato dice prepared from potato tubers of two varieties

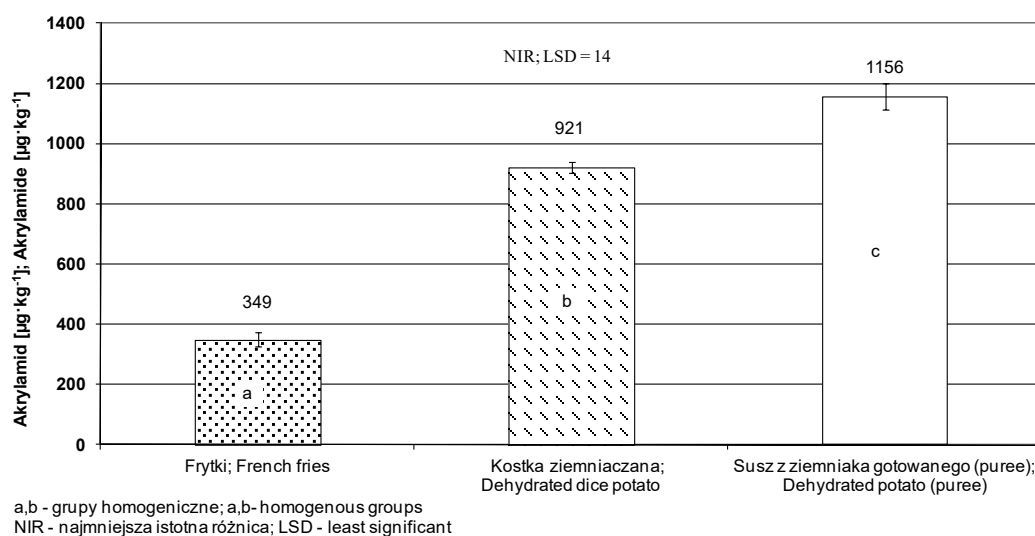


a,b - grupy homogeniczne; a,b- homogenous groups
 NIR - najmniejsza istotna różnica; LSD - least significant differences

Rys. 3. Zawartość akrylamidu w suszu z ziemniaka gotowanego (puree) sporządzonym z bulw ziemniaka dwóch odmian
Fig. 3. The acrylamide content in dehydrated potato (puree) prepared from potato tubers of two varieties

Susz z ziemniaka ugotowanego (puree) sporządzony z bulw odmiany kumulującej niższą ilość cukrów, zawierał o około 36% mniej szkodliwego związku w porównaniu do suszu otrzymanego z ziemniaków odmiany Santana (rys. 3). Zawartość akrylamidu w badanym suszu wahała się w granicach od $902\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $1411\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ w zależności od użytej odmiany. Z danych FDA (2011) wynika, że zawartość akrylamidu w suszu ziemniaczanym, stanowiącym dodatek do zupy cebulowej wynosiła $1184\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Natomiast Weisshaar (2004) podaje, że ilość akrylamidu w suszu ziemniaczanym waha się w zakresie od $2000\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $12000\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Na rysunku 4 przedstawiono wyniki zawartości akrylamidu w przetworach ziemniaczanych (średnia odmian). Stwierdzono, że niezależnie od zastosowanej w badaniach odmiany ziemniaka, najniższą zawartością akrylamidu charakteryzowały się frytki ($349\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).



Rys. 4 Zawartość akrylamidu w produktach ziemniaczanych (średnia odmian)

Fig. 4. The acrylamide content in potato products (mean for potato varieties)

W kostce ziemniaczanej ilość tego związku kształtowała się na poziomie $921\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast w puree wynosiła $1156\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Produkty ziemniaczane tj. frytki, kostka ziemniaczana i susz z ziemniaków gotowanych zróżnicowane są pod względem wielkości i kształtu, a także obróbki termicznej stosowanej w czasie ich sporządzania (smażenie frytek, czy suszenie ziemniaków), co może mieć wpływ na kształtowanie zawartości AA. Stwierdzono, że im badany produkt był mniejszego rozmiaru, tym charakteryzował się większą ilością akrylamidu. Taubert i in. (2004) podają, że zawartość akrylamidu związana jest z rozmiarem produktu. Wraz z większym jego rozmiarem, zmniejsza się stosunek powierzchni produktu do jego objętości, w związku z czym, relatywnie mniejsza powierzchnia próby jest bezpośrednio ogrzewana i powstaje mniejsza ilość akrylamidu. W

związku z tym, prawdopodobnie dlatego frytki zawierały mniejszą ilość akrylamidu, niż bardziej rozdrobniona kostka ziemniaczana i jeszcze drobniejsze puree.

WNIOSKI

1. Ziemniaki badanych odmian charakteryzowały się odpowiednim składem chemicznym bulw, wymaganym przy produkcji frytek oraz kostki ziemniaczanej i suszu przeznaczonego na puree.
2. Zawartość akrylamidu w przetworach ziemniaczanych zależała od użytej odmiany ziemniaka i związanej z nią zawartością cukrów redukujących w bulwie.
3. Z ziemniaków odmiany Innovator o niższej zawartości cukrów redukujących w bulwie, otrzymano susz na puree o około 36% niższym poziomie akrylamidu, kostkę ziemniaczaną o około 29% i frytki o około 15% mniejszej ilości tego związku, w porównaniu z produktami otrzymanymi z ziemniaków odmiany Santana.
4. Niezależnie od zastosowanej w badaniach odmiany ziemniaka, najniższą zawartością akrylamidu charakteryzowały się frytki ($349\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), a najwyższą susz z ziemniaka gotowanego na puree ($1156\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

LITERATURA

- Amrein T. M., Bachman S., Noti A., Biedermann M., Ferraz Bardosa M., Biedermann Brem S., Grob K., Keiser A., Realini P., Escher F., Amado R. 2003. Potential of acrylamide formation, sugars, and free asparagine in potatoes: a comparison of cultivars and farming system. *J. Agric. Food Chem.* 51: 5556 — 5560.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Bekas W., Kowalska D., Łobacz M., Kowalski B. 2009. Pobór akryloamidu w diecie przez przedstawicieli wybranej grupy pracowników umysłowych. *Bromat. Chem. Toksykol.* XLII, 3: 491 — 497.
- De Wilde T., De Meulenaer B., Mestdagh F., Govaert Y., Ooghe W., Fraselle S., Demeulemeester K., Van Peteghem C., Calus A., Degroodt J.-M., Verhé R. 2006. Selection criteria for potato tubers to minimize acrylamide formation during frying. *J. Agric. Food Chem.* 54: 2199 — 2205.
- EFSA Scientific Report. 2011. Result on acrylamide levels in food from monitoring years 2007-2009 and exposure assessment. Parma, Italy. 9 (4):1 — 48.
- FDA (Food and Drug Administration). 2011. Survey data on acrylamide in food: individual food products. <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety>.
- Friedman M. 2003. Chemistry, biochemistry, and safety of acrylamide. A review. *J. Agric. Food Chem.* 51: 4504 — 4526.
- Friedman M., Levin C. E. 2008. Review of methods for the reduction of dietary content and toxicity of acrylamide. *J. Agric. Food Chem.* 56, (15): 6113 — 6140.
- Gökmen V., Palazoğlu T. K. 2008. Acrylamide formation in foods during thermal processing with a focus on frying. *Food Bioprocess Technol.* 1: 35 — 42.
- Grudzińska M. 2007. Stabilność cech technologicznych i konsumpcyjnych bulw ziemniaka w czasie przechowywania. Praca doktorska., Koszalin.
- IARC — International Agency for Research on Cancer., 1994. Acrylamide. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemical to Humans. Lyon, France. IARC 60: 389 — 433.
- Jaroszk K., Muszkat T., Skibniewski C., Suchodolski J., Urbański M. 1955. Kontrola produkcji w przemyśle spirytusowym. WPLiS, Warszawa.
- Leszczyński W. 1975. Krytyczna ocena metod oznaczania zawartości skrobi w bulwach ziemniaka. *Przem. Ferm. Rol.* 19, (11): 22 — 24.
- Lisińska G., Pęksa A., Kita A., Rytel A., Tajner-Czopek A. 2009. The quality of potato for processing and consumption. *Food. Potato IV.* 3, Special Issue 2: 99 — 104.

- Mojska H., Gielecińska I., Marecka D., Szponar L., Świdrska K. 2008. Ogólnopolskie badania zawartości akryloamidu w żywności. *Bromat. Chem. Toksykol.* XXXXI. 3: 848 — 853.
- Mozolewski W. 2000. Przydatność odmian ziemniaka do przetwórstwa w zależności od czasu przechowywania. Cz II. Wpływ czasu przechowywania ziemniaków na ich przydatność do wyrobu frytek. *Biul. IHAR.* 213: 269 — 274.
- Mozolewski W. 2003. Badania związków między jakością odmian ziemniaka a jakością czipsów i frytek. *Rozprawy i monografie.* Wyd. UWM Olsztyn.: 1 — 64.
- Rosén J., Hellenäs K.E. 2002. Analysis of acrylamide in cooked foods by liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Analyst.* 127: 880 — 882.
- Rytel E., Kułakowska K., Nemš A. The effect of chips processing on the content of toxic compounds. *Ital. J. Food Sci.* (w druku).
- Tajner-Czopek A. 2011. Wpływ zabiegów technologicznych na właściwości frytek ziemniaczanych i zawartość akrylamidu. *Monografie CXX.* Wyd. UP we Wrocławiu. 1 — 86.
- Tajner-Czopek A., Kita A., Aniołowski K., Lisińska G. 2009. Determination of acrylamide content in fried potato products. *New Concepts in Food Evaluation. Nutraceuticals, Analyses, Consumer.* Ed. by T. Trziszka & M. Oziębłowski. 281 — 289.
- Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G., Pęksa A., Rytel E. 2010. Zawartość akrylamidu we frytkach sporządzonych z różnych odmian ziemniaka. *Biul. IHAR.* 257/258: 237 — 244.
- Taubert D., Harlfinger S., Henkes L., Berkels R., Schoming E. 2004. Influence of processing parameters on acrylamide formation during frying of potatoes. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 2735 — 2739.
- Weisshaar R. 2004. Acrylamide in heated potato products—analytics and formation routes. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 106: 786 — 792.
- Zgórska K. 2003. Przydatność odmian ziemniaka do przetwórstwa na cele spożywcze. *Ziemniaki – nowe wyzwania.* 35 — 37.
- Zgórska K. 2010. Wszechstronność wykorzystania bulw ziemniaka. *Ziemn. Pol.* 2: 52 — 55.
- Zgórska K. 2005. Zmiany cech technologicznych bulw ziemniaka w czasie przechowywania. *Ziemn. Pol.* 4: 26 — 28.
- Zgórska K., Grudzińska M. 2010. Przydatność odmian ziemniaka do przetwórstwa spożywczego. *Ziemn. Pol.* 3: 39 — 42.