

GRAŻYNA GOŁUBOWSKA, GRAŻYNA LISIŃSKA

## ZMIANY ZAWARTOŚCI POLISACHARYDÓW NIESKROBIOWYCH I LIGNINY W ZIEMNIAKACH W TRAKCIE PROCESU TECHNOLOGICZNEGO PRODUKCJI FRYTEK

### Streszczenie

Celem pracy było porównanie zawartości poszczególnych składników polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w ziemniakach w różnych etapach ich przemysłowego przerobu na frytki. Do badań użyto próby bulw, krajanki i frytek pobieranych z pięciu miejsc linii technologicznej produkcji frytek, w jednym zakładzie produkcyjnym. Zawartość sumy polisacharydów nieskrobiowych i ligniny, jak i poszczególnych ich frakcji w ziemniakach zmieniała się w trakcie procesu technologicznego produkcji frytek, przy czym największe zmiany odnotowano po procesach blanszowania i smażenia. Procesy technologiczne najmniej destruktywnie wpłynęły na zawartość celulozy, hemicelulozy i ligniny w przerabianych ziemniakach.

**Słowa kluczowe:** bulwy ziemniaka, polisacharydy nieskrobiowe, lignina, produkcja frytek, blanszowanie, smażenie.

### Wstęp

Polisacharydy nieskrobiowe (NSP) i lignina, ogólnie nazywane „włóknem surowym” lub „błonnikiem pokarmowym”, wchodzi w skład ścian komórek roślinnych oraz znajdują się w przestrzeniach między komórkami jako substancja zlepiająca. Zalicza się do nich: celulozę, hemicelulozy, pektyny, gumy roślinne i ligninę towarzyszącą celulozie, zbudowaną z alkoholi fenylopropanowych. Udział tych składników w produktach roślinnych jest zróżnicowany. W owocach i warzywach głównymi składnikami włókna są celuloza i pektyny, a w ziarnach zbóż hemicelulozy [21]. Związki te, oprócz wpływu na wartość dietetyczną wytworzonych produktów, mogą także decydować o ich cechach sensorycznych, w tym głównie konsystencji. Stosowane parametry technologiczne w procesie wytwarzania danego produktu mają wpływ na zawartość i skład poszczególnych składników polisacharydów nieskrobiowych i ligniny.

Procesy technologiczne, takie jak: blanszowanie, gotowanie i smażenie powodują nieodwracalne zmiany w ścianach komórkowych owoców i warzyw. Turgor i świeżość tkanek w większości uzależnione są od strukturalnego rozmieszczenia składników chemicznych w ścianie komórkowej i w przestrzeniach międzykomórkowych, gdzie substancje pektynowe stanowią główny składnik. Podczas przebiegu procesu blanszowania w zewnętrznych tkankach warzyw następuje częściowe nieodwracalne uszkodzenie struktury komórkowej, obniżenie zawartości substancji pektynowych, denaturacja białek, inaktywacja enzymów oraz częściowe wymycie rozpuszczalnych w wodzie składników chemicznych surowca, które mają wpływ na tworzenie się barwy i konsystencji produktu [3, 12]. Lamberg i Olsson [15] uważają, że blanszowanie nie tylko poprawia jakość produktów, ale także może zwiększać wydajność procesu produkcji.

Nazwą „frytki ziemniaczane” określa się półprodukt lub produkt gotowy, kierowany do handlu w stanie zamrożonym, przygotowany przez blanszowanie i smażenie w tłuszczu ziemniaków w postaci różnej grubości słupków, plasterków, półksiężyców lub całych bulw [17]. Jednym z ważniejszych i coraz częściej modyfikowanych procesów technologicznych towarzyszących produkcji frytek jest blanszowanie. Właściwy dobór parametrów tego etapu pozwala na uzyskanie produktu o dobrej jakości, a także umożliwia poprawę cech jakościowych frytek sporządzonych z surowca o składzie chemicznym odbiegającym od norm [16]. Odpowiednie blanszowanie frytek ujednolica barwę gotowego produktu, poprawia jego konsystencję, powoduje powierzchniowe skleikowanie skrobi, przez co zmniejsza się absorpcja tłuszczu i skraca czas smażenia [17]. Horubała [8] uważa, że ogrzewanie ziemniaków powyżej 60°C powoduje następujące zmiany: skrobia ulega skleikowaniu, przez co zwiększa swoją wodochłonność i objętość, a błona komórkowa wyściełająca wewnątrz komórki traci półprzepuszczalność i pozwala na przechodzenie składników soku komórkowego do roztworu. Hasik i wsp. [6] przedstawili dane dotyczące ilości sumy polisacharydów nieskrobiowych oraz frakcji hemiceluloz, celulozy i ligniny w suchej masie obranych bulw ziemniaka, z pominięciem frakcji pektyn. Zawartość polisacharydów nieskrobiowych kształtowała się na poziomie 2,5%, w tym: 0,5% hemiceluloz, 1,6% celulozy i 0,4% ligniny. W przeprowadzonych doświadczeniach przez Tajner-Czopek [23], suma frakcji NSP i ligniny łącznie z frakcją pektyn wynosiła od 3,87% do 4,60% w suchej masie obranych bulw, w tym: 1,16% do 1,82% hemiceluloz, 0,57% do 0,70%, celulozy oraz 0,52% do 0,66% ligniny.

W literaturze naukowej mało jest danych dotyczących zawartości poszczególnych frakcji polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach ziemniaka. Szczególnie brakuje danych o zmianach zawartości i składu tych związków w bulwach podczas procesów technologicznych. Dlatego istotnym wydaje się określenie, które z procesów technologicznych mają wpływ na zmianę zawartości tych teksturotwórczych składników ziemniaka.

Celem pracy było porównanie zawartości poszczególnych składników polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w ziemniakach, w różnych etapach ich przemysłowego przerobu na frytki.

### **Materiał i metody badań**

Do badań użyto bulwy, krajanek i frytki pobierane z pięciu miejsc linii technologicznej produkcji frytek, w jednym zakładzie produkcyjnym. Pierwszą próbę stanowiły ziemniaki po obraniu parowym, drugą – krajanek po I stopniu blanszowania (5 min w temperaturze 72°C), trzecią – krajanek po II stopniu blanszowania (5,5 min w temperaturze 80°C), czwartą – krajanek po podsuszeniu (6 min w temperaturze 37°C), piątą – frytki po I stopniu smażenia (45 sekund w temperaturze 180°C). Badania wykonano w czterech powtórzeniach technologicznych.

W przywiezionych do laboratorium próbach ziemniaków, krajanek ziemniaczanej i frytek (po około 2 godz. od ich pobrania z linii technologicznej) oznaczano zawartość suchej substancji i sporządzano susz (liofilizat) do oznaczeń zawartości polisacharydów i ligniny. W zliofilizowanym suszu ziemniaczanym oznaczano zawartość poszczególnych frakcji: pektyn, celulozy, hemiceluloz i ligniny – metodą opracowaną przez Jaswala [9, 10, 11] oraz Devera i wsp. [5], a zmodyfikowaną w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowywania Akademii Rolniczej we Wrocławiu [22].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statgraphics, stosując jednoczynnikową analizę wariancji. Najmniejszą istotną różnicę (NIR) obliczano za pomocą testu Duncana, na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

### **Wyniki badań i dyskusja**

W tab. 1. zamieszczono wyniki zawartości suchej masy, sumy polisacharydów nieskrobiowych (NSP) i ligniny w ziemniakach, w trakcie procesu technologicznego produkcji frytek. Zawartość suchej masy w ziemniakach obranych wynosiła 21,4%. Po procesie podsuszania krajanek nastąpił istotny wzrost zawartości suchej substancji w ziemniakach do 24,0%, a frytki po I stopniu smażenia zawierały 28,6% suchej substancji. Zawartość sumy NSP i ligniny analizowanych bulw była zróżnicowana w zależności od stopnia ich przetworzenia (miejsca pobrania próby w ciągu technologicznym). W ziemniakach obranych zawartość NSP i ligniny wynosiła 11,3% i istotnie zwiększyła się w krajanek po I blanszowaniu, średnio do 15%. Proces podsmażania krajanek był drugim etapem, który istotnie wpłynął na wzrost zawartości NSP i ligniny. Frytki podsmażone, przygotowane do mrożenia, zawierały 17,0% tych związków. Według Aspa [2], straty substancji niebłonnikowych podczas procesów termicznych mogą przyczynić się do zwiększenia zawartości sumy polisacharydów nieskrobiowych w ziemniakach. W przeliczeniu na suchą masę bulw podobne zmiany w zawartości

Tabela 1

Zawartość polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w ziemniakach w trakcie procesu technologicznego produkcji frytek.

Non-starch polysaccharides and lignin content in potato tubers during the French fries processing.

Próby Samples	Sucha substancja [%] Dry matter [%]	Polisacharydy nieskrobiowe i lignina [% s. m.] Non-starch polysaccharides and lignin [% d. m.]
Ziemniaki po obraniu Potato after peeling	21,4	11,3
Krajanka po I blanszowaniu Strips after the stage I of blanching	20,7	15,3
Krajanka po II blanszowaniu Strips after the stage II of blanching	20,3	15,5
Krajanka po podsuszeniu Strips after drying	24,0	15,9
Frytki po I stopniu smażenia French fries after the stage I of frying	28,6	17,0
NIR LSD	2,69	0,57

NIR – najmniejsza istotna różnica [ $\alpha = 0,05$ ].

LSD – the least significant difference [ $\alpha = 0.05$ ].

polisacharydów nieskrobiowych i ligniny zaobserwowali Jonston i Oliwer [13], Varo i wsp., [25], Thed i Phillins [24] oraz Herranz i wsp. [7]. Wymienieni autorzy stwierdzili wzrost zawartości sumy tych związków w bulwach podczas ich ogrzewania. Thed i Phillins [24] podają, że ogrzewanie ziemniaków w kuchence mikrofalowej lub ich smażenie w oleju powoduje wzrost zawartości nierozpuszczalnych w wodzie składników polisacharydów nieskrobiowych i ligniny, natomiast gotowanie i pieczenie obniża zawartość tych składników w bulwach. Z badań przeprowadzonych przez Jones i wsp. [14] wynika, że zmiany w zawartości błonnika w pieczonych i smażonych ziemniakach w porównaniu z surowcem są nieistotne. Periago i wsp. [19] stwierdzili, że podczas gotowania groszku nastąpił wzrost zawartości sumy NSP z 9,6 g w s.m. surowca do 11,1 g w gotowym produkcie. Odmienne wyniki uzyskali Reinders i Thier [20], badając zmiany zawartości sumy polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w pomidorach poddanych obróbce termicznej. Autorzy stwierdzili zmniejszenie się zawartości tych składników z 11,8 g/kg w świeżych pomidorach do 8,7 g/kg w pulpie.

Zawartość pektyn, hemiceluloz, celulozy i ligniny w ziemniakach w trakcie procesu technologicznego produkcji frytek przedstawiono w tab. 2., a zmiany zawartości

tych związków w stosunku do ilości w surowcu przyjętej jako 100% na rys. 1.

Tabela 2

Zawartość pektyn, hemiceluloz, celulozy i ligniny w ziemniakach w trakcie procesu technologicznego produkcji frytek.

Contents of pectins, hemicelluloses, cellulose, and lignin in potato tubers during the French fries processing.

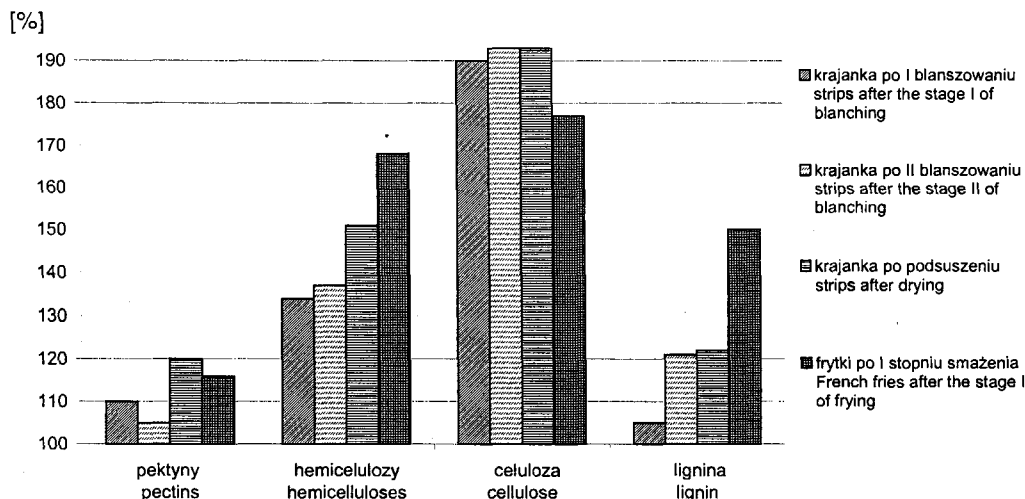
Próby Samples	Pektyny Pectins	Hemicelulozy Hemicelluloses	Celuloza Cellulose	Lignina Lignin
	[% s. m.] / [% d.m.]			
Ziemniaki po obraniu Potato after peeling	3,51	2,62	2,97	2,18
Krajanka po I blanszowaniu Strips after the stage I of blanching	3,85	3,51	5,62	2,30
Krajanka po II blanszowaniu Strips after the stage II of blanching	3,69	3,58	5,74	2,46
Krajanka po podsuszeniu Strips after drying	3,59	3,95	5,73	2,66
Frytki po I stopniu smażenia French fries after the stage I of frying	4,06	4,41	5,27	3,28
NIR LSD	0,59	0,40	0,71	0,45

NIR – najmniejsza istotna różnica [ $\alpha = 0,05$ ].

LSD – the least significant difference [ $\alpha = 0,05$ ].

Zawartość frakcji pektyn w ziemniakach obranych wynosiła 3,51%. W kolejnych procesach technologicznych oznaczono nieznaczny wzrost tej frakcji w ziemniakach, jednak te zmiany nie były istotne statystycznie. Andersson i wsp. [1] podają, że pektyny stanowią około 50% masy składników ściany komórkowej. Ogrzewanie ziemniaków w wodzie o temperaturze około 60°C może być powodem zmniejszenia się zawartości związków pektynowych po blanszowaniu, jako skutek przemian protopektyn w pektyny rozpuszczalne, a następnie ich wymycie. Podwyższenie temperatury powyżej 65°C i przedłużenie czasu ogrzewania ziemniaków powoduje pękanie ścian komórkowych i ponowne zmniejszenie się ilości związków pektynowych. Według Thed i Philinsa [24], procesy termiczne mogą powodować przejście rozpuszczalnych związków pektynowych w nierozpuszczalne składniki NSP. Wyniki badań niektórych autorów [18] wykazały, że w czasie dwóch pierwszych minut blanszowania następuje rozluź-

nienie struktury tkankowej ziemniaka i zmiany te są istotne w porównaniu ze zmianami odnotowanymi w trakcie dalszego ich ogrzewania. W przeprowadzonym doświadczeniu, po pierwszym blanszowaniu krajanki ziemniaczanej stwierdzono w niej największy istotny wzrost zawartości frakcji celulozy (o 90%) i hemiceluloz (o 34%). Ponowny istotny wzrost zawartości frakcji hemiceluloz (o 68%) odnotowano po I stopniu smażenia. Natomiast zawartość frakcji celulozy, w krajance po kolejnych procesach technologicznych (po II blanszowaniu, po podsuszeniu i po I stopniu smażenia) była porównywalna do zawartości w krajance po pierwszym blanszowaniu. Według Costa i wsp. [4], tkanka ziemniaka pod wpływem wysokiej temperatury stosowanej w procesie smażenia jest odwadniana, co powoduje kurczenie się komórek i deformację pierwotnej struktury celulozowej. W przeprowadzonym doświadczeniu zawartość frakcji ligniny w ziemniakach po obraniu wynosiła 2,18% i istotnie wzrosła o 22% w krajance po podsuszeniu. Ponowny, istotny wzrost tej frakcji o 50%, w porównaniu z zawartością w surowcu, odnotowano we frytkach po I stopniu smażenia. Podobne wyniki otrzymali Herranz i wsp. [7] podczas gotowania marchwi, kapusty i brokułów. Autorzy stwierdzili, że zawartość celulozy w suchej masie wymienionych warzyw zawsze zwiększała się, natomiast zawartość hemiceluloz i ligniny ulegała zmniejszeniu lub zwiększeniu w zależności od sposobu gotowania. Reinobers i Theira [20] podają, że podczas ogrzewania pulpy pomidorowej znacznie zmniejszyła się zawartość frakcji pektyn i celulozy, natomiast zawartość hemiceluloz pozostała niezmienną.



Rys. 1. Zmiany zawartości pektyn, hemiceluloz, celulozy i ligniny w ziemniakach w trakcie procesu technologicznego produkcji frytek w stosunku do zawartości w surowcu przyjętej jako 100%.

Fig. 1. The changes of pectins, hemicelluloses and lignin content in potato tubers during French fries processing in the relation to the content in raw material estimated as 100%.

Podczas przerobu ziemniaka na frytki, procesy termiczne (blanszowanie, podsuszanie i smażenie) powodują wytwarzanie się w tkance ziemniaka „szkieletu” zawierającego różne proporcje związków węglowodanowych, który prawdopodobnie jest odpowiedzialny za tworzenie się konsystencji gotowego produktu. Szersze badania wpływu poszczególnych etapów technologicznych na zawartość i właściwości pektyn, hemiceluloz, celulozy i ligniny w ziemniakach pozwolą pogłębić wiedzę z zakresu ich teksturotwórczych właściwości.

## Wnioski

1. Zawartość sumy polisacharydów nieskrobiowych, jak i poszczególnych ich frakcji w ziemniakach zmieniała się w trakcie procesu technologicznego produkcji frytek.
2. Największe zmiany w zawartości polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach spowodował proces blanszowania i smażenia.
3. Procesy technologiczne wpłynęły najmniej destruktywnie na zawartość celulozy, hemiceluloz i ligniny w przerabianych ziemniakach. Udział tych składników w suchej masie produktu zwiększył się znacznie w porównaniu z zawartością w surowcu.

*Praca sfinansowana przez KBN w ramach Grantu Promotorskiego 3PO6T 04823.*

## Literatura

- [1] Andersson A., Gekas V., Lind I., Oliveira F., Oste R.: Effect of preheating on potato texture. *Crit. Rev. in Food Sci. and Nutr.*, 1994, **34**, 229-251.
- [2] Asp N.G.: Dietary carbohydrates classification by chemistry and physiology. *Food Chem.*, 1996, **57** (1), 9-14.
- [3] Chobot R.: Przemiany błonnika pokarmowego i jego właściwości w żywności. *Przem. Spoż.*, 1991, **1**, 13-15.
- [4] Costa Rui M., Oliveira Fernanda A.R., Boutcheva G.: Structural changes and shrinkage of potato during frying. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2001, **36**, 11-23.
- [5] Dever J.E., Bandurski R.S., Kivivilaan A.: Partial chemical characterization of corn root cell walls. *Plant Physiol.*, 1968, **43**, 50-56.
- [6] Hasik J., Dobrzańska A., Bartnikowska E.: Rola włókna roślinnego w żywieniu człowieka. SGGW, Warszawa 1997.
- [7] Herranz J., Vidal-Valverde., Rojas-Hidalgo E.: Cellulose, hemicelluloses and lignin content of raw and cooked processed vegetables. *J. Food Sci.*, 1983, **48**, 274-276.
- [8] Horubała A.: Ziemniak jako surowiec dla przemysłu i konsumpcji. *Przem. Spoż.*, 1988, **5**, 131-135.
- [9] Jaswal A.S.: Non-starch polysaccharides and the texture of French fried potato. *Am. Potato J.*, 1970, **47**, 311-316.
- [10] Jaswal A.S.: Texture of a French fried potato. Chemical composition of non-starch polysaccharides. *Am. Potato J.*, 1989, **66**, 835-841.

- [11] Jaswal A.S.: Texture of a French fries potato: Quantitative determination of non-starch polysaccharides. *Am. Potato J.*, 1991, **68**, 835-841.
- [12] Jeremiah L.E.: *Freezing Effects on Food Quality*. Marcel Dekker, Inc. New York, 1996.
- [13] Johnston D.E., Oliver W. T.: The influence of cooking technique on dietary fibre of boiled potato. *J. Food Technol.*, 1982, **17**, 99-107.
- [14] Jones G.P., Briggs D.R., Walquist M.L., Flentje L.M.: Dietary fibre content of Australian foods. I Potatoes. *Food Technol. Australia*, 1985, **37**, 81-85.
- [15] Lamberg I., Olsson H.: Starch gelatinization temperatures within potato during blanching. *Int. J. Food. Sci. Technol.*, 1989, **24**, 487-494.
- [16] Lisińska G., Plizga I.: Wpływ blanszowania na jakość frytek ziemniaczanych. *Przem. Spoż.*, 1992, **2**, 49-51.
- [17] Lisińska G.: Czynniki surowcowe i technologiczne kształtujące jakość przetworów ziemniaczanych. *Materiały Konferencji Naukowej "Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie" Polanica Zdrój 2000*, s. 51-57.
- [18] Mate J.I., Quartaert C., Meerdink G., van't Riet K.: Effect of blanching on structural quality of dried potato slices. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, **46**, 676-681.
- [19] Periago M.J., Ros G., Casas J.L.: Non-starch polysaccharides and in vitro starch digestibility of raw and cooked chick peas. *J. Food Sci.*, 1997, **62**, 93-96.
- [20] Reinders G., Thier H. P.: Non-starch polysaccharides of tomatoes. *Eur. Food Res. Technol.*, 1999, **209**, 47-49.
- [21] Sikorski Z.: *Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności*. WNT, Warszawa 1994.
- [22] Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G.: Oznaczenie polisacharydów nieskrobiowych w bulwach ziemniaka. *Materiały XXVIII Sesji Naukowej KTiChŻ PAN „Postępy w Technologii i Chemii Żywności”*. Gdańsk 1997, s. 270-271.
- [23] Tajner-Czopek A.: Konsystencja frytek ziemniaczanych w zależności od zawartości i składu polisacharydów w surowcu. *Praca doktorska*. AR Wrocław, 1999.
- [24] Thed S.T., Phillips R.D.: Changes of dietary fiber and starch composition of processed potato products during domestic cooking. *Food Chem.*, 1995, **52**, 301-304.
- [25] Varo P., Veijalaainen K., Koivistoinen P.: Effects of heat treatment on the dietary fibre contents of potato and tomato. *J. Food Technol.*, 1984, **19**, 485-492.

## CHANGES IN CONTENTS OF NON-STARCH POLYSACCHARIDES AND LIGNIN IN POTATO TUBERS DURING THE FRENCH FRIES PROCESSING

### Summary

The objective of this paper was to compare contents of non-starch polysaccharides and lignin in potato tubers in different stages of the French fries industrial processing. Samples of potato tubers, strips, and French fries were taken from five points located within a French fries production line in one factory. The total content of non-starch polysaccharides and lignin, and their particular fractions in potatoes were changing during the French fries processing. It was stated that blanching and frying processes generated the highest changes in potato tubers. Technological processes appeared to have the lowest destructive impact on the cellulose, hemicelluloses, and lignin content in analysed potatoes.

**Key words:** potato tubers, non-starch polysaccharides, lignin, French fries process, blanching, frying. ☒