

AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK

KONSYTENCJA FRYTEK ZIEMNIACZANYCH W ZALEŻNOŚCI OD ZAWARTOŚCI I SKŁADU POLISACHARYDÓW W SUROWCU

Streszczenie

W ostatnich latach coraz większą wagę przywiązuje się do zawartości i składu polisacharydów nieskrobiowych i ligniny (błonnika pokarmowego) w bulwie ziemniaka oraz ich właściwości teksturotwórczych. W pracy badano zawartość oraz wpływ poszczególnych frakcji polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach ziemniaka na konsystencję frytek. Na kształtowanie się konsystencji gotowego produktu największy wpływ miała lignina, a następnie hemicelulozy, protopektyny i celuloza.

Wstęp

Konsystencja jest jedną z ważniejszych cech wpływających na konsumencką akceptację frytek ziemniaczanych, może być ona modyfikowana prawidłowo przeprowadzonym procesem technologicznym, ale przede wszystkim zależy od składu chemicznego surowca. Obok wyglądu zewnętrznego, podstawowymi wskaźnikami charakteryzującymi jakość frytek jest ich barwa, smak i zapach, zawartość oleju oraz tekstura [7]. Wszystkie wymienione cechy w istotny sposób wpływają na jakość gotowego produktu.

Jedną z ważnych cech sensorycznych smażonych produktów jest ich chrupka, delikatna tekstura [33]. W literaturze często spotykamy się z pojęciami: tekstura i konsystencja. Są to pojęcia szeroko rozumiane i nadal do końca nie zdefiniowane, jednak wielu autorów [2, 3, 17] stara się w swoich publikacjach podać jak najbardziej precyzyjną definicję. Horubała [9] podaje, że konsystencja określa właściwości reologiczne układów niejednorodnych, nienewtonowskich, natomiast tekstura, określa właściwości fizykomechaniczne produktów żywnościowych, które ocenia się za pomocą zmysłu dotyku (skóry i jamy ustnej). Wymieniony autor stwierdza, że dwa ostatnie pojęcia nie mają ścisłego rozgraniczenia oraz że w literaturze, jak i w potocznej mowie można

spotkać równoległe użycie terminu konsystencji i tekstury. Na podstawie definicji tekstury i konsystencji opracowano szereg metod ich oznaczania. Obecnie tekstura może być oznaczana sensorycznie i instrumentalnie [17].

Badając teksturę frytek należy zwrócić uwagę na to, że nie zależy ona tylko od suchej masy i zawartości skrobi w bulwach, ale także od składników budulcowych ścian komórkowych. Składniki te stanowią polisacharydy nieskrobiowe (NSP) i ligniny ogólnie nazwane „włóknem pokarmowym” (ang. „dietary fiber”). Wchodzą one w skład ścian komórkowych oraz znajdują się w przestrzeniach między komórkami jako substancja zlepiająca. Łączna zawartość tych substancji stanowi około połowy suchej masy nieskrobiowej [20]. Podstawowymi składnikami wchodzącymi w skład błonnika są następujące frakcje polisacharydów nieskrobiowych: celuloza, hemicelulozy, substancje pektynowe oraz frakcja ligniny.

Celuloza – stanowi 10–20% polisacharydów nieskrobiowych występujących w bulwach ziemniaka. Jej zawartość w zależności od odmiany waha się w granicach od 0,4–0,7% masy bulwy [19] lub 2,7–3,8% jej suchej masy [1].

Hemicelulozy – stanowią 15–30% suchej masy ściany komórkowej roślin [8]. Zalicza się do nich polisacharydy nierozpuszczalne w wodzie, towarzyszące celulozie w ścianach komórkowych i tkankach podporowych roślin lądowych [27].

Substancje pektynowe – występują w ścianach komórkowych i w przestrzeniach międzykomórkowych [18, 35], tworzą lepiszczce nie zdrewniałych ścian komórek roślinnych, dając tzw. blaszkę środkową [25]. Z grupy związków pektynowych wyróżniane są następujące frakcje: pektyny, protopektyny, kwasy poligalakturonowe – pektynowe i pektowe.

Pektyny są głównym składnikiem blaszki środkowej w tkance roślinnej oraz wchodzą w skład pierwotnej ściany komórkowej [23]. Zawartość ich wynosi 6–13% ściany komórkowej [20].

Protopektyny są nierozpuszczalnymi w wodzie, naturalnymi substancjami macierzystymi pektyn [27]. Stanowią one najliczniejszą grupę spośród substancji pektynowych, są ściśle związane ze strukturą ścian komórkowych i występują w większej ilości w niedojrzałych bulwach ziemniaka niż w dojrzałych [20].

Kwasy pektynowe – są to rozpuszczalne w wodzie kwasy poligalakturonowe, o bardzo niskim stopniu zestyfikowania metanolem, zdolne do tworzenia żeli w obecności jonów wapnia. Stanowią one 13–25% substancji pektynowych [20].

Kwasy pektowe – są kwasami poligalakturonowymi wolnymi od grup metoksylowych [27].

Lignina – stanowi główny składnik blaszki środkowej tkanki roślinnej oraz ściany komórkowej wtórnej [28], odkłada się w ścianach komórkowych pod koniec wzrostu komórek wzmacniając ich konstrukcję, przez silne wiązanie z włóknami celulozowymi chroni je przed uszkodzeniem [8, 32].

Do niedawna w literaturze naukowej nie przywiązywano większej wagi do badań zawartości i składu polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach ziemniaka. Jednak związki te, jako budulec ścian komórkowych, mogą obok skrobi decydować o konsystencji wytwarzanych z ziemniaka produktów.

Celem pracy było określenie zawartości i składu polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach ziemniaka 7 odmian i w sporządzonych z tego surowca frytkach oraz badanie wpływu poszczególnych frakcji tych związków na konsystencję gotowego produktu.

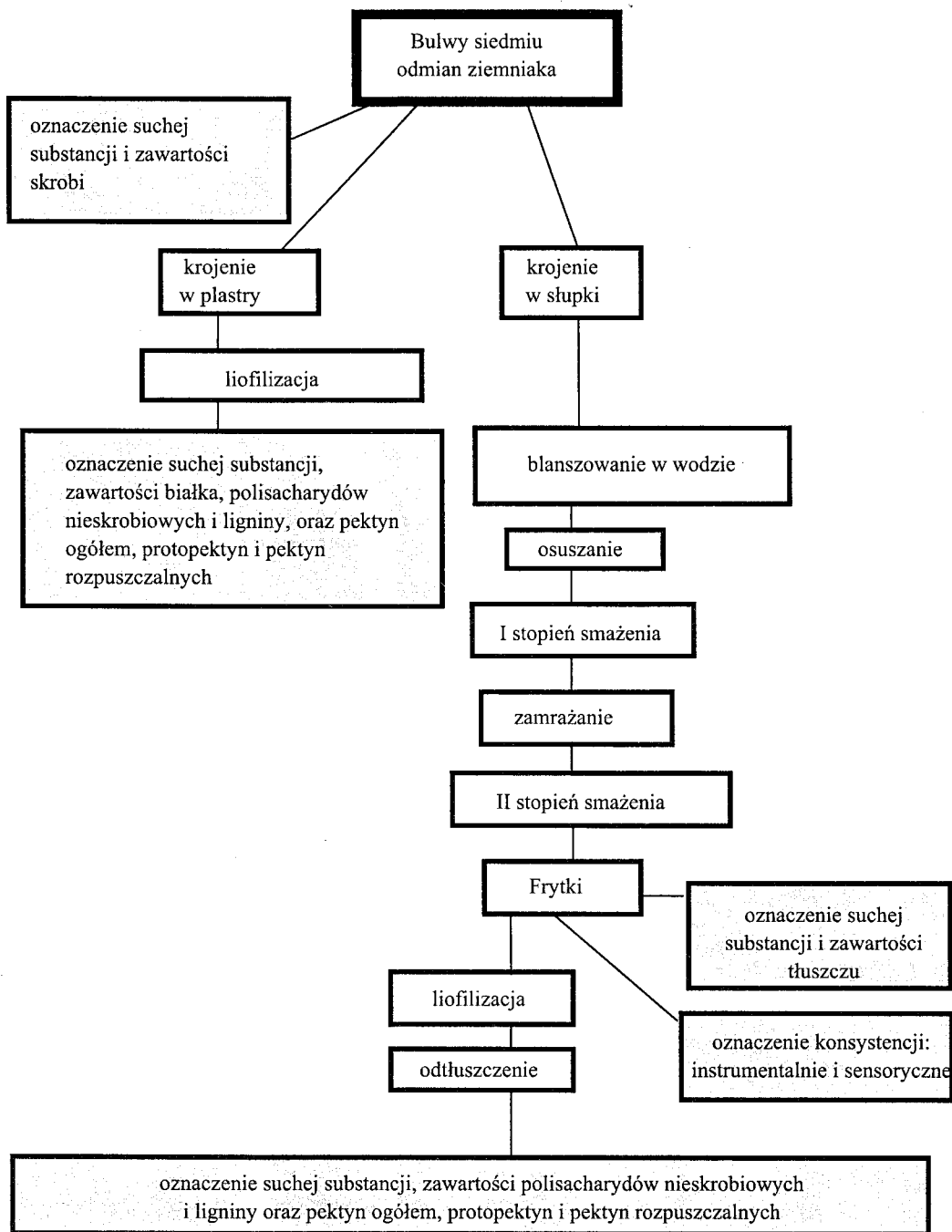
Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły bulwy następujących 7 odmian ziemniaka: 6 pochodzących z hodowli polskiej: Aster – bardzo wczesna, Ekra i Mila – średnio wczesne, Ania, Arkadia i Bryza – średnio późne [10,26] i jedna odmiana średnio późna – Saturna hodowli holenderskiej [4].

Do badań pobrano ziemniaki z poletek doświadczalnych Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Akademii Rolniczej we Wrocławiu oraz z prywatnych gospodarstw rolnych z okolic Wrocławia. Surowiec do badań pochodził z trzech sezonów wegetacyjnych 1995, 1996, 1997 r.

Do badań laboratoryjnych pobierano próby bulw o masie 50 kg z każdej odmiany ziemniaka. Materiał po przywiezieniu do laboratorium przechowywano w temperaturze 10–15°C. Przebieg doświadczeń laboratoryjnych przedstawiono schematycznie na rysunku 1.

Każdą próbę bulw siedmiu odmian ziemniaka rozdzielono na trzy części z przeznaczeniem do analizy podstawowego składu chemicznego (suchej substancji, zawartości skrobi i białka ogółem), do sporządzenia suszu liofilizowanego – jako materiał do oznaczeń polisacharydów nieskrobiowych i ligniny oraz próbę bulw przeznaczonych do sporządzenia frytek. W zliofilizowanym suszu ziemniaczanym oraz w zliofilizowanym suszu z odtłuszczonych frytek oznaczono zawartość poszczególnych frakcji polisacharydów nieskrobiowych (pektyn, celulozy, hemiceluloz) i ligniny – metodą opracowaną przez Jaswala [11, 13, 14] i Devera i wsp. [5], a zmodyfikowaną w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Akademii Rolniczej we Wrocławiu [30]. Zawartość pektyn ogółem, protopektyn i pektyn rozpuszczalnych w badanych próbach oznaczono metodą kolorymetryczną z karbazolem – opracowaną przez McComb'a i McCready [22] i Jaswala [12], a zmodyfikowaną w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Akademii Rolniczej we Wrocławiu [16].



Rys. 1. Schemat badań laboratoryjnych.

Fig. 1. The plan of laboratory studies.

Frytki przygotowano stosując metodę dwustopniowego smażenia w oleju palmowym. Ziemniaki pokrojono w słupki o przekroju 1x1 cm i długości 6–7 cm, blanszowano w wodzie o temperaturze 75°C przez 5 min., następnie podsmażano przez 1 min. w oleju o temperaturze 180°C. Gotowy produkt uzyskiwano przez dosmażenie zamrożonych frytek, w oleju o temperaturze 180°C przez 5 min.. W gotowym produkcie oznaczono konsystencję metodą obiektywną z zastosowaniem urządzenia pomiarowego konsystometr Stevensa QTS 25 z przystawką QTS-25-SB o kształcie prostokątnym, współpracujący z komputerem. Pomiar wykonywano bezpośrednio po wystygnięciu świeżych frytek. Mierzono siłę potrzebną do przecięcia jednej frytki. Wykonano każdorazowo po 18 pomiarów konsystencji, dla każdej partii frytek. Ostateczne wyniki pomiaru przedstawiono jako średnie, wyrażone w [N]. Do badań każdorazowo pobierano po osiem frytek. Frytki poddano również ocenie sensorycznej, w 5-punktowej skali ocen [21].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu pakietu Statgraphics wersja 5,0, za pomocą którego wyznaczono: grupy homogeniczne stosując test porównań wielokrotnych Tuckey'a (na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ i $\alpha = 0,01$), wyliczono współczynniki korelacji pomiędzy zawartością suchej masy, skrobi oraz polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach ziemniaka a konsystencją sporządzonych z tych prób frytek, a także zastosowano metody analizy regresji wielokrotnej dla modelu liniowego, w celu zbadania zależności konsystencji frytek od poszczególnych składników chemicznych ziemniaka.

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1. zamieszczono wyniki zawartości suchej substancji, skrobi i białka w bulwach 7 odmian ziemniaka – Aster, Ekra, Mila, Ania, Arkadia, Bryza i Saturna. Bulwy ziemniaka badanych odmian charakteryzowały się zróżnicowaną, stosunkowo wysoką zawartością podstawowych składników chemicznych, w obrębie badanych składników można było wyróżnić grupy jednorodne. Wielu autorów [20, 31] podaje, że bulwy ziemniaków przeznaczonych do produkcji frytek powinny zawierać suchą masę w granicach 20–22% i 14–16% skrobi. Bulwy badanych odmian ziemniaków zawierały od 20,02% do 22,35% suchej masy (średnio 22,00%) i od 14,98% do 17,02% skrobi (średnio 16,86%). Zawartość skrobi w bulwach ziemniaka jest ściśle związana z zawartością w nich suchej substancji, im wyższa sucha masa, tym więcej skrobi. Zawartość azotu ogółem, w badanych próbach bulw, kształtowała się na średnim poziomie (2,14%).

W tabeli 2. przedstawiono wyniki zawartości polisacharydów nieskrobiowych (NSP) i ligniny w bulwach badanych odmian ziemniaka. Wyniki zawartości badanych frakcji polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach różnych prób ziemniaka podzielono na grupy homogeniczne. Zawartość sumy polisacharydów nieskrobiowych

i ligniny w badanych próbach wynosiła średnio 1.46%. Najliczniej występującą frakcją NSP i ligniny w ziemniakach przed obraniem stanowiła celuloza, a następnie hemicelulozy, pektyny i lignina.

Tabela 1

Zawartość podstawowych składników chemicznych bulw 7 odmian ziemniaka.

The content of basic chemical compounds of seven varieties of potato.

Odmiana ziemniaka Potato variety	Sucha masa Dry matter	Skrobia Starch	Białko-Protein [N x 6.25]
	[%]		
Aster	20,93 ^b	16,08 ^b	2,00 ^a
Ekra	25,81 ^d	20,55 ^c	2,37 ^b
Mila	22,35 ^c	17,02 ^c	2,08 ^a
Ania	20,16 ^a	14,98 ^a	2,22 ^b
Arkadia	21,83 ^b	16,23 ^b	2,10 ^b
Bryza	20,02 ^a	15,16 ^a	2,21 ^b
Saturna	22,91 ^c	18,02 ^d	2,00 ^a
Średnia odmian Mean of variety	22,00	16,86	2,14

Tabela 2

Zawartość polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w świeżej masie bulw 7 odmian ziemniaka.

The content of non-starch polysaccharides and lignin in the raw potato tubers of seven varieties.

Odmiana ziemniaka Potato variety	Pektyny Pectins	Hemicelulozy Hemicelluloses	Celuloza Cellulose	Lignina Lignin	Suma Total
	[%]				
Aster	0,33 ^a	0,33 ^a	0,49 ^c	0,19 ^b	1,34 ^a
Ekra	0,42 ^c	0,50 ^c	0,55 ^d	0,25 ^c	1,72 ^d
Mila	0,38 ^b	0,51 ^c	0,52 ^d	0,17 ^a	1,58 ^c
Ania	0,33 ^a	0,42 ^b	0,41 ^a	0,16 ^a	1,32 ^a
Arkadia	0,36 ^b	0,35 ^a	0,46 ^b	0,17 ^a	1,34 ^a
Bryza	0,39 ^b	0,41 ^b	0,50 ^c	0,16 ^a	1,46 ^b
Saturna	0,34 ^a	0,43 ^b	0,47 ^b	0,22 ^b	1,46 ^b
Średnia odmian Mean of variety	0,36	0,42	0,48	0,18	1,46

Zawartość polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach jest zróżnicowana w zależności od odmiany ziemniaka, a także od czynników agrotechnicznych i glebowo-klimatycznych [20, 31]. Na wyniki zawartości NSP i ligniny w produktach roślinnych może mieć też wpływ rodzaj metody oznaczania tych składników. Wielu au-

torów [6, 34] zajęło się badaniem sumy polisacharydów nieskrobiowych i ligniny, pomijając oznaczenia zawartości poszczególnych frakcji. Dlatego też, mało jest danych literaturowych dotyczących tego zagadnienia. Ilość błonnika pokarmowego w świeżej masie bulw ziemniaka oznaczonego przez Englysta [6], Varo i wsp. [34] wynosiła 1,2%. Natomiast Piekarska i Łoś-Kuczera [24] podają, że oznaczona przez nie suma NSP i ligniny w bulwach wynosiła 2,0%. W przeprowadzonym doświadczeniu uzyskano wyniki zawartości sumy NSP i ligniny w ziemniakach na poziomie 1,32% do 1,72%, w zależności od odmiany.

Zawartość substancji pektynowych wg Keijbetsa [15] wahała się od 0,2% do 0,4% w świeżej masie bulw. Uzyskane wyniki oznaczenia zawartości substancji pektynowych w ziemniakach badanych prób wynosiły: od 0,33% do 0,42% (średnio 0,36%) i były podobne jak u wymienionych autorów.

Na podstawie przeprowadzonego doświadczenia stwierdzono, że bulwy badanych odmian ziemniaka zawierały od 0,33% do 0,51% hemiceluloz (średnio 0,42%), a celulozy od 0,41% do 0,55% (średnio 0,48%).

Zgórska i Frydecka-Mazurczyk [36] podają, że lignina w bulwach ziemniaka występuje w niewielkich ilościach – około 0,1% w świeżej masie. W przeprowadzonych badaniach wyniki zawartości ligniny kształtowały się na poziomie od 0,16% – do 0,25% (średnio 0,18%), a więc w zbliżonym zakresie.

Tabela 3

Zawartość związków pektynowych w świeżej masie bulw 7 odmian ziemniaka.
The content of pectic substances in the raw potato tubers of seven varieties.

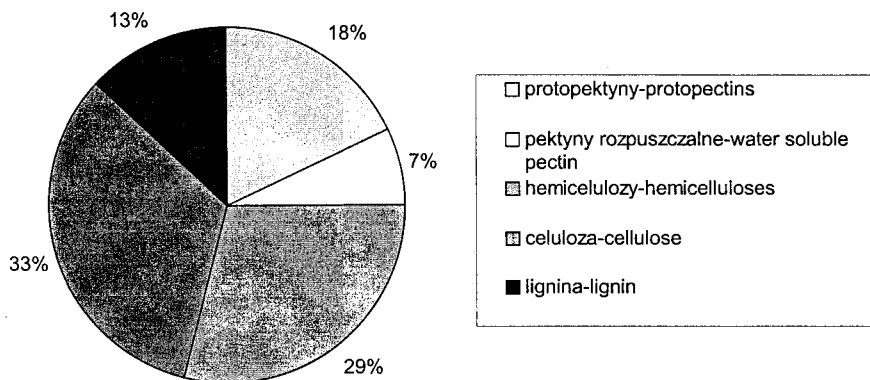
Odmiana ziemniaka Potato variety	Protopektyny Protopectins	Pektyny rozpuszczalne Water soluble pectins
	g kwasu galakturonowego/100 g g galacturonic acid/100 g	
Aster	0.288 ^b	0.113 ^c
Ekra	0.393 ^f	0.143 ^e
Mila	0.327 ^c	0.107 ^b
Ania	0.307 ^d	0.119 ^c
Arkadia	0.299 ^c	0.116 ^c
Bryza	0.277 ^a	0.083 ^a
Saturna	0.295 ^c	0.130 ^d
Średnia odmian Mean of variety	0.312	0.115

W tabeli 3. przedstawiono wyniki rozdziału związków pektynowych na frakcje pektyn rozpuszczalnych i protopektyn, wyrażone w g kwasu galakturonowego na 100 g świeżej masy bulw. Zawartość frakcji protopektyn w badanych próbach kształ-

towała się na poziomie od 0,277 g/100 g do 0,393 g/100 g, natomiast zawartość pektyn rozpuszczalnych występowała w ilości od 0,083 g/100 g do 0,143 g/100 g. Mało jest danych literaturowych dotyczących zawartości tych frakcji w bulwie ziemniaka. Zgórska i Frydecka-Mazurczyk [36] podają, że związki pektynowe występują w ścianach komórkowych w ilości 47–66% ich masy. Najliczniej występującą frakcją wg Lisińskiej i Leszczyńskiego [20] jest frakcja protopektyn, stanowi ona bowiem 69–77% całości substancji pektynowych w bulwach.

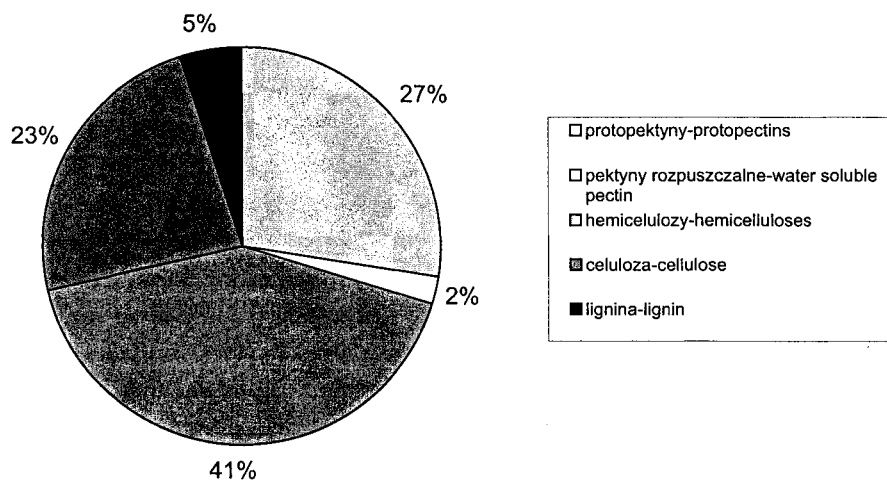
Zawartość związków pektynowych w bulwach ziemniaka wyrażona jest na ogół w procentach, brak jest danych literaturowych dotyczących przedstawienia ilości tych substancji w gramach kwasu galakturonowego w 100 g surowca. W przeprowadzonych badaniach zawartość protopektyn w bulwach wynosiła średnio 0,312 g kwasu galakturonowego/100 g. Bulwy zawierały znacznie mniej pektyn rozpuszczalnych, średnio 0,115 g kwasu galakturonowego/100 g, co odpowiadało około 1/3 zawartości protopektyn.

Na rys. 2. zamieszczono średnie wyniki zawartości frakcji protopektyn, pektyn rozpuszczalnych, hemiceluloz, celulozy i ligniny w bulwach 7 odmian (jako procentowy udział poszczególnych frakcji w sumie NSP i ligniny). Największy udział stanowiła celuloza – 33% w sumie NSP i ligniny. Kolejno udział poszczególnych frakcji przedstawiał się następująco: 29% – hemicelulozy, 18% – protopektyny, 13% – lignina, a najmniejszy udział stanowiły pektyny rozpuszczalne – 7%.



Rys. 2. Udział poszczególnych frakcji w sumie polisacharydów nieskrobiowych i ligniny zawartych w bulwach ziemniaka.

Fig. 2. The division of particular fractions in a total of non-starch polysaccharides and lignin founded in potato tubers.



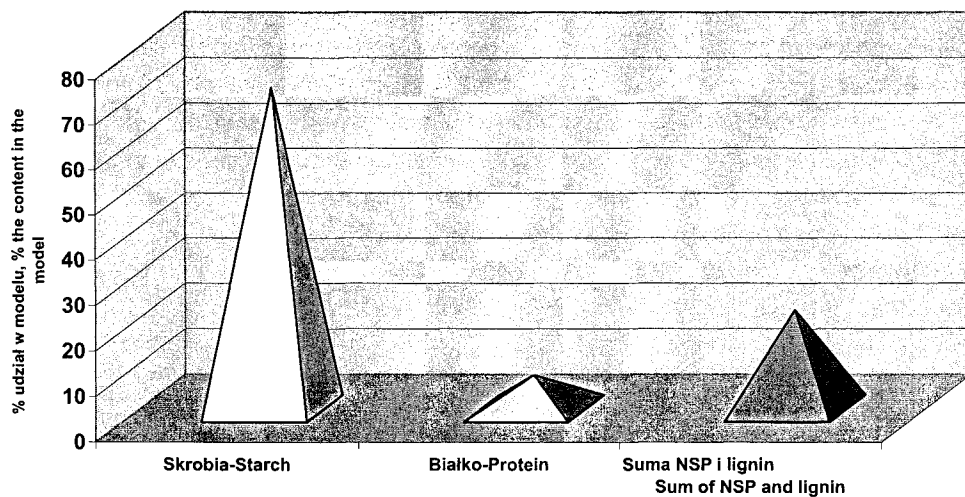
Rys. 3. Udział poszczególnych frakcji w sumie polisacharydów nieskrobiowych i ligniny zawartych w suchej masie beztłuszczowej frytek.

Fig. 3. The division of particular fractions in a total of non-starch polysaccharides and lignin in fatless dry matter of French fries.

Na rys. 3. przedstawiono udział poszczególnych frakcji w sumie polisacharydów nieskrobiowych i ligniny zawartych w suchej masie beztłuszczowej frytek (jako średnie badanych frytek). Największy udział w sumie NSP i ligniny w suchej masie beztłuszczowej frytek stanowiły: hemicelulozy – 41%, a następnie protopektyny – 27%, celuloza – 23%, lignina 5% oraz pektyny rozpuszczalne – 2%.

W tabeli 4. zamieszczono wyniki współczynników korelacji i poziomy istotności między zawartością poszczególnych polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach, a pomiarami konsystencji frytek mierzonej przy użyciu aparatu Stevensa QTS 25. Uzyskano dodatnie współczynniki korelacji między konsystencją a zawartością protopektyn, hemiceluloz i sumy polisacharydów nieskrobiowych i ligniny – o wartościach powyżej 0,5. Zależność ta wykazała, że oznaczone frakcje protopektyn, hemiceluloz oraz sumy NSP i ligniny wpływały na konsystencję badanych prób. Wraz ze wzrostem zawartości tych frakcji wzrastała twardość frytek. Sharma i wsp. [29] podają, że twardość tkanek roślinnych oznaczona przy użyciu penetrometru wzrasta wraz z wyższą zawartością nierozpuszczanych pektyn i hemiceluloz w komórkach.

Na rys. 4. przedstawiono procentowy udział wpływu zawartości badanych składników na konsystencję frytek przy zastosowaniu metody analizy regresji wielokrotnej. Stwierdzono, że największy wpływ na konsystencję gotowego produktu miała zawartość skrobi w bulwach – 70,9% i mniejszy wpływ zawartość sumy polisacharydów nieskrobiowych i ligniny – 21,7%. Oddziaływanie białka w kształtowaniu tekstury frytek nie było istotne statystycznie.



Rys. 4. Wpływ składników chemicznych ziemniaka na konsystencję frytek.

Fig. 4. The influence of the chemical composition of raw potato tuber on the texture of French fries.

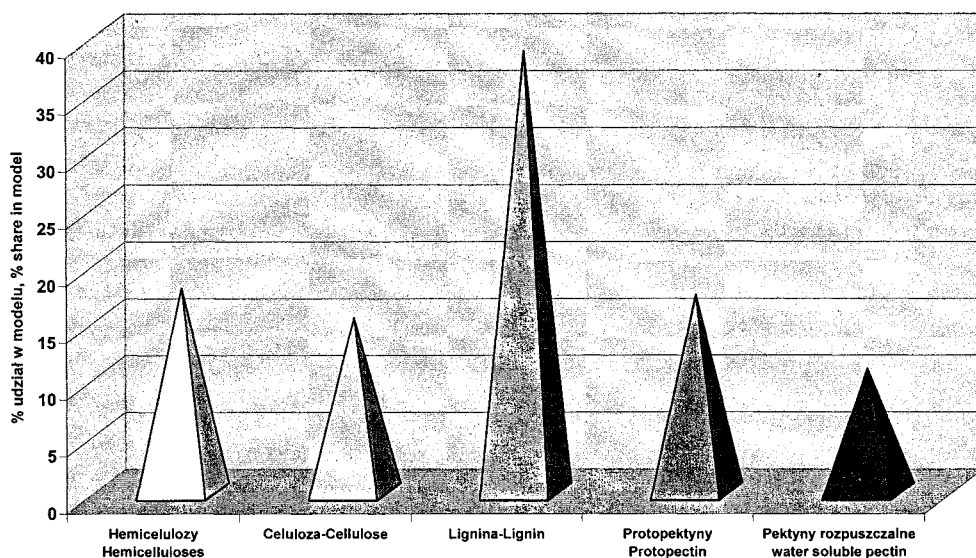
Tabela 4

Współczynniki korelacji i poziomy istotności między zawartością polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach, a pomiarami konsystencji frytek mierzonej przy użyciu Stevensa QTS 25.
Correlations coefficient and significant levels between the contents of non-starch polysaccharides and lignin in potato tubers and the texture of French fries by Stevens QTS 25 measurements.

Składniki Components	Współczynniki korelacji między zawartością składników a konsystencją r Correlation coefficient between the contents of components and texture	Poziomy istotności α Significant level
Pektyny / Pectins	0.3885	**
Hemicelulozy / Hemicelluloses	0.6275	***
Celuloza / Cellulose	0.0466	n.i.
Lignina / Lignin	0.3652	**
Suma polisacharydów nieskrobiowych i ligniny / Total of non-starch polysaccharides and lignin	0.5164	***
Protopektyny / Protopectins	0.7123	***
Pektyny rozpuszczalne / Water soluble pectins	0.4597	***

Na rys. 5. zamieszczono wyniki zależności konsystencji frytek mierzonej przy zastosowaniu aparatu typu Stevens QTS 25, od zawartości hemiceluloz, celulozy, ligniny, protopektyn i pektyn rozpuszczalnych w bulwach ziemniaka według metody analizy regresji wielokrotnej. Wykazano, że największy wpływ na kształtowanie konsystencji frytek miała zawartość ligniny (38%), a następnie hemiceluloz, protopektyn i celulozy w bulwach.

Na podstawie badań stwierdzono, że zawartość polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwie ziemniaka oraz we frytkach, a także ich skład może mieć wpływ na kształtowanie się konsystencji gotowego produktu.



Rys. 5. Wpływ frakcji polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach ziemniaka na konsystencję frytek.

Fig. 5. The influence of non-starch polysaccharides and lignin fractions in potato tuber on the texture of French fries.

Wnioski

1. Zawartość polisacharydów nieskrobiowych i ligniny była zróżnicowana w zależności od odmiany ziemniaka. W sumie oznaczonych polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w bulwach ziemniaka, największy udział stanowiły frakcje: celulozy (33%), hemiceluloz (29%) i protopektyn (18%).

2. Największy udział w sumie zawartości NSP i ligniny we frytkach sporządzonych z badanych prób ziemniaka stanowiły hemicelulozy (41%), protopektyny (27%) i celuloza (23%).
3. Zawartość skrobi oraz poszczególnych frakcji polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w ziemniaku związana była z konsystencją frytek – czym wyższa zawartość tych związków, tym bardziej twardy produkt. Na kształtowanie konsystencji frytek największy wpływ miała zawartość skrobi w ziemniaku – 70.9%, następnie suma NSP i ligniny – 21.7%.
4. Spośród frakcji NSP i ligniny pozostałych we frytkach po obróbce termicznej ziemniaka, największy wpływ na kształtowanie konsystencji wywierała lignina (39%), a następnie hemicelulozy (18%) i protopektyny (17%).

Fragment pracy doktorskiej

Promotor: prof.dr hab. Grażyna Lisińska, Akademia Rolnicza Wrocław.

Recenzenci: doc. dr hab. Kazimiera Zgórska, IHAR Oddział Jadwisin, prof. dr hab. Waclaw Leszczyński, Akademia Rolnicza Wrocław

LITERATURA

- [1] Adler G.: Kartoffeln und Kartoffelerzeugnisse, Paul Parey, Berlin, Hamburg, 1971, 93.
- [2] Baryłko-Pikielna N., Janicki A.: Jakość sensoryczna a akceptacja żywności przez konsumentów. *Przem. Spoż.*, **1**, 1997, 46.
- [3] Baryłko-Pikielna N.: Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT, Warszawa 1975.
- [4] Beschreibende Sortenliste für Kartoffeln. Hamburg 1993.
- [5] Dever J.E., Bandurski R.S., Kiviliaan A.: Partial chemical characterization of corn root cell walls. *Plant Physiol.*, **43**, 1968, 50.
- [6] Englyst H.: Classification and measurement of plant polysaccharides. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **23**, 1989, 27.
- [7] Gould W.A.: Watch colour, flavour and texture when freezing French fried potatoes. *Food Packer*, **35**, 1954, 52.
- [8] Hasik J., Dobrzańska A., Bartnikowska E.: Rola włókna roślinnego w żywieniu człowieka. SGGW, Warszawa 1997.
- [9] Horubała A.: Niektóre aspekty obiektywnej oceny tekstury żywności. *Przem. Spoż.*, **12**, 1971, 477.
- [10] Insytut Ziemniaka. Charakterystyka zrejonizowanych odmian ziemniaka. Bonin, 1996.
- [11] Jaswal A.S.: Non-starch polysaccharides and the texture of french fried potato. *Am Potato J.*, **47**, 1970, 311.
- [12] Jaswal A.S.: Pectic substances and the texture of french fried potato. *Am. Potato J.*, **46**, 1969, 168.
- [13] Jaswal A.S.: Texture of french fried potato: Chemical composition of non-starch polysaccharides. *Am. Potato J.*, **66**, 1989, 835.
- [14] Jaswal A.S.: Texture of french fries potato: Quantitive determinations of non-starch polysaccharides. *Am. Potato J.*, **68**, 1991, 835.

- [15] Keijbets M.J.H.: Pectic substances in the cell wall and the intercellular cohesion of potato tuber tissue during cooking. Thesis Wageningen 1974.
- [16] Kita A., Tajner-Czopek A., Lisińska G.: Oznaczanie pektyn i protopektyn w bulwach ziemniaka. Materiały XXVIII Sesji Naukowej KTChiŻ PAN nt.: „Postępy w Technologii i Chemii Żywności”. Gdańsk 1997, 282.
- [17] Kołożyn-Krajewska D.: Cechy sensoryczne-tekstura. (Na podstawie referatu A. Sumackiej-Szcześniak). Przem. Spoż., 2, 1995, 46.
- [18] Kowalczyk J., Żebrowska T.: Włókno w żywieniu przeżuwaczy. Materiały Konferencji Naukowej „Włókno pokarmowe-skład chemiczny i biologiczne działanie”, Radzików 1997, 119.
- [19] Lewosz J., Reda S., Ryś D., Jastrzębski K., Piątek I.: Skład chemiczny bulw ziemniaka, a ich odporność na uszkodzenia mechaniczne. Biul. Inst. Ziemn., 18, 1976, 31.
- [20] Lisińska G., Leszczyński W.: Potato Science and Technology, Elsevier Applied Science, London, New York, 1989.
- [21] Lisińska G., Pawłowska A.: Jakość ziemniaka smażonego. Cz. V. Obiektywna metoda oznaczania barwy frytek. Zesz. Nauk. AR Wroc., Technol. Żyw. IV, 1986, 113.
- [22] McComb E.A., McCready R.M.: Colorimetric determination of pectic substance. Anal. Chem., 24, 1952, 1630.
- [23] Müller K.: über Zellgerüst - und Strukturelemente in der Kartoffel und ihre Bedeutung für die Verwertungseignung der Knolle. 6. Kartoffel-Tagung, Detmold 1984, 57.
- [24] Piekarska J., Łoś-Kuczera M.: Skład i wartość odżywcza produktów spożywczych. PZWL, Warszawa 1983.
- [25] Pijanowski E., Mroźewski S., Horubała A., Jarczyk A.: Technologia produktów owocowych i warzywnych. PWRiL, Warszawa 1973.
- [26] Praca zbiorowa pod red. Roztropowicz S.: Charakterystyka zrejonizowanych odmian ziemniaka. Bonin 1996.
- [27] Praca zbiorowa pod red. Sikorskiego Z.: Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności. WNT, Warszawa 1996.
- [28] Rogalski J., Jamroz J.: Potencjalne możliwości wykorzystania surowców ligninocelulozowych. Post. Nauk. Rol., 1, 1994, 3.
- [29] Sharma M.K., Isleib D.R., Dexter S.T.: The influence of specific gravity and chemical composition on hardness of potato tubers after cooking. Am Potato J., 36, 1959, 105.
- [30] Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G.: Oznaczanie polisacharydów nieskrobiowych w bulwach ziemniaka. Materiały XXVIII Sesji Naukowej KTChiŻ PAN nt.: „Postępy w Technologii i Chemii Żywności”. Gdańsk 1997, 270.
- [31] Talburt W.F., Smith O.: Potato Processing. (4 ed). AVI Van Nostrand Reinhold Comp. New York 1987.
- [32] van Buren J.P., Moyer J.C., Wilson D.E., Robinson W.B, Hand D.B.: Influence of blanching conditions on sloughing, splitting and firmness of canned snap beans. J. Sci. Food Agricult., 18, 1967, 77.
- [33] Varela G., Bender A.E., Morton I.D.: Frying of Food. Principles, Changes, New Approaches. Ellis Horwood Ltd. Chichester, England 1988.
- [34] Varo P., Veijalainen K., Koivistoinen P.: Effects of heat treatment on the dietary fibre contents of potato and tomato. J. Food Technol., 19, 1984, 485.
- [35] Wojciechowicz M.: Enzymy drobnoustrojów zwyczajowych katalizujące rozkład wielocząsteczkowych składników pokarmowych paszy w żwaczu. Cz.III. Pektyny. Post. Nauk Roln., 3, 1994, 61.
- [36] Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Zellwandbestandteile verschiedener Kartoffelsorten. 7. Kartoffel-Tagung, Detmold 1985, 58.

THE TEXTURE OF THE FRENCH FRIES AS AN EFFECT OF THE CONTENT AND COMPOSITION OF POLYSACCHARIDES IN THE RAW POTATO**S u m m a r y**

In the latest years we pay attention to the contents and composition of non-starch polysaccharides and lignin (dietary fiber) in a raw potato tuber. The content of particular fractions of non-starch polysaccharides and lignin (dietary fiber) in raw potato tubers and their influence on the texture of French fries were studied. The texture of ready product was created in the most degree by the influence of lignin and next by hemicelluloses, protopectins and cellulose effects. ☒