

ELŻBIETA BACA, KRYSZYNA SKIBNIEWSKA, KRZYSZTOF BARANOWSKI,
JANUSZ ZAKRZEWSKI, ELŻBIETA SŁOWIK, DOROTA MELLER,
MARCIN KARAŚ, MAŁGORZATA MIELCARZ

WPLYW WARUNKÓW TECHNOLOGICZNYCH PRODUKCJI CHLEBA PSZENNEGO NA STOPIEŃ ROZKŁADU KWASÓW FITYNOWYCH

Streszczenie

Określono wpływ niektórych zabiegów technologicznych takich jak obróbka cieplna mąki pszennej, temperatura oraz czas fermentacji ciasta, a także dodatek fitazy do ciasta na rozkład kwasów fitynowych i stopień uwalniania wapnia i żelaza z chleba pszennego.

Badania prowadzono w Instytucie Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie na pszennym cieście chlebowym z 10%-owym dodatkiem preparatu błonnikowego z wysłodzin piwowarskich oraz węgla wapnia. Zawartość kwasów fitynowych i tym samym stopień ich rozkładu określano metodą HPLC. Zawartość wapnia i żelaza w chlebach oznaczano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej płomieniowej (FAAS), a zawartość wapnia i żelaza przyswajalnego metodą enzymatycznego trawienia *in vitro*.

Stwierdzono m.in., że chleby otrzymane z mąki pszennej po obróbce cieplnej wykazywały niższą zawartość kwasów fitynowych niż chleby otrzymane z mąki pszennej nie poddanej obróbce, co wskazuje na częściowy rozkład związków fitynowych w mące pod wpływem podwyższonej temperatury.

Podwyższenie temperatury fermentacji z 15^oC i 20^oC do 30^oC spowodowało wyraźne zwiększenie stopnia hydrolizy kwasów fitynowych, co obniżyło znacznie ich stężenie zwłaszcza w chlebie z mąki po obróbce cieplnej. Wskazuje to na wyższą aktywność fitazy w wyższej temperaturze i tym samym większy stopień rozkładu kwasów fitynowych.

Wydłużenie czasu fermentacji ciasta z 0,5 h do 3 h w temperaturze 30^oC obniżyło wyraźnie zawartość kwasów fitynowych w otrzymanych chlebach (o ok. 12 % bez obróbki cieplnej i o ok. 24 % po obróbce cieplnej mąki) Natomiast wydłużenie czasu fermentacji z 3 h do 16 h spowodowało tylko nieznaczne ich zmniejszenie. Dodatek enzymu fitazy do ciast fermentowanych przez 0,5 h wpłynął na znaczący, bo ok. 55 % spadek poziomu zawartości kwasów fitynowych w chlebach w porównaniu z wariantem bez dodatku fitazy. W przypadku chleba z mąki po obróbce cieplnej z dodatkiem fitazy spadek ten był nieznacznie

Dr inż. E. Baca, dr inż. K. Baranowski, mgr inż. D. Meller, mgr inż. M. Karaś, mgr inż. M. Mielcarz, Zakład Technologii Piwa i Słodu, J. Zakrzewski, E. Słowik, Zakład Technologii Zbóż i Piekarnictwa, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa
Dr hab. K. Skibniewska, Zakład Technologii Żywności i Żywnienia, Politechnika Koszalińska, ul. Kwiatkowskiego 6e, 75-343 Koszalin

wyższy (58 %) Wydłużenie czasu fermentacji ciasta z 0,5 h do 3 h w temperaturze 30°C spowodowało bardzo znaczący, 70 % rozkład kwasów fitynowych w otrzymanych chlebach.

Dodatek fitazy i przedłużenie czasu fermentacji ciasta, wpłynął na ok. 11 % zwiększenie przyswajalności wapnia i 78%-owe uwolnienie żelaza.

Słowa kluczowe: chleb pszenny, kwasy fitynowe, fitaza

Wprowadzenie

Kwas fitynowy (IP6, kwas inozytosześcioletowy, sześćcioletowy inozytolu, heksafosforan inozytolu) zawierający 6 grup fosforowych oraz jego pochodne, zawierające od 3 do 5 grup fosforowych (IP3, IP4 i IP5), występują w niektórych ziarnach i nasionach roślin strączkowych np. fasoli, kukurydzy, a także w otrębach i w mąkach zbóż. Rozłożenie ich w ziarnie nie jest równomierne. Uważa się, że kwasy fitynowe służą do magazynowania kationów w nasionach. Jako ufosforowane węglowodany, wykazują właściwości chelatujące w przewodzie pokarmowym człowieka i wiążą kationy i tym samym umożliwiają usuwanie z organizmu nadmiaru metali; głównie żelaza. Posiadają właściwości antyoksydacyjne oraz antynowotworowe i przeciwnowotworowe w odniesieniu do takich chorób jak: rak piersi, sutka, prostaty, jelita grubego oraz okrężnicy [1, 2, 3]. Stwierdzono, że kwas fitynowy oraz jego izomery znajdujące się w chlebie pieczonym na drożdżach z mąki z pełnego przemiału (w mniejszym stopniu z białej mąki), tworzą nierozpuszczalne połączenia z obecnymi w mące mikroelementami takimi jak Fe, Zn, Ca, Na, P, Mg i Mn, tworząc tzw. fityniany żelaza, cynku, wapnia, sodu, fosforu, magnezu i manganu [5]. Tym samym dochodzi do zmniejszenia biodostępności, a nawet zablokowania wchłaniania tych metali do organizmu. Dotyczy to także kwasu fitynowego i jego pochodnych obecnych w innych surowcach oraz produktach spożywczych. Z tego powodu związki te są zaliczane do grupy tzw. czynników antyżywnościowych.

Kwasy fitynowe tworząc kompleksy z magnezem i potasem odkładają się w warstwie aleuronowej. Wyjątek stanowi kukurydza, w której ziarnie 95 % kwasów fitynowych znajduje się w zarodku. W nasionach spełniają one rolę zapasu energii i związków mineralnych, potrzebnych do budowy nowej rośliny.

Kwasy fitynowe oddziałują także z innymi cząsteczkami, głównie z białkami obniżając tym samym ich rozpuszczalność. W organizmie ssaków tworzą także połączenia jonowe z enzymami i przez to mogą ograniczać ich funkcje fizjologiczne. W świetle powyższych faktów istotne znaczenie mają zabiegi technologiczne obniżające ich zawartość w surowcach i produktach spożywczych i zwiększające biodostępność mikroelementów [4, 5, 6]. Szereg czynników fizycznych i technologicznych może modyfikować stopień wiązania kationów przez kwasy fitynowe. Warunki prowadzenia procesu technologicznego podczas wytwarzania ciast i wypieku pieczywa dzięki m.in.

aktywności fitaz mogą wpływać na uwalnianie składników mineralnych, co może być wykorzystane w procesie wzbogacania pieczywa w Ca i Fe.

Ostatnio podejmowane są próby zredukowania fitynianów zarówno w surowcach jak i produktach spożywczych. Np. poprzez odpowiednie mielenie ziaren zbóż i mniejsze lub większe usunięcie warstwy aleuronowej ziaren, możliwe jest otrzymanie mąki o znacznie zredukowanej zawartości fitynianów.

W warstwie aleuronowej, obok fitynianów, znajduje się także enzym fitaza, który wykazuje zdolność hydrolizowania kwasu fitynowego do myoinozytolu i ortofosforanów, a optimum jego działania - to lekko kwaśne środowisko (pH 4,5 - 5,0) i zakres temperatur (50 - 55⁰C)

Generalnie rzecz ujmując do zredukowania zawartości kwasów fitynowych w produktach ziarnistych stosowane są zabiegi:

- **techniczne** – tzn. oddzielanie ich warstwy zewnętrznej zawierającej zwykle najwięcej kwasów fitynowych, oraz zabiegi
- **biotechnologiczne** – tzn. rozkład kwasów fitynowych za pomocą enzymu fitazy.

W przypadku zabiegów biotechnologicznych wykorzystuje się metody polegające na:

- stworzeniu optymalnych warunków dla działania naturalnie występujących w tych produktach fitaz poprzez zmianę pH, temperatury i rozpuszczalności lub
- dodawaniu wyizolowanych fitaz do tych produktów, wytwarzanych przez bakterie mlekowe i drożdże. Np. przez zwiększenie dawki drożdży lub dodatek siodu możliwe jest obniżenie zawartości kwasu fitynowego.

Działanie fitaz zależy od ich aktywności, a w szczególności od przemiału mąki, pH ciasta, temperatury procesu przygotowania ciasta, zawartości wody w cieście oraz czasu fermentacji.

Istotnym czynnikiem bioaktywnym, wywierającym udokumentowany, korzystny wpływ na zdrowie i wydajność organizmu człowieka jest m.in. błonnik pokarmowy, a jego głównym źródłem w codziennej diecie człowieka są produkty zbożowe, warzywa i owoce oraz nasiona roślin strączkowych. Udział błonnika w diecie powinien wynosić 30 - 35 g dziennie.

Poszczególne produkty różnią się nie tylko ilością, ale i jakością błonnika. W zbożach dominują hemicelulozy, owoce bogate są w pektyny, a niektóre warzywa w ligninę. Substancje beta-glukanowe i pentozowe znajdują się głównie w zewnętrznych warstwach ziarna, szczególnie w warstwie aleuronowej, stanowiącej główną część otrąb owsianych. Zawartość błonnika pokarmowego zależy od przemiału mąki. Podczas przemiału większość błonnika zostaje usunięta z łuską ziarna, zmniejszając jego zawartość w końcowym produkcie. Wiele produktów spożywczych obecnych na rynku jak np. chleby jest uboższych w błonnik, dlatego też dużą popularnością cieszą się ostatnio preparaty błonnikowe (m.in. z wysłodzin piwowarskich), dodawane do tych

produktów i podnoszące ich walory zdrowotne. Z kolei w celu uzupełnienia niedoboru metali (głównie wapnia) wiele produktów spożywczych jest wzbogacanych preparatami zawierającymi wapń jak np. węglany wapnia. Preparaty błonnikowe pochodzące z przemiału zbóż zawierają także fityniany.

Głównym celem pracy było określenie wpływu niektórych zabiegów technologicznych takich jak obróbka cieplna mąki pszennej, temperatura oraz czas fermentacji ciasta, a także dodatek fitazy do ciasta na rozkład kwasów fitynowych i stopień uwalniania wapnia i żelaza z chleba pszennego.

Material i metody badań

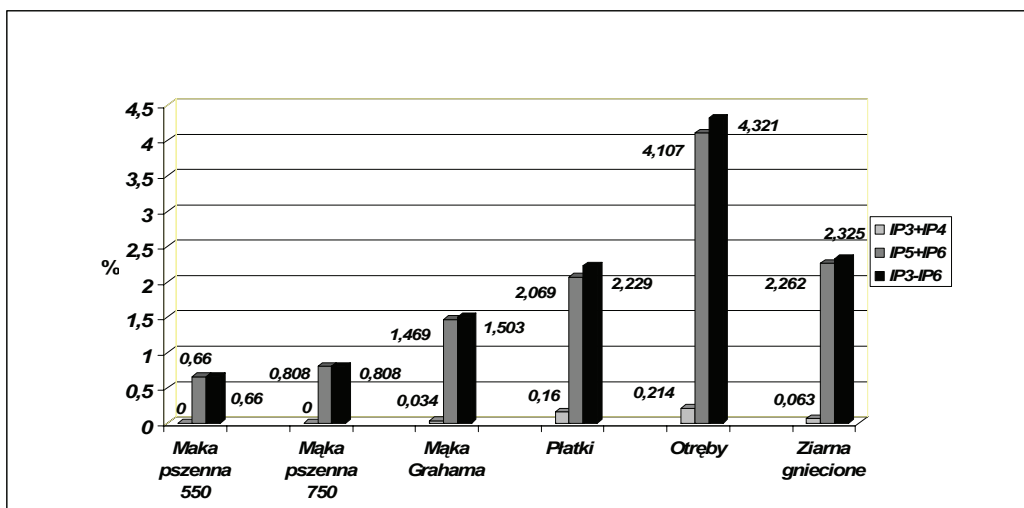
Badania prowadzono w Instytucie Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie na pszennym cieście chlebowym z 10%-owym dodatkiem preparatu błonnikowego z wysłodzin piwowskich oraz węglanu wapnia. Zawartość kwasów fitynowych i tym samym stopień ich rozkładu określano metodą HPLC [7], będącą modyfikacją metod opisanych w literaturze [8 – 12]. Zawartość wapnia i żelaza w chlebach oznaczano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej płomieniowej (FAAS) [13, 14]. Zawartość wapnia i żelaza przyswajalnego oznaczano metodą enzymatycznego trawienia *in vitro* [15].

Wyniki i dyskusja

Na wstępie określono zawartość kwasów fitynowych IP3, IP4, IP5 i IP6 w surowcach z pszenicy z jednej odmiany i w preparatach błonnikowych stosowanych do produkcji chleba (rys. 1 i 2).

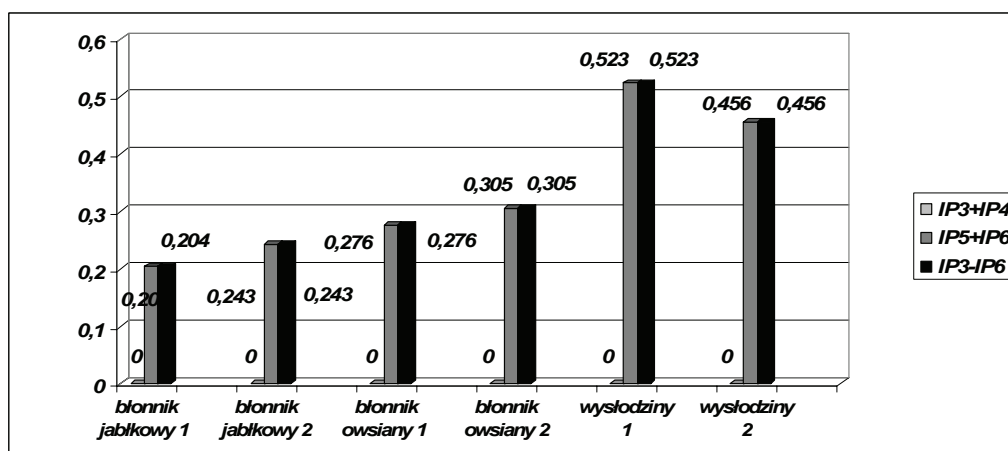
Nie stwierdzono obecności kwasów IP3 i IP4 w mące pszennej, a zawartość kwasów IP5 + IP6, stanowiąca w tym przypadku całkowitą zawartość kwasów fitynowych była najniższa z wszystkich badanych surowców i wynosiła 0,66 i 0,808 g/100 g. W pozostałych surowcach stwierdzono obecność kwasów IP3 + IP4. Nieco wyższą całkowitą zawartość kwasów fitynowych IP3-IP6 wykazała mąka Grahama (1,503 g/100 g) Obecność kwasów fitynowych w płatkach i ziarnach gniecionych była na zbliżonym poziomie i wynosiła odpowiednio 2,229 i 2,325 g/100 g. Zdecydowanie najwięcej kwasów fitynowych, w tym także kwasów IP3 + IP4 (0,214 g/100 g) zawierały otręby (4,321 g/100 g)

We wszystkich badanych błonnikach oraz w wysłodzinach piwowskich nie stwierdzono obecności kwasów IP3 i IP4. Najmniej kwasów IP5 + IP6 zawierał błonnik jabłkowy (0,204 i 0,243 g/100 g), nieco więcej błonnik owsiany (0,276 i 0,305 g/100 g), a najwięcej wysłodziny piwowskie (0,456 i 0,523 g/100 g).



Rys. 1. Zawartość kwasów fitynowych w mąkach, płatkach pszennych, otrębach i ziarnach gniecionych, otrzymanych z jednej odmiany pszenicy

Fig. 1. The content of the phytic acids in flours, wheat flakes, brans, and wheat knead corns obtained from one strain of wheat, g/100g

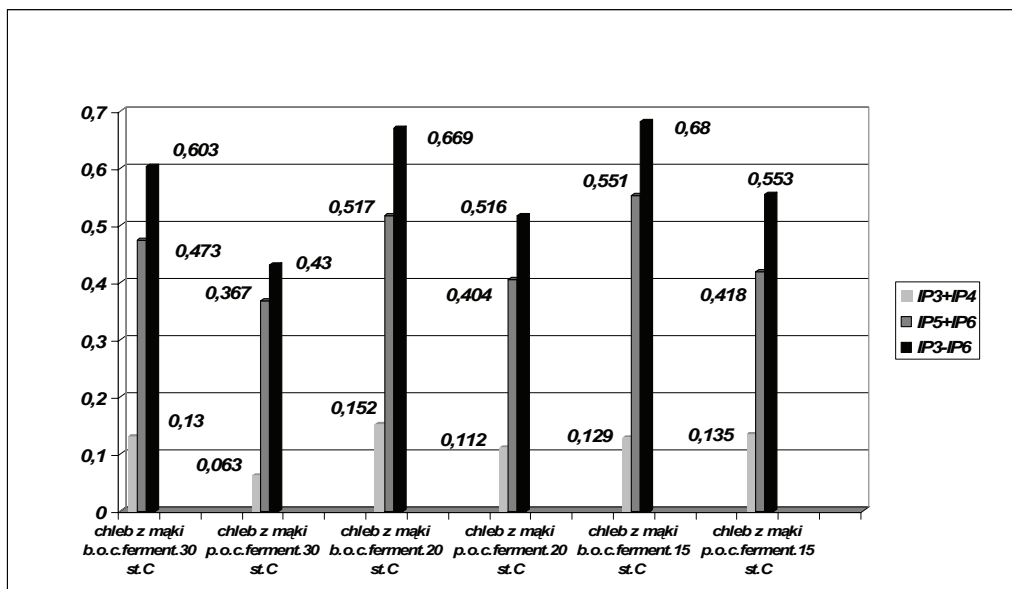


Rys. 2. Skład kwasów fitynowych w preparatach łóńnikowych z wycłóków jabłkowych, łuski owsianej i wysłodzin piwowarskich, g/100 g

Fig. 2. The content of the phytic acids in the fibres from the apple pomaces, oat glumes and spent grains, g/100g

Badano wpływ obróbki cieplnej mąki, temperatury, czasu fermentacji ciasta z użyciem drożdży oraz dodatku fitazy na stopień rozkładu kwasów fitynowych. Przeprowadzono próby wypieku chlebów z mąki pszennej bez obróbki cieplnej i z mąki pszennej po obróbce cieplnej, prowadząc 3-godzinną fermentację w temperaturach:

30°C, 20°C i 15°C. Zawartość poszczególnych kwasów fitynowych w wyprodukowanych chlebach przedstawiono na rys. 3.



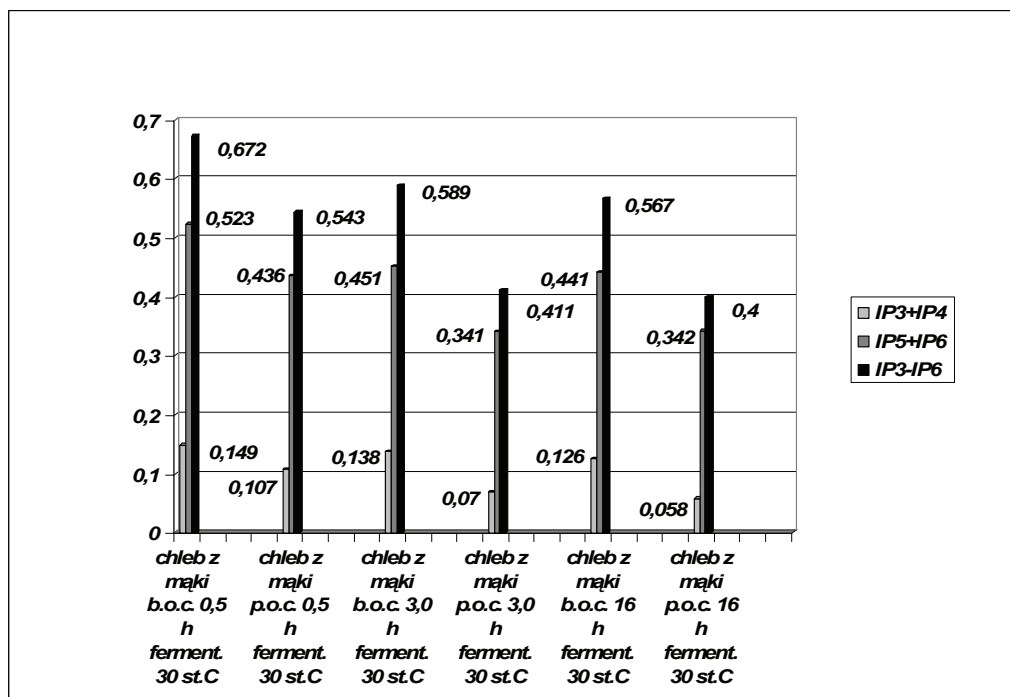
Rys. 3. Wpływ obróbki cieplnej mąki pszennej i temperatury fermentacji ciasta na skład kwasów fitynowych w chlebie, g/100 g (b.o.c. – mąka bez obróbki cieplnej, p.o.c. – mąka po obróbce cieplnej)

Fig. 3 The influence of heat treatment of the wheat flour (thermal processing) and temperature in the dough's fermentation on a composition of phytic acids in the bread, g/100g (b.o.c.- the flour without the heat treatment, p.o.c.- the flour after the heat treatment)

We wszystkich zastosowanych wariantach, chleby otrzymane z mąki pszennej po obróbce cieplnej wykazywały niższą zawartość kwasów fitynowych niż chleby otrzymane z mąki pszennej nie poddanej obróbce. Wskazuje to na częściowy rozkład związków fitynowych w mące pod wpływem podwyższonej temperatury.

Podwyższenie temperatury fermentacji z 15°C i 20°C do 30°C spowodowało wyraźne zwiększenie stopnia hydrolizy kwasów fitynowych, co obniżyło znacznie ich stężenie zwłaszcza w chlebie z mąki po obróbce cieplnej. Jest to spowodowane wyższą aktywnością fitazy w wyższej temperaturze i tym samym większym stopniem rozkładu kwasów fitynowych.

Badano wpływ czasu fermentacji w temperaturze 30°C (0,5 h, 3 h i 16 h) ciasta z pszennej mąki bez obróbki cieplnej i po obróbce cieplnej. Wyniki zamieszczono na rys. 4.



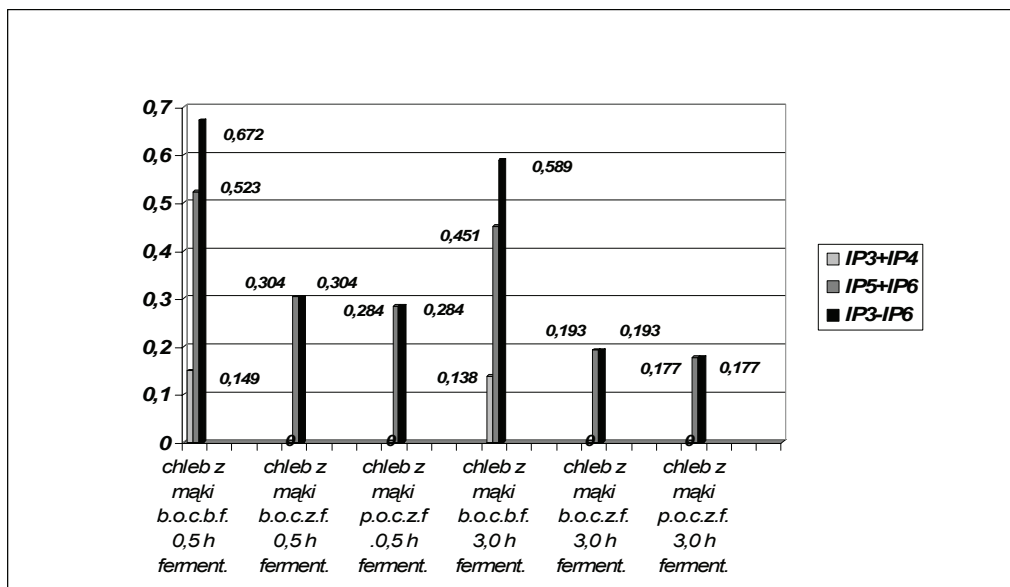
Rys. 4. Wpływ obróbki cieplnej mąki pszennej i czasu fermentacji ciasta na skład kwasów fitynowych w chlebie, g/100 g (b.o.c. – mąka bez obróbki cieplnej, p.oc. – mąka po obróbce cieplnej)

Fig. 4. The influence of heat treatment of the wheat flour (thermal processing) and the time of dough's fermentation on a composition of phytic acids in the bread, g/100g (b.o.c.- the flour without the heat treatment, p.o.c. - the flour after the heat treatment)

We wszystkich zastosowanych wariantach, chleby z mąki pszennej po obróbce cieplnej wykazywały niższą zawartość kwasów fitynowych niż chleby z mąki pszennej nie poddanej obróbce.

Wydłużenie czasu fermentacji ciasta z 0,5 h do 3 h w temperaturze 30°C spowodowało wyraźne obniżenie zawartości kwasów fitynowych w otrzymanych chlebach (o ok. 12% bez obróbki cieplnej i o ok. 24% po obróbce cieplnej mąki) Natomiast wydłużenie czasu fermentacji z 3 h do 16 h spowodowało tylko nieznaczne ich zmniejszenie, co wskazuje na celowość 3-godzinnego prowadzenia fermentacji ciasta dla zapewnienia skutecznego działania enzymu fitazy.

Przeprowadzono również próby mające na celu sprawdzenie wpływu dodatku enzymu fitazy do ciasta z mąki pszennej bez obróbki cieplnej i do ciasta z mąki pszennej po obróbce cieplnej, fermentowanych w temperaturze 30°C przez 0,5 h i 3 h, na stopień rozkładu kwasów fitynowych w gotowych chlebach. Wyniki zamieszczono na rys 5. W otrzymanych chlebach oznaczono także zawartość wapnia i żelaza przyswajalnego (rys. 6 i 7).



b.o.c.b.f. – mąka bez obróbki cieplnej bez dodatku fitazy

b.o.c.z.f. – mąka bez obróbki cieplnej z dodatkiem fitazy

p.o.c.z.f. – mąka po obróbce cieplnej z dodatkiem fitazy

b.o.c.b.f. – the flour without the heat treatment, without the addition of phytase

b.o.c.z.f. – the flour without the heat treatment, with the addition of phytase

p.o.c.z.f. – the flour after the heat treatment, with the addition of phytase

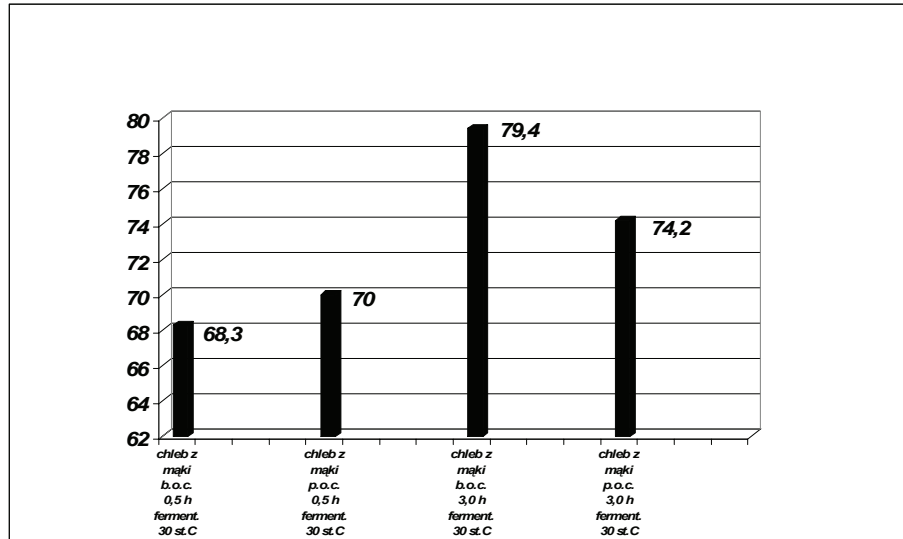
Rys. 5. Wpływ obróbki cieplnej mąki pszennej, dodatku fitazy i czasu fermentacji ciasta na skład kwasów fitynowych w chlebach, g/100 g

Fig. 5. The influence of the heat treatment of the wheat flour (thermal processing), addition of phytase and the time of dough's fermentation on a composition of phytic acids in breads, g/100g

Dodatek enzymu fitazy do ciast fermentowanych przez 0,5 h (wykres 5) spowodował znaczący, bo ok. 55% spadek poziomu zawartości kwasów fitynowych w chlebach w porównaniu z wariantem bez dodatku fitazy. W przypadku chleba z mąki po obróbce cieplnej z dodatkiem fitazy spadek ten był nieznacznie wyższy (58%). Wydłużenie czasu fermentacji ciasta z 0,5 h do 3 h w temperaturze 30°C spowodowało bardzo znaczący, 70% rozkład kwasów fitynowych w otrzymanych chlebach, skutkiem tego powinno być uwolnienie niektórych biopierwiastków. Oznaczono metodą enzymatycznego trawienia *in vitro* zawartość przyswajalnego wapnia i żelaza w chlebie, a wyniki przedstawiono na rys. 6 i 7.

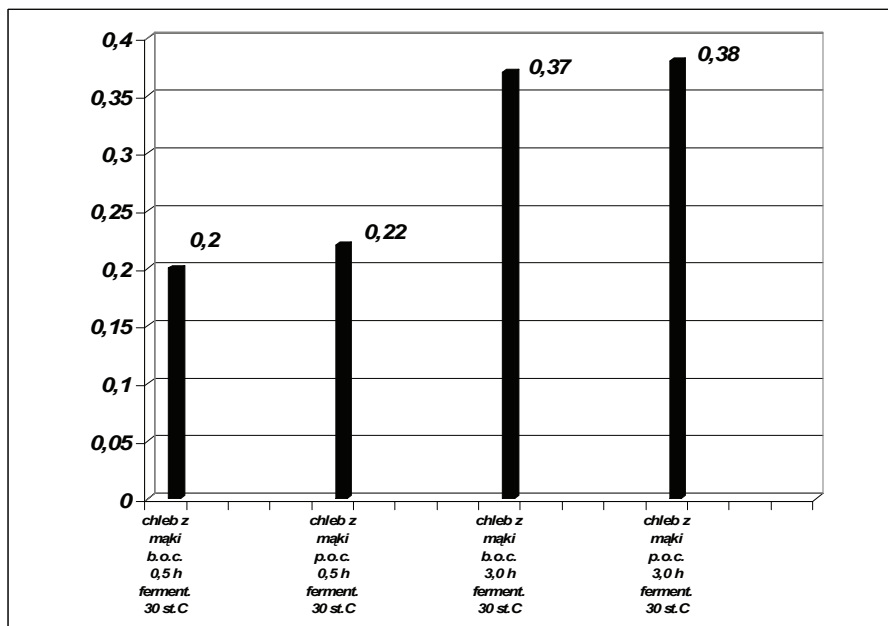
Dodatek fitazy i przedłużenie czasu fermentacji ciasta, wpłynął na ok. 11% zwiększenie przyswajalności wapnia, natomiast obróbka cieplna mąki wydaje się nie mieć istotnego wpływu na jego uwalnianie.

W przypadku żelaza, dodatek fitazy spowodował ok. 78% uwolnienie tego pierwiastka.



Rys. 6. Zawartość wapnia w chlebach pszennych wyprodukowanych z dodatkiem fitazy, wysłodzin piwowarskich i węglanu wapnia, mg/100 g (b.o.c. – mąka bez obróbki cieplnej, p.o.c. – mąka po obróbce cieplnej)

Fig. 6 The content of calcium in the wheat breads produced with the addition of phytase, spent grain and calcium carbonate, mg/100g (b.o.c.- the flour without the heat treatment, p.o.c.- the flour after the heat treatment)



Rys. 7. Zawartość żelaza w chlebach pszennych wyprodukowanych z dodatkiem fitazy, wysłodzin piwowarskich i węglanu wapnia, mg/100 (b.o.c. – mąka bez obróbki cieplnej, p.o.c. – mąka po obróbce cieplnej)

Fig. 7. The content of iron in the wheat breads produced with the addition of phytase, spent grain and calcium carbonate, mg/100g (b.o.c.- the flour without the heat treatment, p.o.c.- the flour after the heat treatment)

Wnioski

- 1 Obróbka cieplna mąki pszennej, wydłużenie czasu fermentacji ciasta oraz dodatek enzymu fitazy, zwiększają stopień rozkładu kwasów fitynowych i tym samym obniżają ich zawartość w chlebie pszennym wyprodukowanym z dodatkiem 10% błonnika z wysłodzin piwowskich i z dodatkiem węgla wapnia.
- 2 Obniżenie poziomu zawartości kwasów fitynowych w chlebie pszennym powoduje zwiększenie zawartości w nim przyswajalnego wapnia i żelaza.

Literatura

- [1] Shamsuddin Am, Vucenik I, Cole KE.: IP6: A novel anti-cancer agent, *Life Science*, 1997, 61:4; 343 - 54.
- [2] Shamsuddin A.M.: Inositol phosphates have novel anticancer function. *J. Nutrition (Supplement)*, 1995, 125:3 725S - 732S.
- [3] Vucenik I, Yang GY, Shamsuddin AM.: Comparison of pure inositol hexaphosphate and high-bran diet in the prevention of DMBA-induced rat mammary carcinogenesis, *Nutr Cancer*, 1997, 28:1; 7-13.
- [4] G.S. Ranhotra and R.J. Loewe: Effect of wheat phytase on Dietary Phytic Acid, *Journal of Food Science*, vol. 40, nr 3, 1975, 940.
- [5] A.L. Camire and F.M. Clydesdale: Effect of pH and Heat Treatment on the Binding of Calcium, Magnesium, Zinc and Iron to Wheat Bran and Fractions of Dietary Fiber, *Journal of Food Science*, vol. 46, nr 3, 1981, 548.
- [6] Hyojee Joung, Gayoung Nam; Suin Yoon; Jeemin Lee; Jae Eun Shim; Hee Young Paik: Bioavailable zinc intake of Korean adults in relation to the phytate content of Korean foods, *Journal of Food Composition and Analysis* 17 (6), 2005, 713 – 724.
- [7] Baranowski K.: Sprawozdanie z pracy naukowo-badawczej o symbolu 3.3.14.: Opracowanie i zwalidowanie chromatograficznej metody oznaczania kwasu fitynowego i fitynianów w surowcach i produktach spożywczych, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie, 2008.
- [8] Hee-Ra Park i inni: Determination of the phytic acid levels in infant foods using different analytical methods, *Food Control*, 17, 2006, 727-732.
- [9] J. Lehrfeld and E. R. Moris: Overestimation of Phytic Acid in Foods by the AOAC Anion-Exchange Method, *J. Agric. Food Chem.*, 1992, 40, 2208-2210.
- [10] J. Lehrfeld: HPLC Separation and Quantitation of Phytic Acid and Some Inositol Phosphates in Foods: Problems and Solutions, *J. Agric Food Chem.*, 42, 1994, 2726-2731.
- [11] J. Lehrfeld: High-Performance Liquid Chromatography Analysis of Phytic Acid on a pH-Stabile, Macroporous Polymer Column, *Cereal Chemistry*, Vol. 66, nr 6, 1989, 510.
- [12] A.-S. Sandberg and R. Ahderinne: HPLC Method for Determination of Inositol Tri-, Tetra-, Penta- and Hexaphosphates in Foods and Intestinal Contents, *Journal of Food Science*, vol. 51, nr 3, 1986, 547.
- [13] Oznaczanie zawartości wapnia, magnezu, sodu i potasu metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej płomieniowej (FAAS), Procedura badawcza Zakładu Analizy Żywności Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie PB-ZAZ/PS 01*30.06.2003, wyd.3. Produkty spożywcze.
- [14] Oznaczanie zawartości żelaza metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej płomieniowej (FAAS), Procedura badawcza Zakładu Analizy Żywności Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie PB-ZAZ/PS 07*30.06.2003, wyd.3. Produkty spożywcze.
- [15] Ikeda S.: Dietary zinc and the zinc components in various food subjected to in vitro enzymatic digestion, *J. Sci. Food Agric.*, 1990, 53, 229-234.

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL CONDITIONS OF BREAD PRODUCTION ON A DEGREE OF PHYTIC ACIDS' DECOMPOSITION

Summary

The influence of some technological procedures, such as heat treatment of wheat-flour (thermal processing), the temperature and the period of dough's fermentation, the addition of phytase to the dough so as to decompose phytic acids, as well as the degree of freeing calcium and iron from the bread, has been described.

The research carried out by the Institute of Biotechnology in Warsaw concerned the wheat-bread's dough with calcium carbonate and the 10% addition of fibers from the spent grain. The content of phytic acids and thus the degree of their decomposition were determined by HPLC. The content of calcium and iron in the bread was described by flame atomic absorption spectroscopy (FAAS), and the content of calcium and iron available- by the method of enzymatic *in vitro* digestion.

It was found that the bread made of wheat-flour, which had been treated by the heat, had a lower content of phytic acids than that made of wheat-flour that hadn't been treated by the heat, which pointed to a partial decomposition of phytic compounds in flour under the influence of the elevated temperature.

Elevating the fermentation's temperature from 15 and 20 to 30°C caused a clear increase in phytic acids' hydrolysis degree, which also lowered considerably their concentration, especially in the bread made of flour which had been previously exposed to the heat treatment. This indicates that in a higher temperature phytase is more active and also the degree of phytic acids' decomposition is higher.

Increasing the fermentation's time from 0,5 h to 3 h in 30°C lowered considerably the content of phytic acids in the obtained bread (about 12% lower without heat treatment and about 24% after it). However, increasing the fermentation's time from 3 h to 16 h caused only insignificant lowering of these acids. The addition of phytase to the dough that had been fermenting for 0,5 h influenced a considerable, 55% decrease in phytic acids' content in the bread, compared with the variant without phytase. In case of bread with the addition of phytase, made of flour that had been treated by the heat, this decrease was slightly bigger (58%). Increasing the fermentation's time from 0,5 h to 3 h in 30°C caused a significant, 70% decomposition of phytic acids in the obtained bread.

The addition of phytase and prolonging the time of dough's fermentation influenced a 11% increase in the calcium and a 78% increase in the iron availability.

Key words: wheat bread, phytic acids, phytase ☒