

Joanna Wyka, Kamila Lipiec, Dominika Mazurek, Jakub Bułynko

WARTOŚĆ ENERGETYCZNA PIECZYWA I JEJ ZMIANY W TRAKCIE PRZECHOWYWANIA

Katedra Żywnienia Człowieka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
Kierownik : dr hab. *M. Bronkowska*

Pieczywo jest produktem zbożowym o krótkim okresie trwałości. Wiąże się to z procesem czerstwienia, na który wpływają intensywne zmiany w strukturze wielu związków pojawiających się po wypieku. Celem pracy było oznaczenie wartości energetycznej pieczywa w trakcie przechowywania.

Materiał badany stanowiły dwa rodzaje chleba: mieszany zwykły oraz chleb żytni jasny, które przechowywano przez 1–6 dni w warunkach pokojowych. Wartość energetyczną oznaczono metodą Rozentala. Zaobserwowano wzrost wartości energetycznej w obu badanych chlebach w porównaniu do chleba świeżego. Wzrost wartości energetycznej w chlebie mieszanym zwykłym był stopniowy i regularny. Natomiast w chlebie żytnim po pierwszym dniu przechowywania nastąpił gwałtowny wzrost wartości energetycznej (o 40%), który w kolejnych dniach spadał.

Słowa kluczowe: pieczywo, czerstwienie, wartość energetyczna, skrobia.
Key words: bread, staling, energy value, starch.

Chleb jest produktem zbożowym, który znajduje się u podstawy piramidy zdrowego żywienia. Instytut Żywności i Żywnienia zaleca spożywanie minimum 5 porcji produktów zbożowych w ciągu dnia. Pieczywo jest bogatym źródłem węglowodanów (z których organizm powinien przede wszystkim czerpać energię), białka oraz witamin z grupy B, błonnika pokarmowego, składników mineralnych (1) i polifenoli (2). Wartość energetyczna chleba kształtuje się w przedziale od 221 kcal/100 g dla chleba staropolskiego do 357 kcal/100 g dla chleba chrupkiego (3). Błonnik pokarmowy zawarty w chlebie (2,2–6,4 g/100 g) poprawia pracę przewodu pokarmowego zapobiegając zaparciom, daje uczucie sytości oraz obniża ryzyko m.in. występowania nowotworów jelita grubego (4, 5). Z badań rynkowych wynika, że świadomość konsumentów nt. wartości odżywczej chleba wzrasta, a skutkiem tego jest popyt na różnorodny asortyment pieczywa sprzedawanego w sklepach. Bezpośrednio po wypieku pieczywa zachodzą w nim intensywne zmiany wpływające na jakość produktu. Obejmują one cechy takie, jak: zdrowotność, smakowitość, wartość odżywczą, świeżość, trwałość oraz atrakcyjność dla konsumenta (6, 7). Procesy ograniczające przydatność pieczywa do spożycia to przede wszystkim proces czerstwienia oraz rozwój pleśni.

Czerstwienie jest definiowane jako ogół zmian chemicznych i fizycznych pojawiających się po wypieku pieczywa, które wydatnie obniżają jego jakość (5). Czer-

stwienie jest procesem bardzo złożonym. Przypuszcza się, że jest ono związane ze zmianami w strukturze wielu składników chleba, przede wszystkim dotyczą one zmian w strukturze skrobi (8, 9). Skrobia jest polisacharydem zbudowanym z monomerów α -D-glukozy połączonych wiązaniami α -glikozydowymi. Składa się z dwóch frakcji różniących się budową: liniowej amylozy oraz rozgałęzionej amylopektyny (10). Zawartość obu frakcji jest odmienna dla gatunków roślin, z których otrzymywana jest skrobia. W pszenicy, amyloza stanowi 20% całkowitej zawartości skrobi, a amylopektyna 80%, natomiast w życie, wartości tych frakcji wynoszą kolejno: 18% i 82% (11). Podczas wypieku chleba, skrobia pod wpływem wysokiej temperatury ulega kleikowaniu, w takiej formie jest ona szybko trawiona przez organizm. Kleik podczas przechowywania ulega retrogradacji poprzez wytrącanie nierozpuszczalnej skrobi. Proces ten przebiega najszybciej w niskiej temperaturze (12). W procesie przechowywania pieczywa zaleca się stosowanie odpowiedniej temp. (18–20°C) i wilgotności (75%) (5). Cząsteczki amylozy szybko asocjują w pierwszej fazie czerstwienia, natomiast amylopektyna powoli krystalizuje tworząc zwartą strukturę, charakterystyczną dla czerstwego pieczywa (13, 14). Chleb taki posiada wyższą zawartość skrobi odpornej (10), wchodzącej w skład błonnika pokarmowego oraz cechuje się lepszą przyswajalnością w porównaniu do chleba świeżego. Zawartość skrobi odpornej w pieczywie jest wyższa niż w cieście, a jej ilość zwiększa się podczas przechowywania (10). Ze względu na dużą strawność czerstwego pieczywa jest ono zalecane w dietach bogato resztkowych stosowanych np. w uchyłkowatości (4).

Czerstwe pieczywo, mimo iż pozytywnie oddziałuje na zdrowie jest wyrzucane, gdyż nie jest już atrakcyjne sensorycznie dla konsumentów. Według danych (15) w ostatnich latach przeciętne miesięczne spożycie pieczywa i produktów zbożowych w Polsce znacząco spadło i obecnie wynosi 6,70 kg/osobę, w tym 4,46 kg stanowi pieczywo. Pomimo spadku spożycia pieczywa jego produkcja w Polsce od kilku lat utrzymuje się na tym samym poziomie (16). Przyczyną tego zjawiska jest m.in. wyrzucanie czerstwego pieczywa. Wykazano, że co roku w Polsce 1/3 żywności nadającej się jeszcze do spożycia ulega zmarnowaniu (17). Straty te, sięgają blisko 9 mln ton żywności, w tym 2 mln marnowane jest w gospodarstwach domowych, a pozostałe 7 mln w zakładach produkcyjnych (18). Najczęstszymi powodami wyrzucania żywności w Polsce jest przekroczenie terminu przydatności do spożycia, uszkodzenie opakowania oraz zbyt duże porcje posiłków (19). Z badań przeprowadzonych przez Instytut Millward Brown, a przedstawionych w Raporcie FPBŻ (18) wynika, że 53% Polaków ma świadomość marnowania żywności, lecz mimo tego często zdarza im się ją wyrzucać. Natomiast 57% badanych stwierdziło, że marnowanie jedzenia nie jest dla nich ważnym problemem (18). Brak zdecydowanych działań w zakresie zminimalizowania tego zjawiska wywiera wielowymiarowe, negatywne skutki, zarówno ekonomiczne, jak i ekologiczne oraz społeczne (20). Istnieje wiele sposobów wykorzystywania pieczywa czerstwego w gospodarstwie domowym, m.in. jako: zagęszczacz do zup i sosów, bułka tarta, zamiennik mąki, grzanki, dodatek do kotletów, pulpetów, farszu, karma dla zwierząt. Nowym kierunkiem wykorzystania odpadów piekarskich jest produkcja biopaliw (21, 22).

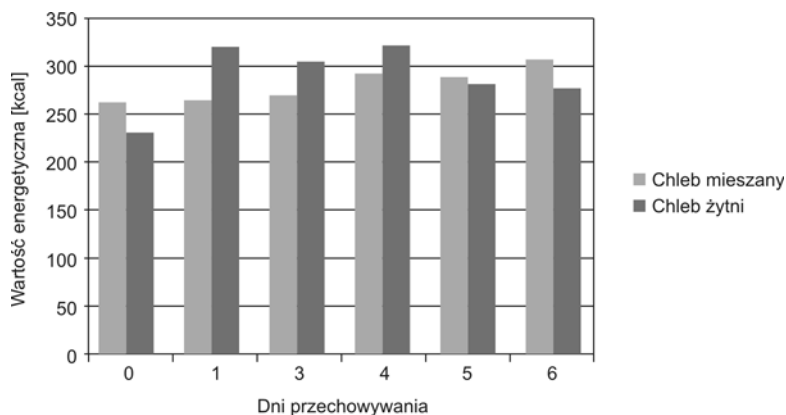
Celem pracy było oznaczenie wartości energetycznej pieczywa różnego typu podczas przechowywania.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły dwa rodzaje chleba: mieszany zwykły (pszenno-żytni) oraz chleb żytni jasny. Oba rodzaje pieczywa zakupiono w ilości 1 kg i przechowywano w temp. pokojowej 20–25°C przez 6 dni. Wartość energetyczną chleba oznaczono metodą *Rozentala* (23) za pomocą dwuchromianu potasu w środowisku kwasu siarkowego. Nadmiar zużytego dwuchromianu ustalono przez miareczkowanie mianowanym roztworem tiosiarczanu sodu. Próbkę chleba (1 g) w dwóch powtórzeniach przygotowano zgodnie z PN-72/A-74001. Wartość energetyczną produktu wyrażono na 100 g uwzględniając próbę ślepą oraz odpowiednie przeliczenia.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W badanym pieczywie zaobserwowano zmiany wartości energetycznej w trakcie przechowywania (ryc. 1). Wykazano wzrost wartości energetycznej w chlebie mieszanym zwykłym. Zmiana ta była stopniowa i regularna, w 1 dniu przechowywania wynosiła 264,1 kcal (1100 kJ), w 3 dniu – 271,3 kcal (1130,0 kJ), a w 6 dniu 307,0 kcal (1280,0 kJ). Przyczyną wzrostu wartości energetycznej były procesy zachodzące podczas czerstwienia pieczywa, takie jak zmiany w strukturze skrobi oraz utrata wody.

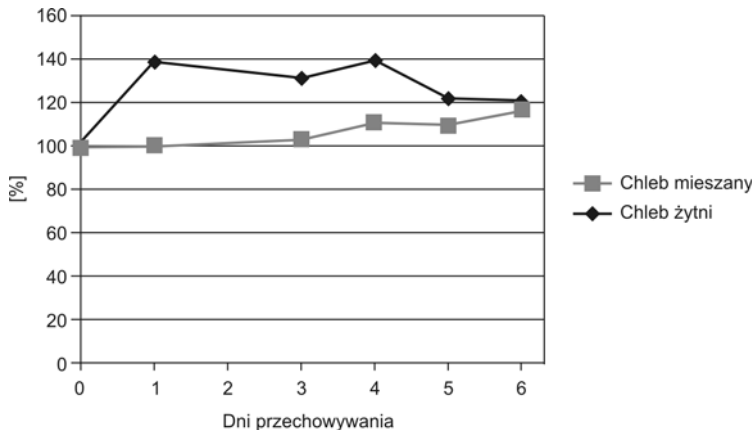


Ryc. 1. Zmiana wartości energetycznej w zależności od czasu przechowywania.

Fig. 1. Change in the energy value depending on storage.

Natomiast w chlebie żytnim jasnym po pierwszym dniu przechowywania zaobserwowano wzrost wartości energetycznej w stosunku do pieczywa świeżego o ok. 40%. Wartość energetyczna pieczywa świeżego wynosiła 232,0 kcal (967,4 kJ), a w 1 dniu przechowywania 321,3 kcal (1338,5 kJ) – ryc. 2. Wzrost wartości energetycznej po pierwszym dniu przechowywania chleba żytniego należy przypisać zmianom zawartości wody. Struktura ciasta żytniego jest tworzona przede wszystkim przez skrobię, a nie gluten, jak w przypadku ciasta pszennego (7). Skrobia

absorbuje więcej wody niż gluten, dlatego też ciasto żytnie jest bardziej wilgotne. Ponadto, pieczywo żytnie posiada wysoką wilgotność dzięki zawartości pentozanów (5, 24). Niektórzy autorzy uważają, że proces czerstwienia nie jest powodowany przez straty wody, lecz jej migrację między skrobią a glutenem (9, 22). Wartość energetyczna pieczywa żytniego obniżyła się po trzecim dniu przechowywania, co można wytłumaczyć większym udziałem frakcji amylopektyny w chlebie żytnym niż pszennym. Podczas przechowywania, gdy amylopektyna powoli ulega retrogradacji zwiększa się zawartość skrobi opornej, co powoduje obniżenie wartości energetycznej pieczywa.



Ryc. 2. Procentowa zmiana wartości energetycznej w stosunku do pieczywa świeżego.

Fig. 2. Percentage change in the value of energy in relation to fresh bread.

Wzrost wartości energetycznej w chlebie czerstwym wynika również z tego, iż pieczywo czerstwe ma mniejszą wilgotność niż świeże, więc posiada także mniejszą masę. W związku z tym, składniki pozostające w chlebie zwiększają swoją procentową zawartość w stosunku do całości badanej próbki. Z tego względu dochodzi do wzrostu wartości energetycznej, a także wartości odżywczej w pieczywie czerstwym. Pomimo odmiennych walorów organoleptycznych pieczywa czerstwego (m.in. kruchość, twardość), ale ze względów prozdrowotnych i ekonomicznych poleca się jego większe spożycie i wykorzystywanie przez konsumentów.

WNIOSKI

1. Wartość energetyczna pieczywa mieszanego zwykłego i żytniego jasnego wzrasta w trakcie przechowywania.
2. W zależności od rodzaju mąki użytej do wyrobu chleba wzrost wartości energetycznej może być stopniowy (pieczywo mieszane zwykłe) lub przyspieszony (pieczywo żytnie jasne).
3. Pieczywo czerstwe powinno być wykorzystywane w gospodarstwach domowych jako produkt o wysokiej wartości energetycznej i prozdrowotnej.

Autorzy składają serdeczne podziękowania członkom SKN „Żywnie człowieka” mgr inż. Joannie Hyla, mgr inż. Małgorzacie Romańczuk, mgr inż. Agnieszce Chudy, mgr inż. Marcie Chrzanowskiej, inż. Agnieszce Paluch, inż. Dorocie Pogodzie, inż. Małgorzacie Półtorak za zaangażowanie i pomoc podczas pracy laboratoryjnej.

J. Wyka, K. Lipiec, D. Mazurek, J. Bułyńko

THE ENERGY VALUE OF BREAD AND ITS CHANGES DURING STORAGE

Summary

Bread is a cereal product with a short shelf life. It is subject to the staling process, involving changes in the structure of a large number of its constituents that take place after baking. The aim of the study was to determine the direction of changes in the energy value of bread during storage. Two types of bread were tested: rye-wheat blend (plain) bread, and clear rye bread, which were stored for 1-6 days at ambient conditions. The energy value was determined by Rozenthal method. An increase of energy value was noted in both breads after storage, compared to fresh bread. The increase of energy value in the mixed bread was gradual and regular, while in rye bread there was a sharp increase in energy value after the first day of storage, which in the next days decreased, but still was higher than the baseline. Changes in the structure of the bread start right after baking. Those changes are attributable primarily to the retrogradation of starch and gluten, and water migration between the components. The differences in the changes of energy value in the investigated breads are due to the type and quantity of flour used to prepare bread. Rye flour has a higher proportion of amylopectin than wheat flour, so the starch in rye bread retrogrades slower than in the wheat bread. The bread is no longer moist, fresh, or preferred by consumers. However, stale bread is recommended in some diets, owing to better digestibility as compared with the fresh bread.

PIŚMIENNICTWO

1. Dewettinck K., Van Bockstaele F., Kuhne B., Van de Walle D., Courtens T.M., Gellynck X.: Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *Journal of Cereal Science*, 2008; 48: 243-257.
2. Chłopiccka J., Dobrowolska-Iwanek J., Paśko P., Bartoń H.: Aktywność antyoksydacyjna i całkowita zawartość polifenoli oraz sensoryczna ocena chlebów wypiekanych z dodatkiem lnu. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2013; 94(2): 305-308.
3. Kunachowicz H., Nadolna I., Iwanow K., Przygoda B.: Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2005.
4. Ciborowska H., Rudnicka A.: Dietetyka. Żywnie Zdrowego i Chorego Człowieka. Wyd III. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
5. Krochmal-Marczak B., Cycoń H.: Wartość odżywcza pieczywa oraz zmiany zachodzące podczas jego przechowywania. In: *Uczelnia dla gospodarki – gospodarka dla uczelni*. Ed. Maria Ruda, Wyd. PWSZ Krosno 2010.
6. Gellynck X., Kuhne B., Van Bockstaele F., Van de Walle D., Dewettinck K.: Consumer perception of bread quality. *Appetite*, 2009; 53: 16-23.
7. Fik M.: Czerstwienie pieczywa i sposoby przedłużania jego świeżości. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004; 39(2): 5-22.
8. Lagrain B., Wilderjans E., Glorieux C., Delcour J.A.: Importance of gluten and starch for structural and textural properties of crumb from fresh and stored bread. *Food Biophysics*, 2012; 7: 173-181.
9. Leon A., Barrera G., Perez G., Ribotta P., Rosell C.: Effect of damaged starch levels on flour-thermal behaviour and bread staling. *Eur. Food Res. Technol.* 2006; 224: 187-192.
10. Leszczyński W.: Resistant starch – classification, structure, production. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2004; 13 (54): 37-50.
11. Gambuś H., Gumul D.: Charakterystyka żeli sporządzonych ze skrobi wyodrębnionej z niedojrzałych zbóż. *Acta Aci., Technol. Aliment.*, 2004; 3(1): 33-43.
12. Pietrzyk S., Fortuna T.: Wpływ rodzaju skrobi i warunków jej utleniania na retrogradację. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005; 43(2): 23-32.
13. Gambuś H.: Funkcja skrobi w produktach piekarskich. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000; 3 (24): 20-32.
14. Ribotta P., Bail A.: Thermo-physical assessment of bread during staling. *LWT – Food Science and Technology*, 2007; 40: 879-884.
15. *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej*

2012. Główny Urząd Statystyczny, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2012. – 16. *Rocznik Statystyczny Rolnictwa* 2011. Główny Urząd Statystyczny, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2011. – 17. FAO. Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention. Study conducted for the International Congress Save food at Interpack, Düsseldorf 2011. – 18. *Raport Federacji Polskich Banków Żywności – Zapobieganie marnowaniu żywności z korzyścią dla społeczeństwa*, Federacja Polskich Banków Żywności, Warszawa, 2013. – 19. *Ceglińska A., Haber., Wichowska M.*: Pakowanie jako metoda przedłużania jakości chleba. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2007; 2: 12-14. – 20. *Mena C., Adenso-Diaz B., Yurt O.*: The causes of food waste in the supplier-retailer interface: Evidences from the UK and Spain. *Resources, Conservation and Recycling*, 2011; 55: 648-658.

21. *Kawa-Rygielska J., Czubaszek A., Pietrzak W.*: Some aspects of Baking industry wastes utilization in bioethanol production. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2013; 575: 71-77. – 22. *Curti E., Bubici S., Carini E., Baroni S., Vittadini E.*: Water molecular dynamics during bread staling by Nuclear Magnetic Resonance. *LWT-Food Science and Technology*, 2011; 44: 854-859. – 23. *Gawęcki J., Jeszka J.*: Żywnienie człowieka. Ćwiczenia. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1986. – 24. *Le Thanh-Blicharz J., Lubiewski Z., Voelkel E., Lewandowicz G.*: Ocena właściwości reologicznych handlowych skrobi naturalnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011; 76(3): 53-65.

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