

DYNAMIKA STARZENIA SIĘ PIECZYWA PSZENNEGO Z DODATKIEM SKŁADNIKÓW NATURALNYCH

Celem pracy było określenie różnic w dynamice starzenia się pieczywa pszennego z dodatkiem mąki żytniej (chleb mieszany), tłuszczu roślinnego (bułka paryska) i skrobi ziemniaczanej (chleb ziemniaczany). Zakres badań obejmował określenie zmian zawartości wody oraz zdolności pęcznienia miększu badanego pieczywa w czasie przechowywania przez 5 dni w warunkach normalnych na podstawie funkcji liniowej. Wykazano, że badane próbki miększu różniły się dynamiką starzenia identyfikowaną jako utrata wody i spadek zdolności pęcznienia. Najwyższą dynamiką redystrybucji wody prowadzącej do obniżenia jej zawartości w produkcie, jak również najwyższą dynamiką zmian w strukturze matrycy miększu, decydujących o obniżeniu zdolności oddziaływania z wodą dodaną, charakteryzowała się bułka paryska.

Słowa kluczowe: czerstwienie, wysychanie pieczywa, zdolność pęcznienia miększu.

WSTĘP

Od ponad 150 lat pieczywo stanowi obiekt wielu badań, których celem jest zwiększenie jego trwałości oraz dostosowanie jego jakości do wymagań konsumentów [4]. Pieczywo jako produkt nietrwały nie znajduje akceptacji wśród młodych ludzi, bardzo aktywnych zawodowo. W celu uzyskania korzystnej modyfikacji i przedłużenia trwałości pieczywa stosuje się liczne próby określenia wpływu m.in. dodatku skrobi ziemniaczanej, tłuszczu lub mąki z innych gatunków zbóż na ten właśnie wyróżnik jakości pieczywa [2, 5].

Interesujące wydaje się zatem podjęcie badań nad określeniem dynamiki starzenia się pieczywa modyfikowanego z dodatkiem najbardziej pożądanym i akceptowanym składników, jakimi są składniki naturalne. Stąd celem niniejszego opracowania było przeprowadzenie różnicującej charakterystyki starzenia się pieczywa pszennego wzbogacanego dodatkiem mąki żytniej (chleb mieszany), tłuszczu roślinnego (bułka paryska) i skrobi ziemniaczanej (chleb ziemniaczany) na podstawie funkcji opisujących dynamikę ubytku wody oraz obniżania się zdolności pęcznienia miększu.

1. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiałem badań było pieczywo pszenne z dodatkiem margaryny (bułka paryska – I), pieczywo pszenne z dodatkiem płatków ziemniaczanych (tzw. chleb ziemniaczany – II) oraz pieczywo pszenne z dodatkiem mąki żytniej (tzw. chleb mieszany – III) wyprodukowane w warunkach przemysłowych i zakupione bezpośrednio od producenta.

Oznaczenie zawartości wody wykonano metodą suszenia termicznego do stałej masy w temperaturze 130°C pod stałym ciśnieniem [6].

Oznaczenie zdolności pęcznienia miękiszu wykonano na podstawie pomiaru objętości słupa osadu, powstałego w wyniku spęcznienia określonej masy miękiszu. Zdolność pęcznienia miękiszu odzwierciedla skłonność miękiszu do zmiany struktury, masy i objętości na skutek oddziaływań z cząsteczkami wody [7].

2. WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Pierwszym elementem eksperymentu było oszacowanie zawartości wody w poszczególnych próbkach miękiszu, które wykazało, że najwyższą początkową zawartością wody ($0,7344 \pm 0,0164$ g/1 g s.s.) charakteryzował się mięksisz chleba III, najniższą zaś mięksisz bułki paryskiej (I) ($0,6184 \pm 0,0319$ g/1 g s.s.).

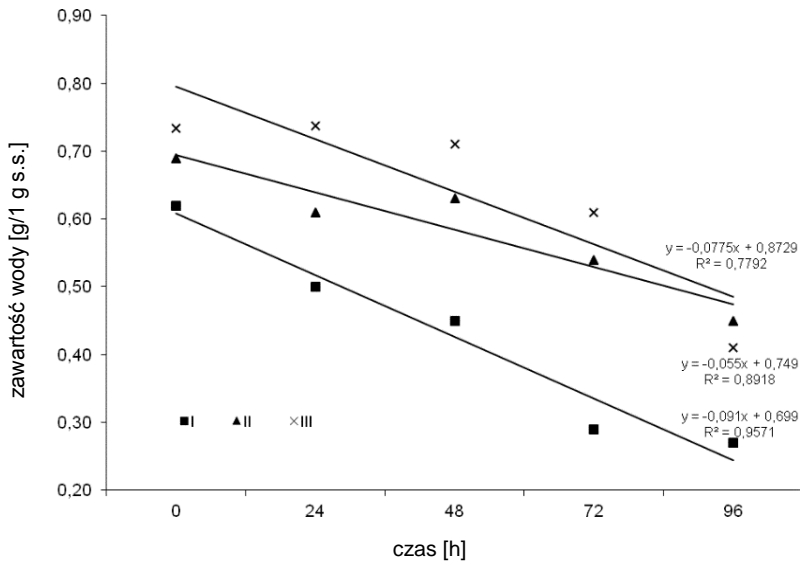
Wynik tego oszacowania może wskazywać na niższą trwałość przechowalniczą bułki paryskiej, ponieważ zazwyczaj chleby o wyższym udziale wody wolniej się starzeją. Ta odwrotna zależność została potwierdzona eksperymentalnie, pomimo że literatura przedmiotu informuje, że szybkość krystalizacji amorficznej skrobi w chlebie jest wprost proporcjonalna do zawartości wody. Retrogradacja jest funkcją ilości obecnej w nim wody.

Zawartość wody w mięksisz chleba znajduje się na poziomie optymalnym dla retrogradacji amylopektyny, a zastosowanie takich dodatków, jak monoglicerydy lub tłuszcze piekarskie, nie zmienia dostępnej ilości wody [9].

Kolejnym elementem badania było określenie dynamiki zmian zawartości wody w mięksisz poszczególnych próbek pieczywa. W tym celu co 24 godziny pobierano próbkę miękiszu ze środkowej części bochenka przechowywanego w foliowym opakowaniu w warunkach normalnych (rys. 1).

Systematyczny ubytek wody w mięksisz wszystkich badanych próbek pieczywa następował pomimo zastosowania w czasie przechowywania barierowego dla pary wodnej opakowania. Barierowe opakowanie uniemożliwia jedynie prostą utratę wody [8]. Natomiast redystrybucja wody w mięksisz, zachodząca na skutek jej mikro- i makromigracji, stanowi główny mechanizm czerstwienia chleba i nie zależy od rodzaju zastosowanego opakowania.

Redystrybucja wody jest uwarunkowana, zależną jedynie od czasu, rekrytalizacją amylopektyny z formy całkowicie amorficznej charakterystycznej dla świeżo upieczonego pieczywa do częściowo krystalicznej charakterystycznej dla pieczywa nieświeżego.

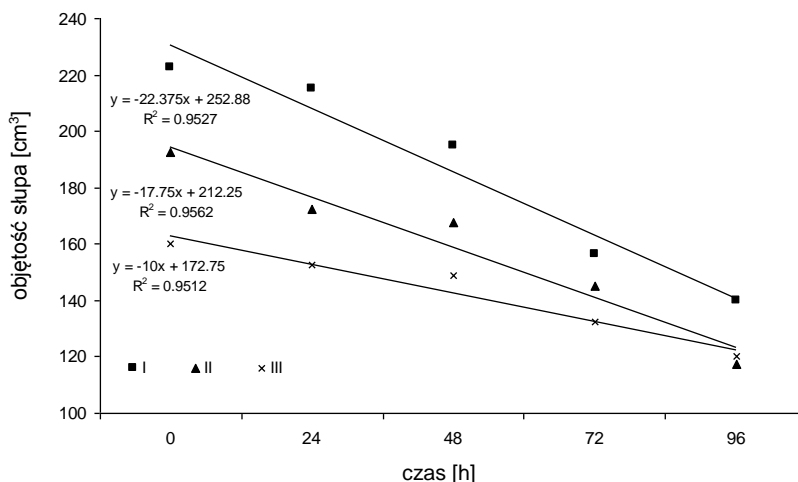


Rys. 1. Zmiany zawartości wody w miększu pieczywa w czasie przechowywania

Fig. 1. Changes in the water content in the bread crumb during storage

Slade i Levine [8] podkreślają, że szybkość i stopień krystalizacji amylopektyny zależy od ruchliwości zewnętrznych fragmentów jej łańcucha i warunków otoczenia. Na skutek zmian związanych z rekrystalizacją amylopektyny dochodzi do powstania polimorfu typu B, któremu towarzyszy włączanie cząsteczek wody w krystaliczną sieć, a w konsekwencji zachodzi redystrybucja wody w miększu. Proces ten wyjaśnia postępujący spadek odsetka wody wolnej w przechowywanym chlebie. Cząsteczki wody, które zostały włączone w sieć krystaliczną, nie pełnią roli plastyfikatora – obserwuje się wysychanie miększu oraz utwardzanie jego tekstury. Stąd można zakładać, że stopień skryształizowania amylopektyny w miększu chleba uwarunkowany jest zarówno mikroskopową, jak i makroskopową redystrybucją wody. O ile ilość wody, niezbędnej do uplastycznienia polimerowych łańcuchów i zapewnienia im odpowiedniej mobilności dla wystąpienia krystalizacji oraz włączenia molekuł wody w struktury typu B, jest w chlebie wystarczająca, o tyle czynnikiem limitującym szybkość krystalizacji jest ilość i rodzaj amylopektyny. Można zatem przypuszczać, że najniższa dynamika zmian zawartości wody w chlebie ziemniaczanym (II) uwarunkowana była tym, że płatki ziemniaczane są dodatkowym źródłem amylopektyny.

Następnym zasadniczym elementem eksperymentu było określenie dynamiki zmian w zdolności miększu do wiązania wody, w którego wyniku dochodzi do jego pęcznienia [1]. Na skutek postępującej w czasie przechowywania rekrystalizacji skrobi jej zdolność do wiązania wody ulegała systematycznemu obniżaniu (rys. 2), a dynamika była różna w zależności od rodzaju pieczywa.



Rys. 2. Zmiany zdolności pęcznienia miększu chleba

Fig. 2. Changes in swelling rate of bread crumb

Można przypuszczać, że ze względu na naturalnie większą zawartość pentozanów w mące żytniej niż w mące pszennej [2] chleb mieszany (III) charakteryzował się zdecydowanie wolniejszym obniżaniem się objętości słupa uwodnionego miększu. Pentozany cechują się znaczną wodorochłonnością oraz podatnością na tworzenie roztworów wodnych o wyższej lepkości, w wyniku czego opóźniają proces retrogradacji żelu skrobiowego i czerstwienia pieczywa. Przypuszcza się, że mechanizm ten polega na zakłócaniu procesu łączenia się amylozy i amylopektyny w uporządkowane struktury [2].

Z kolei największa dynamika spadku wartości współczynnika pęcznienia miększu stwierdzona w bułce paryskiej (I) może być tłumaczona obecnością czynnika hydrofobowego, jakim jest tłuszcz. Tłuszcze dodawane do ciasta tworzą kompleksy ze skrobią, w konsekwencji czego opóźniają czerstwienie miększu chleba wypieczonego na skutek ograniczenia ucieczki wody [2]. Kształtują również właściwości lepkosprężyste glutenu, wzmacniając go oraz opóźniając żelowanie skrobi [3]. Ten stosunkowo skuteczny mechanizm obniżający szybkość czerstwienia może jednak powodować równocześnie skuteczne obniżenie zdolności wiązania wody dodanej do miększu w zastosowanej procedurze badawczej.

Ostatnim elementem badań było określenie wartości współczynników korelacji (r) pomiędzy zachodzącymi w czasie przechowywania zmianami zawartości wody w badanych próbkach miększu i zmianami zdolności pęcznienia miększu (tab. 1). Przeprowadzono również test istotności współczynników korelacji i regresji, obliczając wartości statystyki F dla $df = 1$ i 3 oraz $P = 0,05$ (tab. 1).

Tabela 1. Wartości współczynnika korelacji i wartości statystyki F **Table 1.** The values of the correlation coefficient and F -statistic

Produkt	Wartość współczynnika korelacji r	Wartość statystyki $F_{obl.}$	Wartość statystyki $F_{kryt.}$ dla $df = 1$ i 3
I	0,9691	46,38	10,13
II	0,9904	153,27	10,13
III	0,9479	26,58	10,13

Obliczone wartości statystyki F były każdorazowo znacząco wyższe od wartości krytycznej, co upoważnia do stwierdzenia, że istnieje silny związek pomiędzy szybkością redystrybucji wody w miększu a stopniem uporządkowania matrycy miększu.

PODSUMOWANIE

Każdy rodzaj pieczywa charakteryzował się specyficzną początkową zawartością wody i podatnością na jej migrację. Bułkę paryską cechowała najwyższa dynamika redystrybucji wody prowadzącej do obniżenia jej zawartości, jak również najwyższa dynamika zmian w strukturze matrycy miększu, decydujących o obniżeniu zdolności oddziaływania z wodą dodaną. Najbardziej odporny na wysychanie był chleb ziemniaczany. Z kolei najbardziej odporny na zmiany strukturalne matrycy miększu, a w konsekwencji podatny na pęcznienie w wyniku uwadniania był chleb mieszany. Istnieje silny związek pomiędzy szybkością redystrybucji wody w miększu a stopniem uporządkowania matrycy miększu.

LITERATURA

1. Borowy T., Kubiak M.S., *Czerstwienie pieczywa – część I*, „Przegląd Zbożowo-Młynarski”, 2013, nr 4, s. 15–16.
2. Czerwińska D., *Charakterystyka dodatków technologicznych spowalniających tempo czerstwienia pieczywa*, „Przegląd Zbożowo-Młynarski”, 2013, nr 1, s. 9–10.
3. Fik M., *Czerstwienie pieczywa i sposoby jego przedłużania świeżości*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2004, nr 2(39), s. 5–22.
4. Gray J.A., Bemiller J.N., *Bread staling: molecular basis and control*, Comprehensive Reviews in Food Science and Safety, 2003, Vol. 2, p. 1–21.
5. Karczewska P., Ceglińska A., Rolczyk J., Rajkowska A., *Wpływ rodzaju zboża i metody prowadzenia ciasta na cechy jakościowe pieczywa*, „Przegląd Zbożowo-Młynarski”, 2013, nr 6, s. 6–8.
6. Krelowska-Kułas M., *Badanie jakości produktów spożywczych*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1993.
7. Palich P., *Podstawy technologii i przechowalnictwa żywności. Ćwiczenia*, Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2006.

8. Slade L., Levine H., *Beyond water activity: Recent advances based on an alternative approach to assessment of food quality and safety*, CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1991. No. 30, p. 115–360.
9. Zelezak K.J., Hoseney R.C., *The role of water in the retrogradation of wheat starch gels and bread crumb*, Cereal Chemistry, 1986, No. 63.

THE DYNAMICS OF AGING WHEAT BREAD WITH ADDITION OF NATURAL INGREDIENTS

Summary

The aim of the study was to determine differences in the dynamics of aging wheat bread modified by addition wheat flour, vegetable fat and potato starch. We analyzed the functions describing the water loss and a decrease in the swelling ratio of crumb. It was shown that the samples tested had different dynamics of crumb aging. Bread with added fat was characterized by the highest dynamics of adverse changes.

Keywords: *staling, drying of bread, swelling ability of crumb.*