

Elżbieta Biller
Katedra Techniki i Technologii Gastronomicznej
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

DYNAMIKA ZMIAN BARWY PODCZAS OBRÓBKI TERMICZNEJ PIECZYWA PSZENNEGO W ZALEŻNOŚCI OD CZASU MIESIENIA CIASTA

Streszczenie

W pracy zbadano dynamikę zmian barwy podczas obróbki termicznej powierzchni pieczywa pszennego produkowanego z ciasta wyrabianego w różnym czasie. Uzyskane wyniki wykorzystano do wyznaczenia równań umożliwiających wyliczenie barwy powierzchni pieczywa w określonym momencie obróbki, dzięki czemu można wyznaczać właściwy czas pieczenia.

Słowa kluczowe: pomiar barwy, system $L^*a^*b^*$, pieczywo pszenne

Wykaz oznaczeń

- L^* – jasność [%],
- a^* – parametr barwy czerwonej/zielonej [-],
- b^* – parametr barwy żółtej/niebieskiej [-],
- 10_1 – produkt otrzymany z mąki 1, z ciasta wyrabianego przez 10 minut,
- 20_1 – produkt otrzymany z mąki 1, z ciasta wyrabianego przez 20 minut,
- 30_1 – produkt otrzymany z mąki 1, z ciasta wyrabianego przez 30 minut,
- 40_1 – produkt otrzymany z mąki 1, z ciasta wyrabianego przez 40 minut,
- 10_2 – produkt otrzymany z mąki 2, z ciasta wyrabianego przez 10 minut,
- 17_2 – produkt otrzymany z mąki 2, z ciasta wyrabianego przez 17 minut,
- 24_2 – produkt otrzymany z mąki 2, z ciasta wyrabianego przez 24 minuty,
- 31_2 – produkt otrzymany z mąki 2, z ciasta wyrabianego przez 31 minut,
- b – barwa ciasta wyrażona $\ln L^* \cdot a^* \cdot b^*$,
- b_1 – barwa ciasta przygotowanego z mąki 1 wyrażona $\ln L^* \cdot a^* \cdot b^*$,
- b_2 – barwa ciasta przygotowanego z mąki 2 wyrażona $\ln L^* \cdot a^* \cdot b^*$,
- τ – czas obróbki termicznej.

Wprowadzenie

Zmiany barwy żywności często są odzwierciedleniem intensywności zmian zachodzących podczas różnych operacji składających się na proces technologiczny. Szczególnie widoczne są zmiany zachodzące podczas obróbki termicznej. Następują wówczas przemiany w naturalnych barwnikach roślinnych i zwierzęcych oraz formują się nowe związki na drodze tzw. nieenzymatycznego brunatnienia. Intensywność zachodzących przemian jest funkcją zastosowanej dawki cieplnej. Dlatego na podstawie instrumentalnego pomiaru barwy można ocenić prawidłowość przeprowadzonego procesu technologicznego. Stąd barwę od kilku lat wykorzystuje się jako szybki miernik pozwalający na ocenę sposobu przebiegu procesu oraz jako miernik jakości produktu gotowego [Shin i Bhowmik 1995; Francis 1995; Özdemir i Devres 2000; Ahmed i in. 2002].

Cel i zakres pracy

Celem pracy było zbadanie dynamiki zmian barwy pieczywa pszennego podczas obróbki termicznej, wyprodukowanego z dwóch różnych rodzajów mąk i zastosowanie uzyskanych wyników jako narzędzia do prognozowania przebiegu procesu technologicznego.

Zakres pracy obejmował instrumentalny pomiar barwy powierzchni pieczywa pszennego podczas obróbki termicznej.

Materiał do badań i metodyka

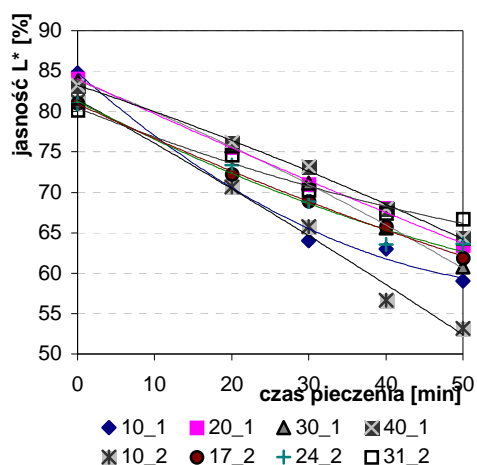
Materiałem do badań było pieczywo pszenne wytworzone z ciasta sporządzonego z dwóch rodzajów mąk pszennych: „Luksusowej” produkcji PZZ Szymanów (typ 550 – dalej oznaczonej jako *mąka 1*) oraz „Babuni” wyprodukowanej przez Młyny i Spichrze Zbożowe „Musioł i Sp.” w Kędzierzynie-Koźle (typ 650 – dalej oznaczonej jako *mąka 2*). Składniki recepturowe pieczywa stanowiły 1 kg mąki, 0,5 kg wody, 30 g drożdży, 10 g soli i 2,5 g cukru. Ciasto było wytwarzane metodą jednofazową, wyrabiane w miesiarce o oznaczeniu fabrycznym Sigma MG 12, zaopatrzonej w mieszadło spiralne. Czas wyrabiania wynosił w przypadku mąki 1: 10, 20, 30 i 40 minut. Ponieważ po 40 minutach wyrabiania gluten zawarty w cieście miał elastyczność na poziomie 4 punktów, w przypadku mąki 2 zmieniono czas miesienia, który wynosił: 10, 17, 24 i 31 minut. Każdą z prób poddano fermentacji (2 godziny w 32°C), a następnie obróbce termicznej (200°C) w piecu konwekcyjnym

Elektrolux AR6 ESP w czasie 20, 30, 40 i 50 minut. Powierzchnię prób po schłodzeniu poddano instrumentalnej ocenie barwy stosując system $L^*a^*b^*$ (fotokolorymetr *Minolta CR-310*, rodzaj wykorzystanego światła D_{65} , kalibrację aparatu przeprowadzono na wzorcu bieli). Do analiz wykorzystano średnie wartości parametrów $L^*a^*b^*$, otrzymane z 20 pomiarów dokonanych w różnych miejscach powierzchni produktów.

Wyniki opracowano przy użyciu programu komputerowego Excel 9.0.

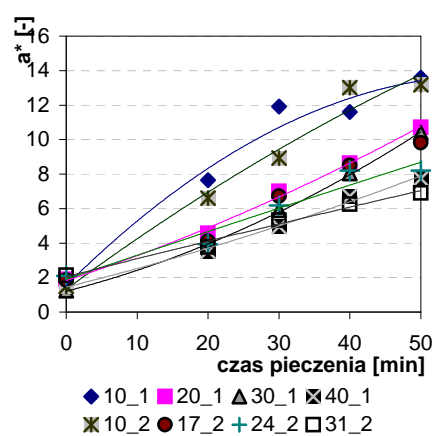
Wyniki badań i ich analiza

Różny czas wyrobienia masy ciasta przeznaczonego do produkcji pieczywa był przyczyną różnego tempa brązowienia powierzchni produktu podczas obróbki termicznej. Różnice stwierdzono w przypadku wszystkich parametrów barwy (rys. 1-3).



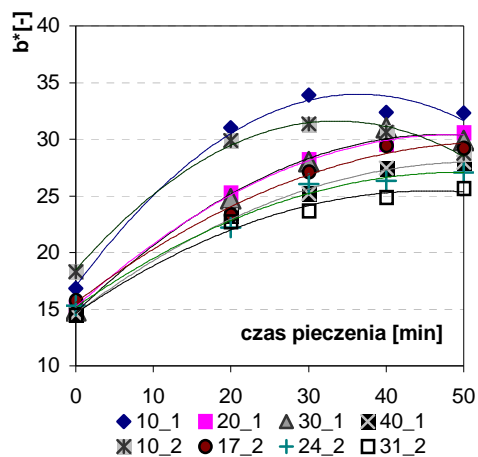
Rys. 1. Zmiany jasności L^* powierzchni pieczywa pszennego w czasie obróbki termicznej

Fig. 1. Changes of brightness L^* of the surface of wheat breadstuff during heat treatment



Rys. 2. Zmiany parametru a^* powierzchni pieczywa pszennego w czasie obróbki termicznej

Fig. 2. Changes of a^* parameter of surface of wheat breadstuff during heat treatment



Rys. 3. Zmiany parametru b^* powierzchni pieczywa pszennego w czasie obróbki termicznej

Fig. 3. Changes of b^* parameter of surface of wheat breadstuff during heat treatment

Tendencja zmian była zbliżona w każdym przypadku. Próba, w której zanotowano najszybciej zachodzące brunatnienie było ciasto wyrabiane przez 10 minut zarówno dla masy sporządzonej z mąki 1, jak i z mąki 2.

Zanotowane zmiany szybkości pieczenia, wyrażonej tempem ciemnienia powierzchni pieczywa, można tłumaczyć zmianami elastyczności glutenu, czego należy się spodziewać podczas wydłużającego się miesienia ciasta. Wydłużający się czas wyrabiania osłabia siatkę glutenową, z czym wiąże się różna ilość powietrza zatrzymywanego w porach ciasta. Konsekwencją tego zjawiska jest inna przewodność cieplna półproduktu i różny w związku z tym czas pieczenia.

Badając korelacje między zmianami poszczególnych parametrów barwy powierzchni pieczywa a czasem obróbki termicznej stwierdzono, że istnieje pomiędzy nimi ścisła zależność (tab. 1).

Wyznaczenie zależności oznacza, że znając czas miesienia ciasta można przewidzieć tempo brązowienia powierzchni pieczywa podczas obróbki termicznej i np. wyznaczyć czas, po którym produkt uzyska najbardziej pożądaną barwę.

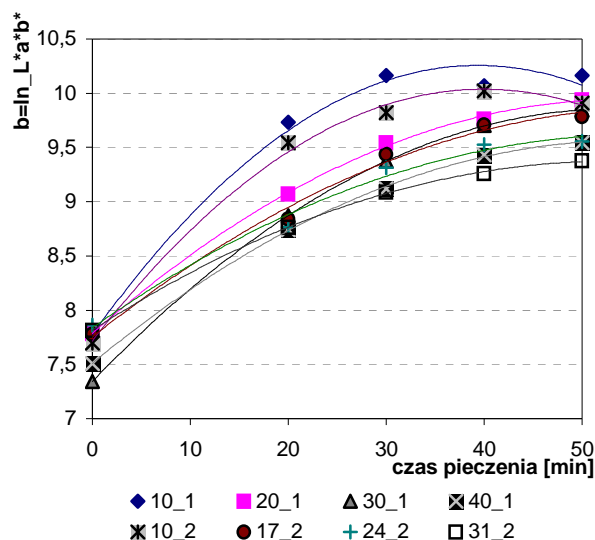
Tabela 1. Wartości współczynników korelacji pomiędzy poszczególnymi parametrami barwy a czasem obróbki termicznej w zależności od czasu wyrabiania ciasta

Table 1. Values of correlation indicators between particular colour parameters and the time of heat treatment depending on the time of dough kneading

Czas wyrabiania mąka 1	Czas wyrabiania mąka 2	Współczynnik korelacji	
		mąka 1	mąka 2
czas obróbki termicznej/jasność L* powierzchni ciasta			
10_1	10_2	-0,974	-0,993
20_1	17_2	-0,998	-0,997
30_1	24_2	-0,997	-0,981
40_1	31_2	-0,996	-0,985
czas obróbki termicznej/a* powierzchni ciasta			
10_1	10_2	0,962	0,984
20_1	17_2	0,994	0,989
30_1	24_2	0,990	0,972
40_1	31_2	0,994	0,992
czas obróbki termicznej/b* powierzchni ciasta			
10_1	10_2	0,827	0,749
20_1	17_2	0,951	0,962
30_1	24_2	0,941	0,948
40_1	31_2	0,959	0,931

W celu uproszczenia zastosowania barwy jako wskaźnika zmian produktu w czasie obróbki termicznej wyliczono różne kombinacje badanych parametrów. Spośród wielu możliwości najbardziej przydatny okazał się $\ln L^* \cdot a^* \cdot b^*$ (rys. 4), który ściśle korelował z czasem obróbki termicznej.

Na podstawie przebiegu krzywych (rys. 4), zmiany barwy powierzchni pieczywa pszennego w czasie obróbki termicznej w zależności od czasu wyrabiania masy dla zastosowanych mąk, można było zapisać w postaci równań matematycznych (tab. 2 i 3).



Rys. 4. Zmiany barwy powierzchni pieczywa pszennego podczas obróbki termicznej w zależności od czasu wyrabiania masy ciasta

Fig. 4. Changes of the colour of the surface of wheat breadstuff during heat treatment depending on the time of dough kneading

Tabela 2. Dynamika zmian barwy powierzchni pieczywa pszennego podczas obróbki termicznej w zależności od czasu wyrabiania masy (mąka 1)

Table 2. The dynamics of changes of colour of the surface of wheat breadstuff during heat treatment depending on the time of dough kneading (flour 1)

Pieczywo otrzymane z mąki 1		
Czas wyrabiania masy	Równanie zmian barwy powierzchni pieczywa pszennego w czasie obróbki termicznej	Współczynnik determinacji R^2
10_1	$b_1 = -0,0016\tau^2 + 0,126\tau + 7,77$	$R^2 = 0,988$
20_2	$b_1 = -0,0007\tau^2 + 0,080\tau + 7,78$	$R^2 = 0,999$
30_3	$b_1 = -0,0009\tau^2 + 0,094\tau + 7,34$	$R^2 = 1$
40_4	$b_1 = -0,0007\tau^2 + 0,0750\tau + 7,51$	$R^2 = 0,999$

Tabela 3. Dynamika zmian barwy powierzchni pieczywa pszennego podczas obróbki termicznej w zależności od czasu wyrabiania masy (mąka 2)
 Table 3. The dynamics of changes of colour of the surface of wheat breadstuff during heat treatment depending on the time of dough kneading (flour 2)

Pieczywo otrzymane z mąki 2		
Czas wyrabiania masy	Równanie zmian barwy powierzchni pieczywa pszennego w czasie obróbki termicznej	Współczynnik determinacji R^2
10_2	$b_2 = -0,0015\tau^2 + 0,116\tau + 7,72$	$R^2 = 0,996$
17_2	$b_2 = -0,0006\tau^2 + 0,072\tau + 7,75$	$R^2 = 0,992$
24_2	$b_2 = -0,0006\tau^2 + 0,063\tau + 7,84$	$R^2 = 0,988$
31_2	$b_2 = -0,0005\tau^2 + 0,058\tau + 7,81$	$R^2 = 1$

Z przedstawionych powyżej zależności matematycznych można było wyliczyć barwę powierzchni pieczywa pszennego wytworzonego z jednej i drugiej mąki w danym momencie obróbki termicznej z bardzo wysoką pewnością uzyskanego wyniku zbliżoną do 100%, dla danego czasu wyrabiania masy. Można więc przewidzieć czas pieczenia produktu do chwili uzyskania najbardziej pożądanej barwy, której parametry należałoby wyznaczyć w badaniach konsumenckich.

Wnioski

Przeprowadzone doświadczenie wskazało, że posługując się zmianą parametrów barwy powierzchni pieczywa pszennego podczas obróbki termicznej jako miernikiem, można wyznaczyć czas zakończenia procesu. Udowodniono jednocześnie, że dynamika zmian barwy powierzchni pieczywa (czas pieczenia) jest uzależniona od czasu wyrabiania surowej masy ciasta.

W wyniku przeprowadzonych badań udowodniono, że dla danego czasu wyrabiania ciasta i dla określonego rodzaju mąki, można było z zależności matematycznych wyliczyć czas obróbki termicznej z bardzo wysoką pewnością uzyskanego wyniku.

Parametrem, który w najlepszy sposób odzwierciedlał zmiany barwy pieczywa w czasie obróbki termicznej był $\ln L^* \cdot a^* \cdot b^*$ - dlatego zastosowano go do wyznaczenia równań odzwierciedlających dynamikę przebiegu procesu.

Na podstawie wyników opisanego doświadczenia można stwierdzić, że tworząc modele matematyczne uwzględniające różne parametry początkowe stosowanych mąk, można by wyliczać czas obróbki termicznej pieczywa, co pozwoliłoby na wytworzenie produktu o lepszych i powtarzalnych cechach jakościowych ograniczając jednocześnie straty ekonomiczne związane z uzyskaniem wyrobów wadliwych lub niepełnowartościowych.

Bibliografia

Ahmed J., Shivhare U. S., Ramaswamy H. S. 2002. A fraction conversion kinetic model for thermal degradation of color in red chilli puree and paste; *Lebensm.-Wiss. u. Technol.*, 35, 497.

Francis F. J. 1995. Quality as influenced by color. *Food Quality and Preference*, 6, 149.

Özdemir M., Devres O. 2000. Analysis of color development during roasting of hazelnuts using response surface methodology; *Journal of Food Engineering*, 45, 17.

Shin S., Bhowmik S. R. 1995. Thermal kinetics of color changes in pea puree. *Journal of Food Engineering*, 24, 77.

THE DYNAMICS OF COLOUR CHANGES DURING THERMAL WORKING OF WHEAT BREADSTUFF DEPENDING ON THE TIME OF DOUGH KNEADING

Summary

The study analyses the dynamics of changes of the colour during heat treatment of the surface of wheat breadstuff produced from dough which was knead at different times. The obtained results were used for determination of equations which allow to calculate the colour of the surface of breadstuff at a determined moment of heat treatment which allows to determine the right time for baking.

Key words: Measurement of colour, L*a*b* system, wheat breadstuff