

RELAKSACJA PROTONOWA MIĘKISZU CHLEBA CZERSTWIEJĄCEGO W ZMIENNYCH WARUNKACH TEMPERATUROWYCH.



PL9801046

D.Napierala, S.Surma, S.Poliszko,
Katedra Fizyki, Akademia Rolnicza
Wojska Polskiego 38/42, 60- 637 Poznań

Zmiany struktury pieczywa w procesie czerstwienia stanowią przedmiot intensywnych badań zmierzających do określenia molekularno-termodynamicznych podstaw przebiegu zjawiska o dużym znaczeniu technologicznym i praktycznym. Mięksiz pieczywa stanowi polidispersyjny kompozyt składający się z około 45% wody i pozostałej zawartości substancjalnych składników polisacharydowo-białkowych, głównie skrobi i glutenu. Jednym z najważniejszych molekularnych mechanizmów uwzględnianych w teorii czerstwienia jest rekrystalizacja skrobi [1-4]. Zastosowanie metod relaksacji NMR do tego typu badań stwarza możliwości ilościowej analizy zmian stanu mięksizu czerstwiejącego pieczywa poprzez wyodrębnienie obszarów o różnej dynamice molekularnej zmieniającej warunki relaksacji jądrowej. Analiza zmian szybkości relaksacji protonowej spin-sieć i spin-spin w mięksizu starzejącego się pieczywa [] potwierdziła czulość metod impulsowych NMR i celowość ich zastosowania do dalszych badań zmierzających do ilościowej charakterystyki strukturalnych zmian mięksizu i korelacji tych zmian ze zmianami makroskopowych właściwości o znaczeniu konsumpcyjnym.

Celem pracy jest badanie wpływu temperaturowych warunków przechowywania pieczywa na szybkość zmian strukturalnych mięksizu analizowanych za pomocą impulsowych metod spektroskopii NMR.

METODYKA

Do pomiarów zastosowano komercyjny chleb pszenno-żytni, z którego pobrano próbki mięksizu po 2h od wypieku. Mięksiz o wilgotności początkowej około 45%, umieszczony w probówkach o średnicy 5mm, zabezpieczony przed wysychaniem, przechowywano w trzech temperaturach: 6°C (próba 1), 23°C (próba 2), oraz 65°C (próba 3).

Pomiary szybkości relaksacji poprzecznej (R_2) protonów w mięksizu chleba przeprowadzano po doprowadzeniu próbki do temperatury pokojowej, na spektrometrze impulsowym, pracującym przy częstoci 30 MHz. Zastosowano metodę echa spinowego z wykorzystaniem sekwencji

impulsów CPMG. Komputerową analizę sygnałów echa w funkcji odstępów czasowych 2τ przeprowadzono stosując procedurę fitowania, opartą na metodzie regresji nieliniowej.

WYNIKI I DYSKUSJA.

Podobnie jak w poprzedniej pracy [5] przebieg funkcji relaksacji spin-spin protonów mększu czerstwiejącego pieczywa wykazywał dwueksponencjalny charakter. Metodą fitowania opartą na regresji nieliniowej określono składowe magnetyzacji i szybkości relaksacji R_{21} i R_{22} poszczególnych frakcji grup protonowych. Wyodrębnienie dwóch podukładów protonów o różnej szybkości wymiany energii spinów uwarunkowane jest wolną wymianą spinów i zależnym od warunków i fazy starzenia, czasem życia. Szybkości relaksacji poprzecznej w wyodrębnionych frakcjach wynosiły odpowiednio: R_{21} w granicach $(1 - 2) \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$ i R_{22} w granicach $(150 - 160) \text{ s}^{-1}$. W obu podukładach szybkość relaksacji spin-spin zależy od temperaturowych warunków, w jakich przebiegał proces starzenia chleba (Rys.1,2). Duża szybkość relaksacji protonów podukładu pierwszego, pozwala przypisać go grupom hydroksylowym biopolimerowej frakcji zespiralizowanej w odbudowujących się strukturach krystalicznych. Charakterystyczne przejście szybkości relaksacji dla tej frakcji przez maksima w początkowym okresie procesu starzenia chleba znajduje uzasadnienie w procesach rekrystalizacji skrobi w mększu, które przebiegają najintensywniej w pierwszych godzinach czerstwienia. Drugi podukład mogą tworzyć protony grup hydroksylowych frakcji amorficznej mększu lub sorpcyjnie związanej z nią wody. Rozkład udziałów protonów w obu podukładach (Tabela 1) zachowuje stałą wartość w początkowej fazie procesu starzenia.

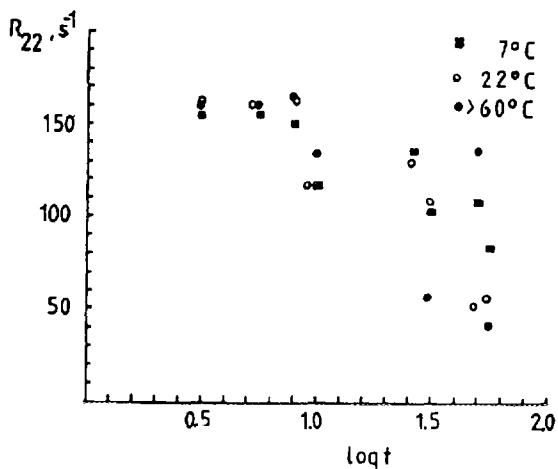
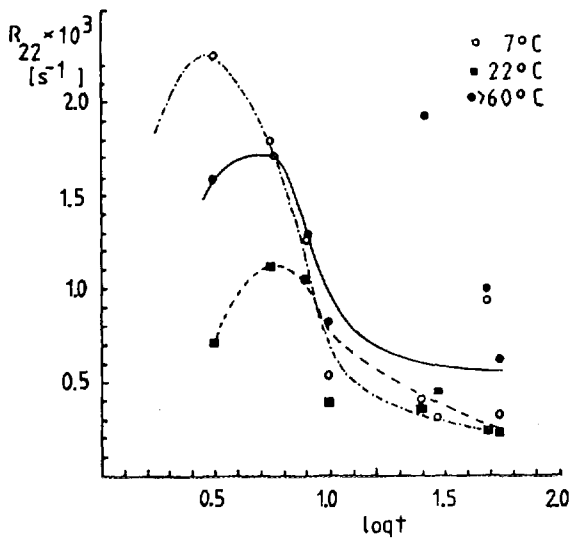
TABELA 1 Wartości względnego udziału protonów podukładu 1 w relaksacji R_2 oznaczane dla chleba poddanego procesowi czerstwienia w różnych temperaturach.

Czas starzenia,h	Pr. 1 (6°C)	Pr. 2 (23°C)	Pr. 3(65°C)
3.5	0.08	0.06	0.12
6.0	0.10	0.07	0.15
8.0	0.12	0.07	0.14
10.0	0.21	0.27	0.23
26.5	0.11	0.25	0.30
50.5	0.14	0.63	0.55

W miększu przechowywanym w temperaturze 6°C wzrost szybkości relaksacji R_{21} , (Rys.1) jest największy i zachodzi najszybciej, przy zachowaniu prawie jednakowego rozkładu ilościowego. Z badań mechanicznych wynika, że chleb przechowywany w tym obszarze temperatur traci najszybciej swoją elastyczność. Efekt ten może być związany z przyspieszeniem procesu odbudowy obszarów krystalicznych realizowanego poprzez wbudowywanie grup hydroksylowych. Wynikiem tych przemian jest obserwowany przebieg zmian relaksacji $^1\text{H-NMR}$ w miększu chleba.

LITERATURA

1. D'Appolonia B.L.; Factors for Consideration in Bread Staling. Int. Symp. on Adv. in Baking Science and Technol., 1984, J. Sertes, 1344, T1 - T18.
2. Donovan J.W.: Biopolymers, 1979, 18, 263
3. Lineback D.R.: The Role of Starch in Bread Staling. Int. Symp. on Adv. in Baking Science and Technol., 1984, J. Series, 9422
4. Napierała D., S. Poliszko, S. Surma: Transfer wody w miększu czerstwiejącego pieczywa. W: Własności wody w produktach spożywczych. 1990, wyd. SGGW-AR, Warszawa, s. 97
5. Surma St., S. Poliszko: NMR Spin-Spin Relaxation Study of Bread Staling. W: Properties of Water in Foods. 1993. Warsaw Agric. Univ. Press, 61.



Rys.1. Przebiegi kinetyczne relaksacji spin -spin frakcji 1 grup protonowych miększu chleba czerstwiejącego w różnych temperaturach.

Rys.2. Przebiegi kinetyczne relaksacji spin - spin frakcji 2 grup protonowych miększu chleba czerstwiejącego w różnych temperaturach.