

AGATA MARZEC, ANDRZEJ LENART

WPLYW WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA NA WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE CIASTEK BISZKOPTOWYCH

S t r e s z c z e n i e

Celem pracy było określenie stabilności właściwości mechanicznych ciastek biszkoptowych w czasie przechowywania. Wykazano zmiany odporności ciastek biszkoptowych na działanie siły ściskającej w zależności od wilgotności względnej środowiska i czasu przechowywania. Stwierdzono znaczące zmiany właściwości mechanicznych ciastek przy niewielkich zmianach ich aktywności wody.

Wstęp

Aktualnie obserwuje się wzrost zainteresowania producentów pieczywa cukierniczego wyrobami o wydłużonym okresie przechowywania. Dąży się do utrzymania jakości pieczywa na poziomie spełniającym oczekiwania konsumentów. Obok bardzo ważnej jakości zdrowotnej brana jest również pod uwagę jakość sensoryczna tego typu żywności [2].

Na jakość trwałego pieczywa cukierniczego mają istotny wpływ jego składniki, parametry produkcji oraz warunki przechowywania [5, 7]. W szeregu pracach wykazano wpływ właściwości mąki, głównie cech glutenu na jakość sensoryczną pieczywa cukierniczego. Szczególnie dużą rolę odgrywa zawartość wody i skorelowana z nią aktywność wody, które wpływają na teksturę ciastek tj. na ich kruchość, łamliwość czy plastyczność [1]. Cechy te w dużym stopniu uzależnione są od stanu występowania poszczególnych składników ciastek, a szczególnie cukrów, skrobi i glutenu [4, 8]. Woda stanowiąca fazę ciąglą uplastycznia wyroby przy określonej jej aktywności [5].

Interesującym zagadnieniem jest poznanie zależności pomiędzy właściwościami sensorycznymi ciastek, a ich aktywnością wody. Istotnym jest określenie zmian właściwości sensorycznych ciastek następujących w czasie przechowywania. Dąży się

również do zobiektywizowania wyników oceny sensorycznej np. poprzez pomiar właściwości mechanicznych [5].

Dlatego celem pracy jest określenie stabilności właściwości mechanicznych trwałego pieczywa cukierniczego na przykładzie ciastek biszkoptowych w czasie przechowywania. Zakres badań obejmuje analizę wpływu czasu przechowywania jak i wilgotności względnej środowiska na odporność ciastek biszkoptowych na działanie siły ściskającej.

Material i metody

Do badań użyto ciastka biszkoptowe, które pochodziły bezpośrednio z linii produkcyjnej (próbka zerowa). Ciastka przechowywano bez opakowania w higrostatkach, przez 14 dni w temperaturze 25°C, w środowisku o aktywności wody 0,33, 0,60 i 0,90. Dla próbki zerowej oraz po czasie przechowywania 1, 2, 5, 6, 9 i 14 dni wykonywano oznaczenia aktywności wody (aw) w aparacie Rotronic model DT w temperaturze 25°C i zawartości wody wg PN-84/A-88027.

Właściwości mechaniczne ciastek badano w maszynie wytrzymałościowej ZWICK model 1449. Ciastka umieszczano pomiędzy dwoma pierścieniami i poddawano testowi ściskania, stwarzając warunki podobne do gryzienia. Test ściskania prowadzono przy prędkości głowicy 50 mm/min do osiągnięcia odkształcenia 5 mm. Zmiany siły ściskającej w czasie pomiaru rejestrowano za pomocą programu komputerowego [3].

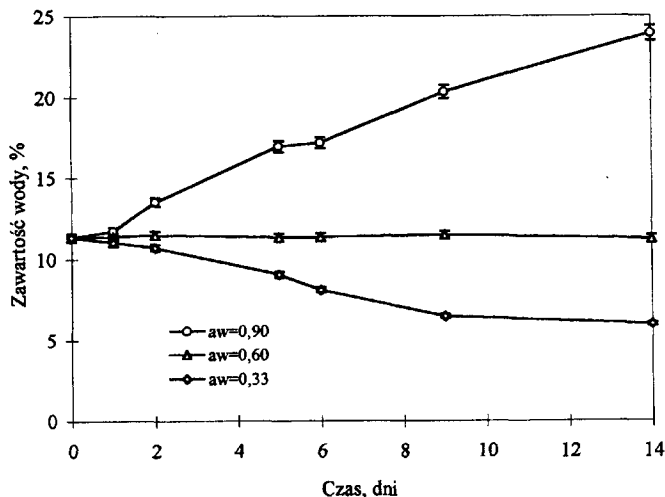
Graficzną prezentację danych, obliczenia matematyczne i statystyczne przeprowadzono przy użyciu programu komputerowego MS Excel 5.0 dla Windows. Eksperyment przechowalniczy powtarzano dwukrotnie, a wszystkie pomiary 3–10-cio krotnie. Dla wykonanych pomiarów odchylenie od średniej nie przekraczało 2%.

Wyniki

Ciastka pobrane do eksperymentu bezpośrednio z linii produkcyjnej charakteryzowały się zawartością wody 11,5%, a ich aktywność wody wynosiła 0,60 (Rys. 1 i 2). Zaobserwowano, że pierwsze 2 dni przechowywania w środowisku o aktywności wody 0,33 spowodowały nieznaczne obniżenie zawartości i aktywności wody. Natomiast dalsze wydłużenie czasu przechowywania do 14 dni wpłynęło istotnie na obniżenie w nich zawartości i aktywności wody. W przypadku ciastek przechowywanych w środowisku o aktywności wody 0,90 już po 1 dniu przechowywania wystąpił znaczny wzrost w nich zawartości i aktywności wody. Prawidłowość tę zaobserwowano w ciągu dalszego przechowywania.

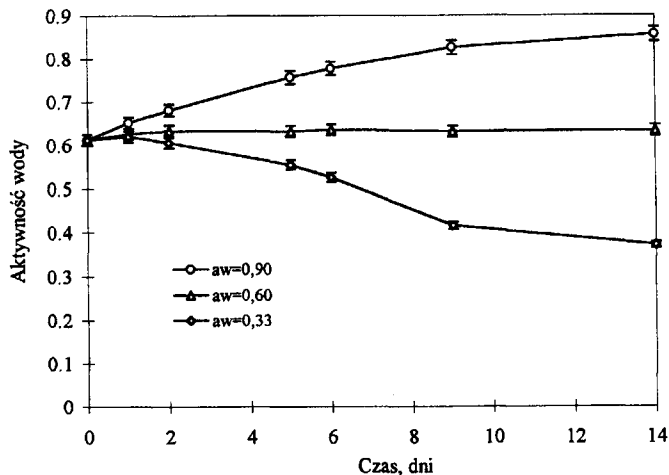
Czas przechowywania w zakresie od 0 do 14 dni jak i wilgotność względna środowiska odpowiadająca aktywności wody 0,33 i 0,90 (Tab. 1) miały statystycznie

istotny wpływ na zawartość i aktywność wody w ciastkach biszkoptowych. Natomiast nie stwierdzono wpływu czasu przechowywania na zawartość wody i aktywność wody w przypadku przechowywania próbek w środowisku o aktywności wody 0,60 (Rys. 1 i 2).



Rys. 1. Zmiany zawartości wody w ciastkach biszkoptowych przechowywanych w środowisku o różnej aktywności wody (a_w).

Fig. 1. Water content changes of sponge-cakes during storage in environment with different water activity (a_w).



Rys. 2. Zmiany aktywności wody w ciastkach biszkoptowych przechowywanych w środowisku o różnej aktywności wody (a_w).

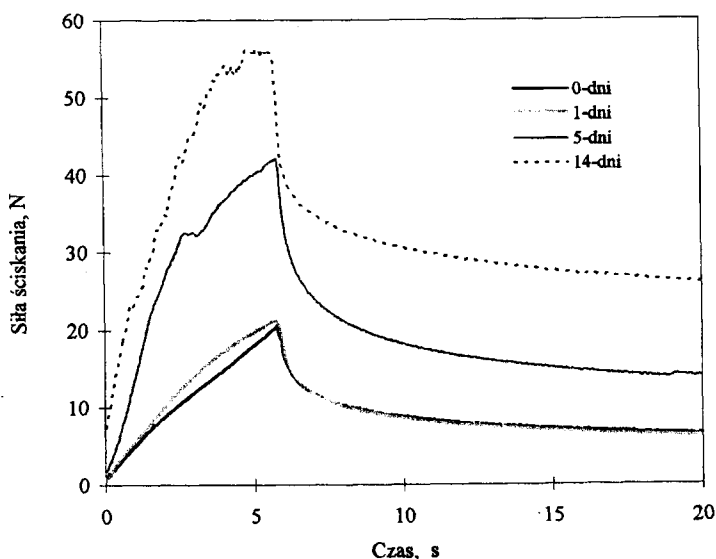
Fig. 2. Water content changes of sponge-cakes during storage in environment with different water activity (a_w).

Tabela 1

Test t-Studenta dla ciastek biszkoptowych przechowywanych 14 dni w środowisku o różnej aktywności wody (a_w). Poziom istotności $\alpha = 0,05$, $t_{tab} = 2,45$, $v = 6$.

Student's t-test for sponge-cakes stored 14 days in environment with different water activity (a_w). Significance level $d = 0,05$, $t_{tabl} = 2,45$, $v = 6$.

	t_{emp}	
	pomiędzy $a_w = 0,60$ a $a_w = 0,33$	pomiędzy $a_w = 0,60$ a $a_w = 0,90$
Aktywność wody	3,31	2,64
Zawartość wody	3,84	4,21
Maksymalna siła ściskania	4,95	2,53
Maksymalna praca ściskania	5,26	2,59



Rys. 3. Wpływ czasu przechowywania na właściwości mechaniczne ciastek biszkoptowych. Aktywność wody (a_w) środowiska - 0,33.

Fig. 3. Influence of storage time on mechanical properties of sponge-cakes. Environmental water activity (a_w) - 0,33

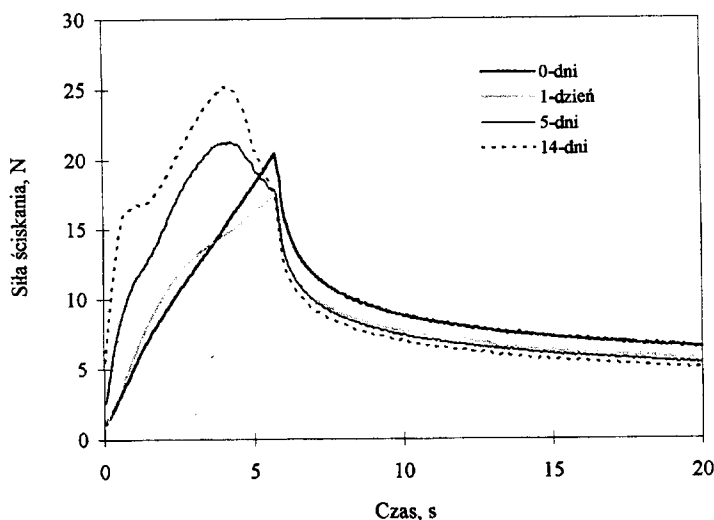
Na rysunkach od 3 do 6 przedstawiono kinetykę zmian właściwości mechanicznych ciastek biszkoptowych w czasie przechowywania w środowisku o wilgotności względnej powietrza odpowiadającej aktywności wody 0,33, 0,60 i 0,90.

Przechowywanie ciastek w środowisku o aktywności wody 0,33 (Rys. 3) spowodowało wzrost wartości maksymalnej siły ściskającej. Po 1 dniu przechowywania siła ta wzrosła nieznacznie tj. o około 3%, w stosunku do wartości maksymalnej siły ści-

skającej dla ciastek pochodzących bezpośrednio z linii produkcyjnej. Już po 5 dniach przechowywania uzyskano ponad 2-krotny wzrost wartości maksymalnej siły ściskającej, a po czternastu dniach około 3-krotny.

Przechowywanie ciastek biszkoptowych w środowisku o aktywności wody 0,33 wpłynęło również na zmianę charakteru przebiegu krzywych ściskania (Rys. 3). Już po jednym dniu przechowywania wystąpiło przegięcie krzywej ściskania. Zjawisko to intensyfikowało się wraz z wydłużeniem czasu przechowywania. Po pięciu dniach przechowywania zauważalny był drugi pik świadczący o wytworzeniu się oporu powierzchniowego.

Zmiany charakteru przebiegu krzywych ściskania wystąpiły również w przypadku ciastek przechowywanych w środowisku o aktywności wody 0,60 (Rys. 4). Po 1 dniu przechowywania ciastek stwierdzono obniżenie wartości maksymalnej siły ściskającej w stosunku do próbki zerowej o około 15%. Wydłużenie czasu przechowywania spowodowało wzrost wartości maksymalnej siły ściskającej tj. o około 5% dla ciastek przechowywanych przez 5 dni i o około 20% po 14 dniach przechowywania.



Rys. 4. Wpływ czasu przechowywania na właściwości mechaniczne ciastek biszkoptowych. Aktywności wody (a_w) środowiska - 0,60.

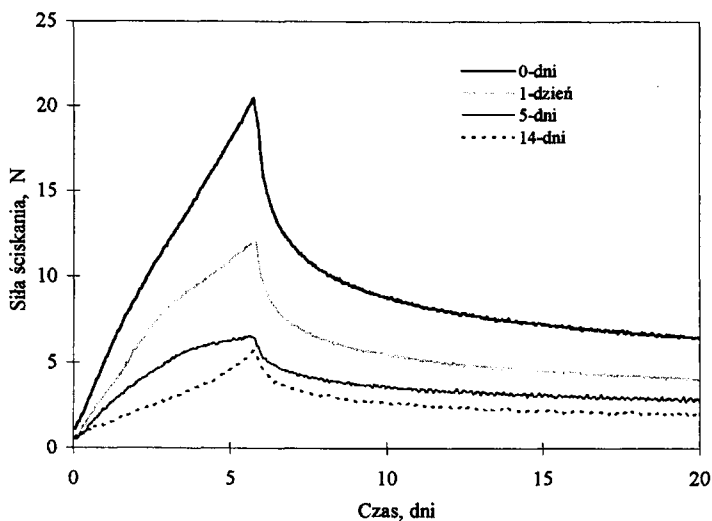
Fig. 4. Influence of storage time on mechanical properties of sponge-cakes. Environmental water activity (a_w) - 0,60.

Podczas przechowywania ciastek w środowisku o aktywności wody 0,60 wystąpiły również zmiany charakteru przebiegu krzywych ściskania (Rys. 4). Już po jednym dniu przechowywania wystąpiło przegięcie krzywej ściskania. Ponadto wraz z wydłużeniem czasu przechowywania zaobserwowano złączenie piku odpowiadającego

maksymalnej siły ściskającej, a po 14 dniach zauważalny był drugi pik świadczący o wytworzeniu się oporu na powierzchni ciastka, mimo braku zmian zawartości i aktywności wody (Rys. 1 i 2).

Analiza właściwości mechanicznych ciastek przechowywanych w środowisku o aktywności wody 0,90 (Rys. 5), wykazała obniżenie wartości maksymalnej siły ściskającej o około 40% już po 1 dniu. Wydłużenie czasu przechowywania spowodowało dalsze obniżanie wartości maksymalnej siły ściskającej, tj. około 70% dla ciastek przechowywanych przez 5 dni i o około 75% po 14 dniach przechowywania.

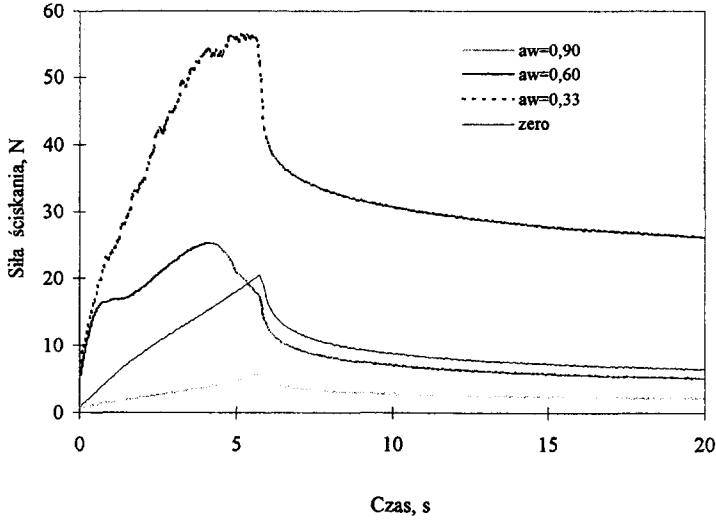
W przypadku przechowywania ciastek w środowisku o aktywności wody 0,90 wystąpiły nieznaczne zmiany charakteru przebiegu krzywych ściskania (Rys. 5). Nie zaobserwowano drugiego piku świadczącego o zmianach powierzchniowych ciastek.



Rys. 5. Wpływ czasu przechowywania na właściwości mechaniczne ciastek biszkoptowych. Aktywności wody (a_w) środowiska - 0,90.

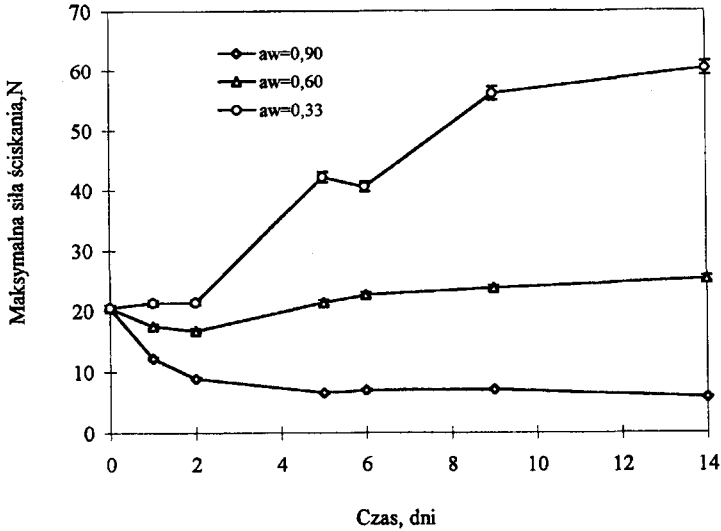
Fig. 5. Influence of storage time on mechanical properties of sponge-cakes. Environmental water activity (a_w) - 0,90.

Przechowywanie ciastek biszkoptowych w czasie 14 dni wpłynęło na charakter przebiegu krzywych ściskania. Stopień zmian uzależniony był od aktywności wody środowiska, w którym przechowywano ciastka (Rys. 6). Środowisko o aktywności wody 0,33 i 0,60 spowodowało zwiększenie siły ściskającej i wystąpienie drugiego piku w przebiegu krzywej ściskania. Natomiast środowisko o aktywności wody 0,90 nie zmieniło charakteru przebiegu krzywej ściskania, wpływając istotnie na obniżenie siły ściskającej.



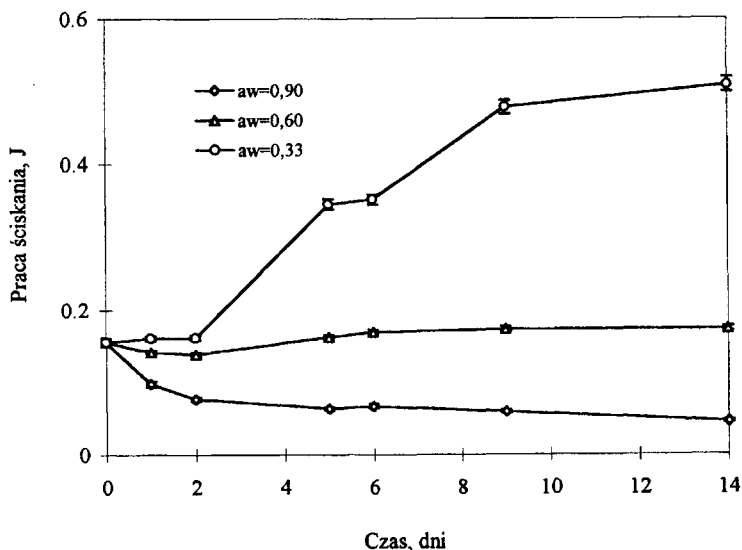
Rys. 6. Właściwości mechaniczne ciastek biszkoptowych przechowywanych 14 dni w środowisku o różnej aktywności wody (a_w)

Fig. 6. Mechanical properties of sponge-cakes after 14 days storage in environment with different water activity (a_w)



Rys. 7. Wpływ czasu przechowywania ciastek biszkoptowych w środowisku o różnej aktywności wody (a_w) na maksymalną siłę ściskającą.

Fig. 7. Influence of storage time in environment with different water activity (a_w) on maximal compressive force.



Rys. 8. Wpływ czasu przechowywania ciastek biszkoptowych w środowisku o różnej aktywności wody (a_w) na maksymalną pracę ściskania

Fig. 8. Influence of storage time in environment with different water activity (a_w) on maximal compressive work

Przechowywanie ciastek biszkoptowych w czasie od 0 do 14 dni wpłynęło również na maksymalną siłę ściskania (Rys. 7) i maksymalną pracę ściskania (Rys. 8). Stopień zmian uzależniony był od aktywności wody środowiska, w którym przechowywano ciastka. Środowisko o aktywności wody 0,33 spowodowało statystycznie istotny wzrost maksymalnej siły jak i pracy ściskania (Tab. 1). Zmiany te wynikają między innymi z obniżenia zawartości (Rys. 1) i aktywności wody (Rys. 2) ciastek. Natomiast w czasie przechowywania w środowisku o aktywności wody 0,60 nie zaobserwowano dużych zmian maksymalnej siły jak i pracy ściskania. Zależność ta koreluje z brakiem zmian zawartości i aktywności wody ciastek (Rys. 1 i 2). Środowisko o aktywności wody 0,90 wpłynęło statystycznie istotnie na obniżenie maksymalnej siły i pracy ściskania (Tab. 1) szczególnie po 2–3 dniach przechowywania. Zmianom tym towarzyszy wprost proporcjonalne zwiększanie zawartości i aktywności wody ciastek.

Podsumowanie

Ciastka biszkoptowe przechowywane przez 14 dni w środowisku o wilgotności względnej powietrza odpowiadającej aktywności wody 0,33 podlegały procesowi desorpcji. Zjawisku temu towarzyszyło obniżenie zawartości wody o około 50% i aktywności wody ciastek o około 40%. Natomiast wzrastała około 3-krotnie maksymalna siła ściskająca i ponad 3-krotnie maksymalna praca ściskania.

W przypadku przechowywania ciastek przez 14 dni w środowisku o wilgotności względnej powietrza odpowiadającej aktywności wody 0,60, nie stwierdzono istotnych zmian zawartości i aktywności wody jak i maksymalnej siły i pracy ściskania. Natomiast zdecydowanie zmienił się charakter przebiegu krzywych ściskania. Obserwowano podobnie jak dla ciastek przechowywanych w środowisku o aktywności wody 0,33 wystąpienie drugiego piku, świadczącego o wytworzeniu się oporu powierzchniowego.

Przechowywania ciastek przez 14 dni, w środowisku o wilgotności względnej powietrza odpowiadającej aktywności wody 0,90, powodowało ponad 2-krotny wzrost zawartości wody i około 40% podwyższenie aktywności wody oraz około 3,5-krotne obniżenie wartości maksymalnej siły jak i pracy ściskania.

LITERATURA

- [1] Hsieh F., Hu L., Huff H.E., Peng I.C.: Effects of water activity on textural characteristics of puffed rice cake. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, **23**, 1990, 471-473.
- [2] Kahyama K., Nishiand M., Suzuki T.: Measuring texture of crackers with a multiple - point sheet sensor. *J. Food Sci.*, **62** (5), 1997, 922-925.
- [3] Lewicki P.P., Danak A., Lenart A.: Effect of water activity on mechanical properties of sponge-cake. *Properties of Water in Food*. Warsaw Agricultural University. Department of Food Engineering, 1998, 112-121.
- [4] Nikolaidis A., Labuza T.P.: Glass transition state diagram of a baked cracker and its relationship to gluten. *J. Food Sci.*, **61** (4), 1996, 803-806.
- [5] Piazza L., Masi P.: Development of crispness on cookies during baking in industrial oven. *Cereal Chem.*, **74** (2), 1997, 135-140.
- [6] Roos Y., Karel M.: Plasticizing effect of water on thermal behaviour and crystallization of amorphous food models. *J. Food Sci.*, **56** (1), 1991, 38-43.
- [7] Slade L., Levine H.: Water and the glass transition - dependence of the glass transition on composition and chemical structure: special implication for flour functionality on cookie baking. *J. Food Engng.*, **22**, 1993, 143-188.
- [8] Zeleznak K.J., Hoseney R.C.: The glass transition in starch. *Cereal Chem.*, **64** (2), 1987, 121-124.

INFLUENCE OF STORAGE TIME ON MECHANICAL PROPERTIES OF SPONGE-CAKES

S u m m a r y

The aim of this work was determination of mechanical properties of sponge-cakes during storage. It was found that environmental water activity as well as storage time have significant influence on resistance to compressive force. It was showed that essential changes of sponge-cake mechanical properties appeared parallelly with small changes of their water activity. ☒