

HANNA PASCHKE, MIECZYŚLAW JANKIEWICZ

WPLYW DODATKU TŁUSZCZU NA WŁAŚCIWOŚCI LEPKOSPREŻYSTE CIASTA PSZENNEGO

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu wybranych tłuszczów na właściwości lepkospreżyste ciasta pszennego, przy zróżnicowaniu wielkości dodatku i sposobu wprowadzania tłuszczu do ciasta. Do badań zastosowano olej z pestek winogron, masło kakaowe oraz tłuszcz kokosowy. Właściwości lepkospreżyste ciast charakteryzowano metodą reometrii oscylacyjnej o kontrolowanym odkształceniu. Wyznaczono spektra mechaniczne badanych ciast w zakresie częstości oscylacji od 0,1 do 100 rad/s.

Olej z pestek winogron i tłuszcz kokosowy powodowały, nieproporcjonalnie do wielkości dodatku, obniżanie wartości modułów G' i G'' , w całym zakresie badanych częstości oscylacji, oraz wzrost kąta δ . Masło kakaowe wzmacniało cechy lepkospreżyste ciasta. Stwierdzono silniejszy efekt dodatku tłuszczu do mąki w porównaniu z jego dodatkiem do ciasta.

Słowa kluczowe: ciasto pszenne, dodatki tłuszczów, właściwości lepkospreżyste.

Wstęp

Tłuszcze, w ilości 1–5% w stosunku do masy mąki, są powszechnie wykorzystywanym dodatkiem w piekarstwie. Odpowiednio stosowane pozwalają modelować właściwości fizyczne ciasta, strukturę miększu chleba i jego cechy sensoryczne [2, 7]. Indukowane zmiany mają charakter interakcji białko – tłuszcze. Zmiana organizacji przestrzennej białkowego komponentu kompleksu z tłuszczem wpływa na własności reologiczne ciasta. Są one konsekwencją zwiększenia liczby wiązań hydrofobowych, zastępujących część wiązań wodorowych stabilizujących strukturę glutenową ciasta [6].

Efekt technologiczny stosowania dodatku tłuszczu zależy od charakterystyki fizykochemicznej użytego tłuszczu. Wynika ona z budowy chemicznej wchodzących w

jego skład kwasów tłuszczowych, które stanowią około 90% masy tłuszczu. Istotną rolę odgrywa tu długość łańcuchów reszt kwasowych oraz stopień ich nienasylenia [5].

Wpływ dodatku tłuszczu jest słabo wykrywalny za pomocą instrumentów z zakresu tzw. reologii technologicznej np. farinografu [2].

Testy oscylacyjne pozwalają ocenić lepkosprężystą naturę ciasta poprzez poddawanie go sinusoidalnie zmieniającemu się naprężeniu lub odkształceniu. W przypadku materiału lepkosprężystego naprężenie i odkształcenie są przesunięte w fazie o wartość kąta opóźnienia δ . Na podstawie zmierzonych wartości amplitudy odkształcenia, amplitudy naprężenia i kąta opóźnienia fazowego obliczany jest moduł zespolony sprężystości G^* oraz jego dwie składowe: moduł zachowawczy G' (będący miarą energii zmagazynowanej) i moduł stratności G'' wyrażający cechy lepkości materiału (energia rozproszona w materiale po odkształceniu). Kąt opóźnienia fazowego δ wyraża względny udział cech lepkości i sprężystych w kształtowaniu właściwości lepkościowych materiału [8].

Podstawowe badania reologiczne mają służyć określeniu związków pomiędzy parametrami reologicznymi a składem i strukturą ciasta. Wyznaczenie proporcji pomiędzy cechami sprężystymi i lepkościowymi ciasta pszennego umożliwi technologom piekarstwa skuteczne modelowanie właściwości ciasta w celu uzyskania optymalnego efektu technologicznego [9, 10].

Celem podjętych badań było określenie wpływu wybranych tłuszczów na właściwości lepkościowe ciasta pszennego, przy zróżnicowaniu wielkości dodatku i sposobu wprowadzania tłuszczu do ciasta.

Materiał i metody badań

Do doświadczeń użyto mąkę typu 500, uzyskaną z przemiału przemysłowego ziarna pszenicy odmian krajowych. Do badań dobrano tłuszcze o składzie reszt kwasowych mocno zróżnicowanym pod względem stopnia nienasylenia (olej z pestek winogron, tłuszcz kakaowy) i długości łańcuchów (tłuszcz kokosowy, tłuszcz kakaowy) [5]. Użyto, udostępnionego przez Zakłady Goplana-Nestle, tłuszczu kakaowego dezodoryzowanego, o temperaturze mięknięcia 30°C i 1,16% zawartości wolnych kwasów tłuszczowych (w przeliczeniu na kwas oleinowy). Zastosowano tłuszcz kokosowy Orkoline 25 (producent – Vamo-Fuji Specialities N.V.), zawierający poniżej 43% fazy stałej w temperaturze 20°C . Deklarowana przez producenta zawartość wolnych kwasów tłuszczowych wynosiła 0,1%. Olej z pestek winogron (Goccia d'Oro - importowany z Włoch, nabyty w sieci handlowej) potraktowano jako tłuszcz modelowy o bardzo wysokim stopniu nienasylenia.

Tłuszcze wprowadzono do mąki w ilości 1,5; 3 i 4,5% w stosunku do suchej masy ciasta. Równolegle wykonano doświadczenia, w których 3% dodatek tłuszczu wprowadzono do wytworzonego już ciasta, po 90 s mieszenia.

Sporządzano ciasto pszenne, posługując się mikromieszarką laboratoryjną typu MML-25, produkcji ZBPP w Bydgoszczy. Stosowano naważkę 25 g mąki i dodatek 13,5 ml wody, obliczony na podstawie wyznaczonej farinograficznie wodochłonności mąki wynoszącej 54%. Czas mieszenia wynosił 150 s od chwili rozpoczęcia dodawania wody.

Właściwości reologiczne badanych ciast oraz wpływ interakcji białko-tłuszcz na cechy lepkospężyste ciast modyfikowanych charakteryzowano metodą reometrii oscylacyjnej przy kontrolowanym odkształceniu, stosując reometr Rheometric DSR-500 o kontrolowanym naprężeniu. Reometr wyposażono w układ pomiarowy płytka-płytką o średnicy 25 mm, ze szczeliną pomiarową 2 mm. Pomiarów przeprowadzono w temperaturze 20°C. Próbkę ciasta, po umieszczeniu w układzie pomiarowym, przycinano, aby uzyskać powtarzalne jej wymiary, a odkryty brzeg pokrywano smarem silikonowym, by zminimalizować straty wilgoci podczas pomiaru. Próbkę pozostawiano na 30 min w celu relaksacji naprężeń przed rozpoczęciem pomiarów.

Ze względu na bardzo wąski obszar liniowości w lepkospężystym zachowaniu ciasta pszenne, badania właściwości reologicznych prowadzono w zakresie bardzo małych odkształceń (0,05%), aby zapewnić wykonanie pomiarów w przedziale liniowości, w którym pierwotna struktura materiału pozostaje nienaruszona [8].

Wyznaczono spektra mechaniczne badanych ciast, przedstawiając je w postaci zmian wartości modułu zachowawczego G' oraz modułu stratności G'' , w zakresie częstości oscylacji od 0,1 do 100 rad/s. Zarejestrowano również zmiany kąta opóźnienia fazowego δ w wymienionym zakresie częstości oscylacji.

Każdy wynik jest średnią pomiarów wykonanych na trzech próbkach otrzymanych z oddzielnie przygotowanych ciast.

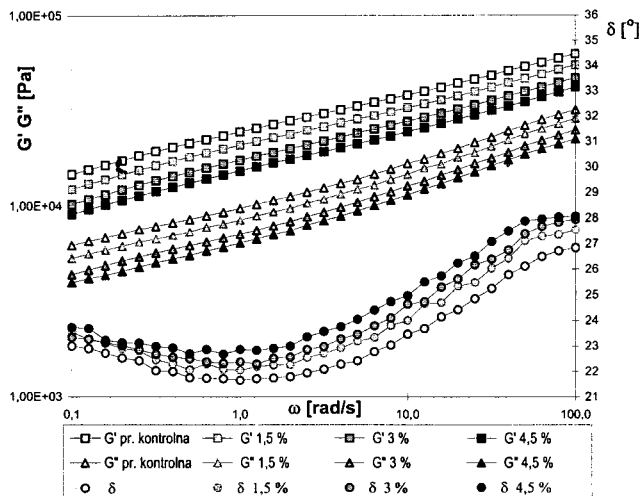
Wyniki i dyskusja

Właściwości lepkospężyste ciasta pszenne kształtowane są głównie przez białka glutenowe mąki. Jednakże pozostałe komponenty tak złożonego układu jakim jest ciasto również odgrywają istotną rolę w modyfikowaniu właściwości matrycy glutenowej [1, 4].

Badając ciasto kontrolne za pomocą reometrii oscylacyjnej przy kontrolowanym naprężeniu stwierdzono, że wartości zarówno modułu zachowawczego G' jak i modułu stratności G'' są zależne od częstości oscylacji i rosną wraz z jej wzrostem. G' rośnie od 14692 Pa przy 0,1 rad/s do 62511 Pa przy 100 rad/s, G'' natomiast odpowiednio od 6231 Pa do 31677 Pa. Tendencja ta zgodna jest z danymi literaturowymi [3]. Kąty opóźnienia fazowego δ wszystkich ciast osiągały wartość minimalną przy częstotliwo-

ści około 1 rad/s. Wehrle i wsp. [8] podają minimalne wartości δ przy częstościach oscylacji w zakresie od 0,628 rad/s do 6,28 rad/s.

Dodatek oleju z pestek winogron i tłuszczu kokosowego powodował obniżenie wartości zarówno modułu G' jak i modułu G'' w całym zakresie badanych częstości oscylacji. Sprężystość ciasta obniżała się, czego przejawem był wzrost kąta opóźnienia fazowego δ . Wzrost ten był szczególnie wyraźny przy wyższych częstościach oscylacji (rys. 1 i 2).

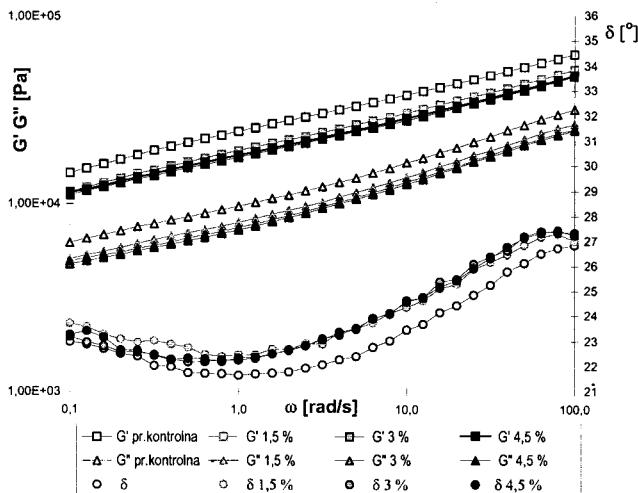


Rys. 1. Wpływ wielkości dodatku oleju z pestek winogron do mąki na właściwości lepkosprężyste ciasta pszennego.

Objaśnienia: G' - moduł zachowawczy, G'' - moduł stratności, δ - kąt opóźnienia fazowego

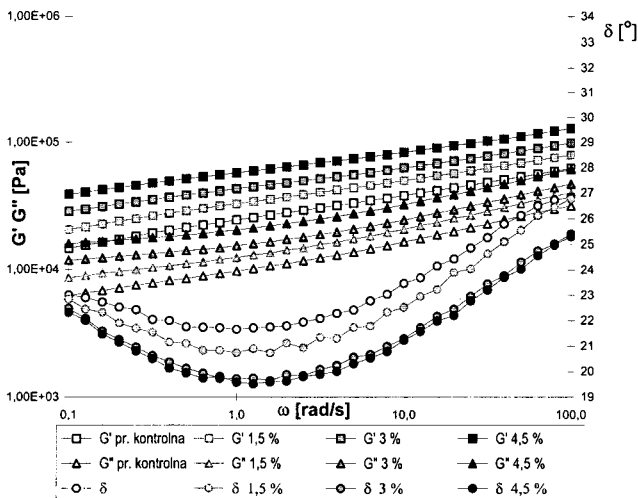
Fig. 1. The effect of grapeseed oil added to flour on the viscoelastic properties of wheat dough. G' - storage modulus, G'' - loss modulus, δ - lag angle.

Zauważono, że wartości modułów obniżały się wraz ze wzrastającą zawartością tłuszczu w cieście w sposób nieliniowy. Zwłaszcza w przypadku tłuszczu kokosowego obniżenie tych wartości było bardziej znaczące przy podniesieniu zawartości tłuszczu od 0% do 1,5% niż od 1,5% do 3%. Zwiększenie dodatku do 4,5%, w przypadku tłuszczu kokosowego, nie spowodowało większej zmiany wartości G' i G'' . Wskazuje to, iż wpływ dodatku tłuszczu nie jest prostym wynikiem „rozcieńczenia” matrycy glutenowej. Wydaje się, że tłuszcz wywiera plastyfikujący wpływ tylko do pewnego poziomu dodatku. Być może jedynie część dodanego tłuszczu, która staje się integralną częścią matrycy ciasta, odgrywa rolę plastyfikującą [4].



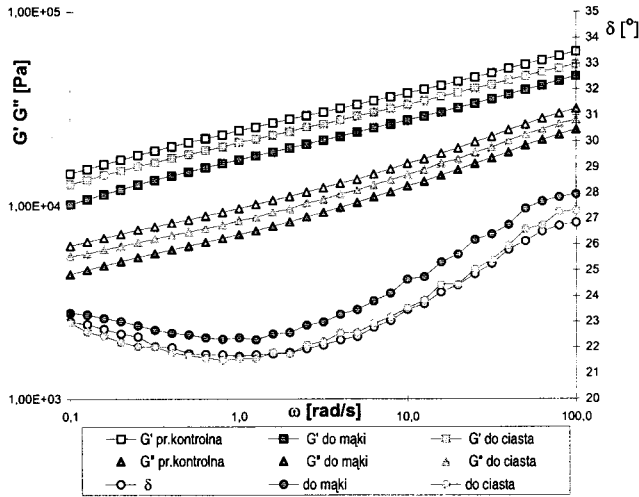
Rys. 2. Wpływ wielkości dodatku tłuszczu kokosowego do mąki na właściwości lepkospřężyste ciasta pszennego. Objasnienie symboli jak na rys. 1.

Fig. 2. The effect of coconut oil added to flour on the viscoelastic properties of wheat dough. Explanation of symbols as in the fig. 1.



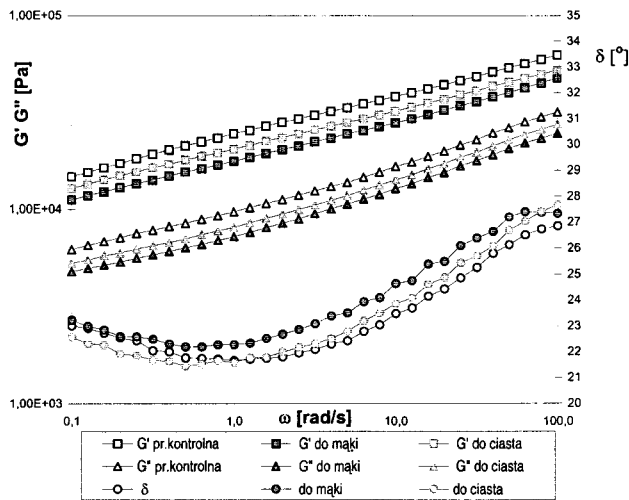
Rys. 3. Wpływ wielkości dodatku masła kakaowego do mąki na właściwości lepkospřężyste ciasta pszennego. Objasnienie symboli jak na rys. 1.

Fig. 3. The effect of cocoa butter added to flour on the viscoelastic properties of wheat dough. Explanation of symbols as in the fig. 1.



Rys. 4. Wpływ sposobu wprowadzania oleju z pestek winogron (3%) na własności lepkosprężyste ciasta pszennego. Objasnienie symboli jak na rys. 1.

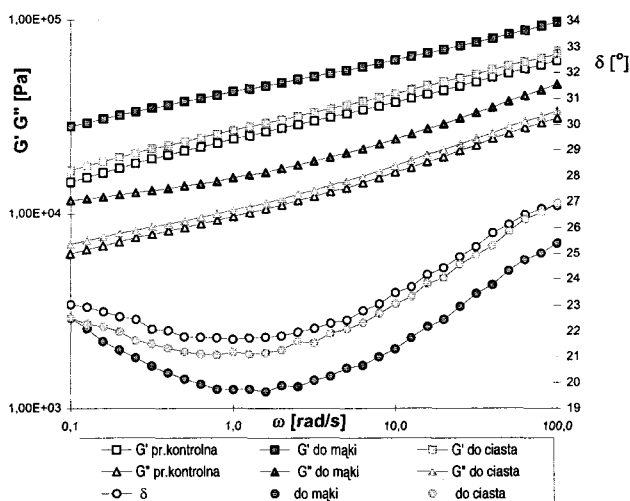
Fig. 4. The effect of the way grapeseed oil (3%) was put into the system on the viscoelastic properties of wheat dough. Explanation of symbols as in the fig. 1.



Rys. 5. Wpływ sposobu wprowadzania tłuszczu kokosowego (3%) na właściwości lepkosprężyste ciasta pszennego. Objasnienie symboli jak na rys. 1.

Fig. 5. The effect of the way coconut oil (3%) was put into the system on the viscoelastic properties of wheat dough. Explanation of symbols as in the fig. 1.

Dodatek do mąki masła kakaowego powodował uzyskanie ciasta o odmiennych właściwościach reologicznych. Masło kakaowe wzmacniało cechy lepkospężyście i powodowało wzrost wartości modułów G' i G'' w całym zakresie badanych częstości oscylacji. Nastąpiło obniżenie wartości δ zwłaszcza przy częstościach oscylacji powyżej 1 rad/s (rys. 3). Podniesienie wartości obu oznaczonych modułów, przy równoczesnym obniżeniu kąta opóźnienia fazowego informuje o konieczności zwiększenia nakładu energii do pokonania efektu sprężystości ciasta w procesie jego mieszania. Informuje więc o potencjonalnej wartości układu białkowego matrycy glutenowej ciasta. Decydującą rolę odegrały tu prawdopodobnie właściwości fizyczne masła kakaowego, które w temperaturze przygotowywania ciasta i pomiaru (20°C) jest ciałem stałym. W tych samych warunkach olej z pestek winogron jest cieczą, a tłuszcz kokosowy zawiera jedynie około 40% fazy stałej.



Rys. 6. Wpływ sposobu wprowadzania masła kakaowego (3%) na właściwości lepkospężyście ciasta pszenne. Objasnienie symboli jak na rys. 1.

Fig. 6. The effect of the way cocoa butter (3%) was put into the system on the viscoelastic properties of wheat dough. Explanation of symbols as in the fig. 1.

Wyniki uzyskane w badaniach ciast z 3% dodatkiem tłuszczu, który wprowadzono do wytworzonego ciasta po 90 s mieszania, wskazują na istotne różnice we właściwościach reologicznych ciast, w zależności od momentu wprowadzenia tłuszczu do układu. Obecność oleju z pestek winogron lub tłuszczu kokosowego w czasie wytwarzania matrycy glutenowej powodowała powstanie ciasta o słabszej strukturze. Wprowadzenie tych tłuszczów, gdy matryca glutenowa była już wytworzona, w znacznie mniejszym stopniu zmieniało właściwości ciasta (rys. 4 i 5). W przypadku masła ka-

kaowego (rys. 6) ciasto uzyskane po wprowadzeniu dodatku tłuszczu do mąki charakteryzowało się większym wzmocnieniem cech lepkosprężystych niż ciasto uzyskane z takim samym dodatkiem wprowadzonym do układu po 90 s mieszenia.

Wnioski

1. Właściwości lepkosprężyste ciasta pszennego zmieniają się w zależności od rodzaju dodanego tłuszczu oraz jego ilości.
2. Olej z pestek winogron i tłuszcz kokosowy powoduje obniżanie wartości modułu zachowawczego i modułu stratności ciasta, w całym zakresie badanych częstości oscylacji oraz wzrost kąta opóźnienia fazowego.
3. Masło kakaowe wzmacnia cechy lepkosprężyste ciasta (wzrost wartości modułów i obniżenie kąta fazowego) co wiąże się ze wzrostem sprężystości układu glutenowego.
4. Wielkość zmian jest zróżnicowana nieproporcjonalnie do wielkości wprowadzonego dodatku tłuszczu dowodząc, że tylko jego część uczestniczy jako plastyfikator układu.
5. Tłuszcze wprowadzane do mąki powodują większe zmiany wartości modułów oraz kąta δ badanych ciast niż takie same dodatki wprowadzane gdy matryca glutenowa ciast jest już wytworzona.

Literatura

- [1] Abdelrahman A., Spies R.: Dynamic rheological studies of dough systems. In: *Fundamentals of Dough Rheology*. The American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA 1986.
- [2] Bloksma A.H., Bushuk W.: Rheology and chemistry of dough. In: *Wheat Chemistry and Technology*. The American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA 1988. vol. II.
- [3] Faubion J.M., Dreese P.C., Diehl K.C.: Dynamic rheological testing of wheat flour doughs. In: *Rheology of Wheat Products*. The American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA 1985.
- [4] Fu J., Mulvaney S.J., Cohen C.: Effect of added fat on the rheological properties of wheat flour doughs. *Cereal Chem.*, 1997, **74**, 304-311.
- [5] Gawęcki J.: *Prawda o tłuszczach*. Instytut Danone - Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia, Warszawa 1997.
- [6] Jankiewicz M.: *Białka w technologii zbóż*. WPLiŚ, Warszawa 1968.
- [7] MacRitchie F.: Role of Lipids in Baking. In: *Lipids in Cereal Technology*. Academic Press Inc. London 1983.
- [8] Pruska-Kędzior A., Lefebvre J., Kędzior Z.: Zastosowanie metod reologicznych w technologii żywności i biotechnologii. W: *Metody pomiarów i kontroli jakości w przemyśle spożywczym i biotechnologii*. Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego, Poznań 2001.
- [9] Wehrle K., Grau H., Arendt K.: Effects of lactic acid, acetic acid, and table salt on fundamental rheological properties of wheat dough. *Cereal Chem.*, 1997, **74**, 739-744.

- [10] Weipert D.: The benefits of basic rheometry in studying dough rheology. *Cereal Chem.*, 1990, **67**, 311-317.

EFFECT OF ADDED FAT ON THE VISCOELASTIC PROPERTIES OF WHEAT DOUGH

S u m m a r y

The aim of this study was to determine the effect of addition of grapeseed oil, cocoa butter and coconut oil on the viscoelastic properties of wheat dough. Fats were added at 1,5%, 3% and 4,5% levels to flour and dough. Viscoelastic properties of doughs were characterized by dynamic oscillatory tests using a controlled stress rheometer. Mechanical spectra within the range from 0.1 to 100 rad/s were determined.

Frequency sweep results indicate that both G' and G'' had lower values over the entire frequency range, as the amounts of added grapeseed oil or coconut oil were increased. The decrease in the moduli was nonlinear. The addition of cocoa butter resulted in the increase of G' and G'' and the decrease of phase angle δ . In a case of addition of fats to flour the effects were more advanced as compared with those for addition to dough.

Key words: wheat dough, addition of fats, viscoelastic properties. ☒