

Właściwości reologiczne jogurtu

Malwina Biegaj, Emilia Siemionkiewicz

Koło Naukowe Inżynierii Chemicznej i Procesowej, Uniwersytet Warmińsko - Mazurski w Olsztynie

Opiekun: Dr hab. inż. Lidia Zander, prof. UWM

Wstęp

Emulsje spożywcze są substancjami złożonymi zarówno pod względem składu, jak i struktury. Jogurt jest emulsją typu O/W, w której fazę olejową stanowią kropelki tłuszczu, natomiast fazę wodną – roztwór białek, cukrów i soli mineralnych. Jogurt podobnie jak inne produkty mleczne zawierające kultury bakterii, ma strukturę żelu, która rozwija się podczas fermentacji. Dzięki takiej strukturze żel wykazuje zależność lepkości od czasu i szybkości ścinania. W literaturze przedstawiane są różne modele opisujące właściwości reologiczne jogurtów [1]. W powyższym doświadczeniu do opisu otrzymanych wyników zastosowano model Cross'a – Carreau'a [2]:

$$\eta = \eta_{\infty} + \frac{(\eta_0 - \eta_{\infty})}{\left(1 + (k\dot{\gamma})^a\right)^{1-n/a}}$$

gdzie:

$\dot{\gamma}$ – szybkość ścinania [s^{-1}],

η – lepkość równowagowa [Pas],

η_0 – lepkość przy szybkości ścinania dążącej do zera [Pas],

η_{∞} - lepkość przy szybkości ścinania dążącej do nieskończoności [Pas],

k, a, n – parametry modelu.

Cel pracy

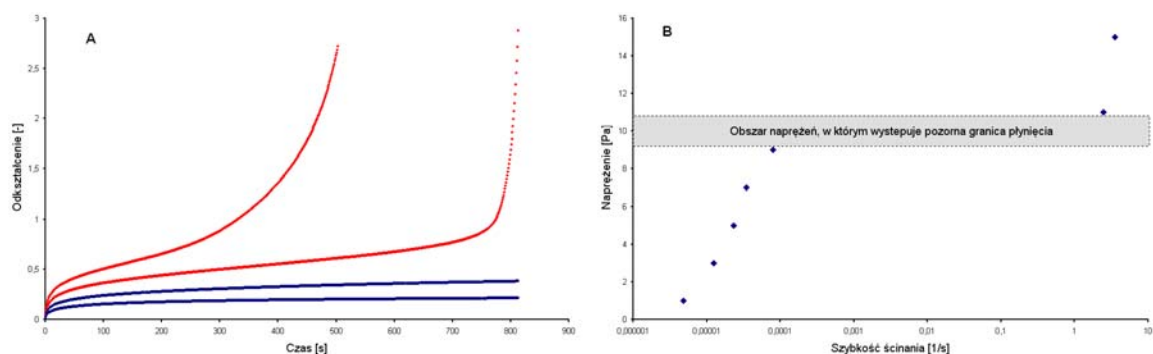
Celem pracy było wyznaczenie właściwości reologicznych jogurtu za pomocą testu pełzania oraz opisanie ich modelem Cross'a – Carreau'a.

Material i metody

W przeprowadzonym doświadczeniu jogurt poddawano testowi pełzania. Aby określić właściwości pełzania jogurt był poddawany działaniu stałego naprężenia ścinającego w stałej temperaturze w dłuższym okresie czasu [3]. W określonych odstępach czasu dokonywano rejestracji odkształcenia i tworzono wykres odkształcenia pełzania względem czasu. Nachylenie krzywej w każdym punkcie określa szybkość pełzania.

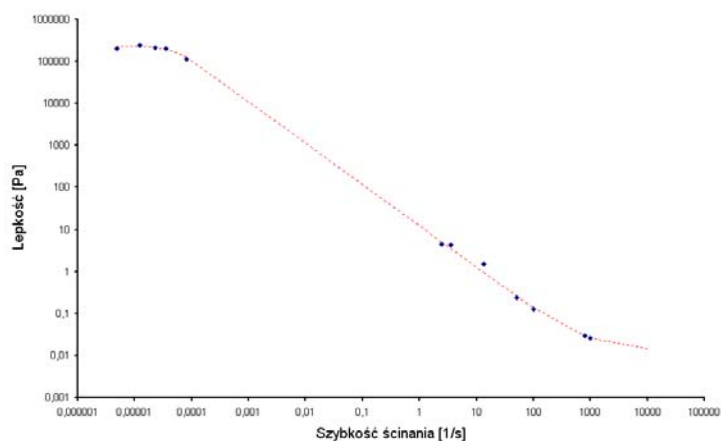
Do pomiaru właściwości reologicznych jogurtu wykorzystano reometr ReoStress 1 firmy Haake z układem pomiarowym dwóch współosiowych cylindrów. Pomiary wykonywane były dla jogurtu, którego temperatura wynosiła 20°C. Wartościami mierzonymi były szybkość ścinania $\dot{\gamma}$ [s^{-1}] i odkształcenie, natomiast wartością zadaną naprężenie ścinające τ [Pa]. Czas pomiaru wynosił 1200 s. Ilość punktów pomiarowych wynosiła 1200. Pomiary wykonywane były w zakresie od 1 do 20 Pa przy zadanych wartościach 1, 3, 5, 7, 9, 11, 15, 20 Pa.

Wyniki



Rysunek 1. Graficzna ilustracja przeprowadzonych testów pełzania:

- dla zadanych naprężeń $\tau = 5$ i 9 [Pa] (linia niebieska), $\tau = 11$ i 15 [Pa] (linia czerwona);
- w postaci „krzywej płynięcia” z wyodrębnionym obszarem występowania pozornej granicy płynięcia.



Rysunek 2. Zależność lepkości równowagowej od szybkości ścinania.

Wnioski

Z badań wynika, iż model Cross'a – Carreau'a dobrze opisuje wyniki przeprowadzonych testów reologicznych (Rysunek 2). Zaobserwowano występowanie dwóch obszarów newtonowskich - dla bardzo małych oraz bardzo dużych szybkości ścinania – oraz obszaru rozrzedzania ścinaniem.

Podczas analiz stwierdzono występowanie pozornej granicy płynięcia, której wartość zawiera się w przedziale między 9 –11 Pa.

Literatura

- Steffe J. F., Rheological methods in food process engineering, Freeman Press, 1996, ISBN 0-9632036-1-4
- Armelin E., Marti M., Rude E., Labanda J., Llorens J., Aleman C., A simple model to describe the thixotropic behavior of paints, *Progress in Organic Coatings*, 2006, **57**, 229 - 235
- Geraghty R., Butler F., Viscosity characterization of a commercial yogurt at 5C using a cup in bob and a vane geometry over a wide shear rate range ($10^{-5} \text{ s}^{-1} - 10^3 \text{ s}^{-1}$), *Journal of Food Process Engineering*, 1999, **22**, 1-10