

KATARZYNA SKRZYPCZAK, WALDEMAR GUSTAW

WPLYW DODATKU PREBIOTYKÓW I BIAŁEK SERWATKOWYCH NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE BIOJOGURTÓW

Streszczenie

Do produkcji mlecznych napojów fermentowanych bardzo często stosowany jest dodatek preparatów białek mleka w celu zwiększenia w nim zawartości suchej masy. Z kolei prebiotyki stosowane są w celu lepszego wzrostu bakterii probiotycznych w mlecznych napojach fermentowanych, a tym samym utrzymania funkcjonalności tych produktów na odpowiednim poziomie.

Celem pracy było określenie wpływu dodatku wybranych prebiotyków (oligofruktozy, inuliny i skrobi opornej) oraz izolatu białek serwatkowych (WPI) na właściwości reologiczne jogurtu otrzymanego z wykorzystaniem szczepionki zawierającej bakterie probiotyczne. Zastosowanie mieszanin WPI z wybranymi prebiotykami wpłynęło na wzrost twardości biojogurtów w porównaniu z suplementacją samym WPI. Największą twardość skrzepu jogurtowego stwierdzono przy 1,5 % stężeniu WPI w przypadku mieszanin ze skrobią oporną (RS) (1,2 N) i oligofruktozą (1,1 N). Zastosowanie dodatku 1 % WPI i 1 % RS przyspieszyło proces powstawania skrzepu kwasowego, który rozpoczął się już po 98 min fermentacji w porównaniu ze 135 min w przypadku biojogurtu kontrolnego.

Słowa kluczowe: inulina, oligofruktoza, skrobia oporna, izolat białek serwatkowych, biojogurt, reologia

Wprowadzenie

Do produkcji jogurtów naturalnych wykorzystuje się tylko surowce mleczne. Tłuszcz obecny w mleku ma bezpośredni wpływ na właściwości reologiczne skrzepu jogurtowego i ogranicza wielkość synerozy [6]. Z tego powodu zastosowanie mleka odtłuszczonego w celu otrzymania jogurtów o obniżonej zawartości tłuszczu wiąże się z koniecznością stosowania różnych, najczęściej polisacharydowych dodatków zagęszczających [3].

W celu lepszego wzrostu bakterii probiotycznych w napojach fermentowanych, a tym samym utrzymania ich funkcjonalności na odpowiednim poziomie, stosuje się dodatek prebiotyków do jogurtów [2, 8]. Dodatek różnych rodzajów inuliny i oligo-

fruktozy, w odpowiednim stężeniu, do jogurtów otrzymanych z pełnego mleka poprawiał ich właściwości reologiczne i redukował wielkość synerezy. Podobną zależność stwierdzono w przypadku jogurtów o obniżonej zawartości tłuszczu [12, 13].

Dodatek preparatów białek mleka jest bardzo często stosowany w produkcji mlecznych napojów fermentowanych w celu zwiększenia zawartości suchej masy w mleku, co przekłada się bezpośrednio na otrzymanie bardziej związłego skrzepu jogurtowego [4]. Wzrost produkcji, a zarazem dostępności preparatów białek serwatkowych, takich jak koncentraty i izolaty białek serwatkowych sprawił, że są one coraz częściej wykorzystywane w produkcji jogurtów. Białka serwatkowe, oprócz poprawy właściwości fizykochemicznych mlecznych napojów fermentowanych, mają również wpływ na wzrost bakterii probiotycznych z rodzaju *Bifidobacterium* i *Lactobacillus* [7, 11].

Obecnie obserwowane jest coraz większe zainteresowanie jogurtami otrzymywanymi przy udziale mikroflory probiotycznej i prebiotyków. Produkty takie określane są mianem synbiotyków i uznawane są za żywność funkcjonalną wpływającą dobroczynnie na zdrowie człowieka [8].

Celem pracy było określenie wpływu dodatku wybranych prebiotyków (oligofruktozy, inuliny i skrobi opornej) oraz izolatu białek serwatkowych na właściwości reologiczne jogurtu otrzymanego metodą termostatową z wykorzystaniem szczepionki zawierającej bakterie probiotyczne.

Material i metody badań

Do badań użyto: mleka pełnego w proszku (OSM Krasnystaw), mleka odtłuszczonego w proszku (OMP), (Biomlek, Chełm), izolatu białek serwatkowych (WPI), (Milei, Leutkirch, Niemcy), skrobi opornej (National Starch & Chemical, Hamburg, Niemcy), inuliny (Frutafit, Sensus, Holandia) i oligofruktozy (ORAFIT, Belgia).

Biojogurty otrzymywano z regenerowanego pełnego mleka w proszku (13 %) zgodnie z wcześniej stosowaną metodyką [2, 3]. Zawartość suchej masy mleka zwiększano przez dodatek OMP lub WPI w ilości 0,5; 1 i 1,5 %. Do wybranych jogurtów dodawano skrobię oporną (RS), inulinę (IN) lub oligofruktozę (FOS) w ilości 1 %. Całość pasteryzowano w temp. 85 °C przez 30 min w łaźni wodnej, a następnie chłodzono do około 40 °C. Użyto szczepionki probiotycznej ABT-1 (CHR HANSEN, Polska) w ilości 0,15 g/1000 cm³. Zaszczepione mleko rozlewano do zlewek o pojemności 50 cm³, które przykrywano folią aluminiową. Inkubację prowadzono w temp. 40 °C przez 10 h. Po zakończeniu inkubacji jogurt przechowywano w temp. 5 °C przez około 20 h. Próbkę kontrolną (BK) stanowił biojogurt otrzymany bez dodatku prebiotyków, WPI oraz OMP.

Oznaczano wartość pH mleka przed fermentacją i jogurtu po zakończonej fermentacji przy użyciu pehametru Elmetron CP 215 (Zabrze, Polska).

Analizę tekstury jogurtu wykonywano za pomocą analizatora tekstury TA-XT2i (Stable Micro System, Wielka Brytania), stosując test penetracji trzpieniem cylindrycznym o średnicy 15 mm na głębokość 20 mm, tempo penetracji trzpienia penetrometru wynosiło 1 mm/s. Pomiar wykonywano w 6 powtórzeniach.

Badano również przebieg procesu fermentacji za pomocą reometru oscylacyjnego RheoStress300. Pomiar polegał na wyznaczeniu modułów G' i G'' przy częstotliwości $f = 0,1$ Hz i odkształceniu 0,01. Po otrzymaniu biojogurtu wyznaczano jego spektrum mechaniczne (frequency sweep) w zakresie częstotliwości 0,1 - 10 Hz.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono wartości pH mleka i jogurtów wzbogaconych w suchą masę przez dodatek WPI oraz z dodatkiem RS, FOS i IN w ilości 1 %. Dodatek WPI powodował wzrost wartości pH mleka wraz ze zwiększeniem stężenia białek serwatkowych. Analizowane próby wykazały wartości pH na tym samym (FOS 1 % + 0,5 % WPI) lub zbliżonym poziomie w stosunku do próby kontrolnej (BK) (tab. 1). Po zakończeniu fermentacji wartość pH BK wyniosła około 4,4. Wartość pH biojogurtów po zakończonej fermentacji była wyższa w przypadku produktów z większym dodatkiem WPI, w porównaniu z BK. Dodatek WPI oraz prebiotyków spowodował wzrost wartości pH biojogurtów w stosunku do biojogurtu kontrolnego. Otrzymane w tej pracy wyniki były zgodne z wcześniejszymi badaniami wpływu prebiotyków na właściwości fizykochemiczne biojogurtów [2]. Akalm i wsp. [1] otrzymali jogurty probiotyczne wzbogacane 2 % dodatkiem FOS, charakteryzujące się wartościami pH na poziomie ok. 4,49. W innych badaniach otrzymano jogurty za pomocą szczepionki ABT-1, wzbogacane 1 % i 3 % dodatkiem inuliny [16]. W badaniach tych dodatek inuliny wpływał na obniżenie wartości pH jogurtu.

Dodatek OMP do regenerowanego mleka pełnego wpłynął na wzrost twardości jogurtów stałych wraz ze wzrostem stężenia OMP (rys. 1). Przy 1,5 % dodatku OMP twardość wzrosła z ok. 0,48 N do ok. 0,6 N. Zastosowanie mieszanin OMP z wybranymi prebiotykami w ilości 1 % powodowało mniejszy wzrost twardości otrzymanych biojogurtów stałych wraz ze wzrostem stężenia OMP. Najniższymi wartościami twardości charakteryzowały się biojogurty otrzymane z dodatkiem OMP i FOS, natomiast produkty otrzymane z zastosowaniem RS i IN miały zbliżoną twardość przy 1,5 % stężeniu OMP (rys. 1). W innych badaniach dodatek inuliny wpływał na poprawę właściwości fizykochemicznych jogurtów i biojogurtów [5, 16]. W badaniach tych wykorzystano jednak inne preparaty inuliny, co może tłumaczyć odmienne wyniki. Robinson [14] tłumaczył brak wpływu inuliny na właściwości reologiczne biojogurtów utrudnionym powstawaniem wiązań pomiędzy micelami kazeiny podczas koagulacji kwasowej przy większych dodatkach inuliny, które w efekcie powodują zmniejszenie zawartości żelu proporcjonalnie do wzrostu zawartości inuliny w mleku przerobowym.

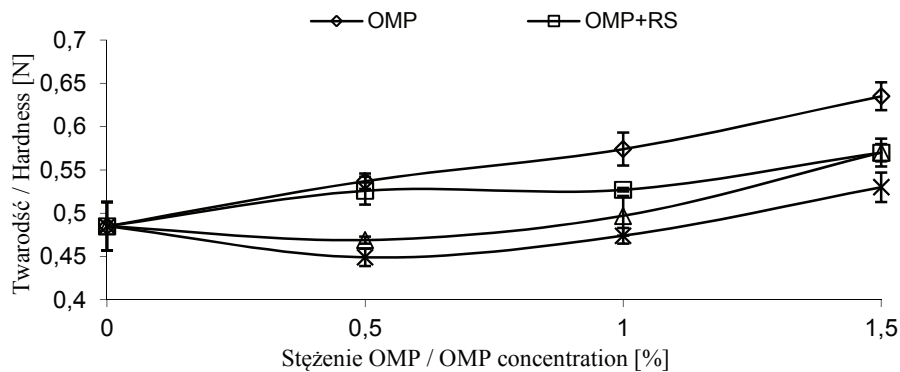
Tabela 1

Wartość pH mleka i biojogurtów z dodatkiem WPI i prebiotyków.
pH values of milk and bio-yoghurts obtained with addition of WPI and prebiotics.

Rodzaj dodatku Type of additive	Przed fermentacją Before fermentation $\bar{x} \pm s / SD, n = 3$	pH biojogurtu pH of bio-yoghurt $\bar{x} \pm s / SD, n = 3$
BK	6,68 ± 0,02	4,38 ± 0,02
0,5 % WPI	6,70 ± 0,02	4,53 ± 0,05
1 % OMP	6,69 ± 0,01	4,5 ± 0,02
1 % WPI	6,72 ± 0,01	4,54 ± 0,03
1,5 % WPI	6,75 ± 0,01	4,55 ± 0,03
RS 1 % + 0,5 % WPI	6,72 ± 0,01	4,48 ± 0,04
RS 1 % + 1 % WPI	6,77 ± 0,01	4,52 ± 0,03
RS 1 % + 1,5 % WPI	6,79 ± 0,02	4,55 ± 0,03
IN 1 % + 0,5 % WPI	6,69 ± 0,02	4,63 ± 0,02
IN 1 % + 1 % WPI	6,71 ± 0,01	4,66 ± 0,02
IN 1 % + 1,5 % WPI	6,74 ± 0,03	4,67 ± 0,03
FOS 1 % + 0,5 % WPI	6,68 ± 0,01	4,53 ± 0,02
FOS 1 % + 1 % WPI	6,71 ± 0,02	4,59 ± 0,01
FOS 1 % + 1,5 % WPI	6,75 ± 0,01	4,62 ± 0,02

Objaśnienia: / Explanatory notes:

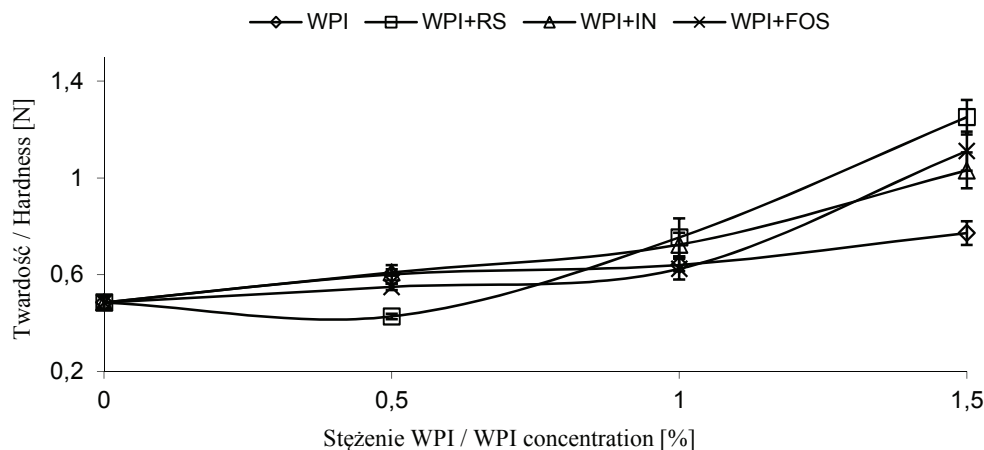
\bar{x} – wartość średnia / mean value; s / SD – odchylenie standardowe / standard deviation; n – wielkość próby, z której liczono wartość średnią / size of sample mean value was calculated from.



Objaśnienia: / Explanatory notes: RS – skrobia oporna / resistant starch, IN – inulina / inulin, FOS – oligofruktoza / fructooligosaccharides.

Rys. 1. Wpływ stężenia OMP i rodzaju prebiotyku na twardość biojogurtu stałego (oznaczenia ∇ oraz \perp wyrażają odchylenia standardowe).

Fig. 1. Effect of OMP concentration and type of prebiotic on hardness of set bio-yoghurt (symbols ∇ and \perp represent standard deviations).



Objaśnienia: / Explanatory notes: RS – skrobia oporna / resistant starch, IN – inulina / inulin, FOS – oligofruktoza / fructooligosaccharides.

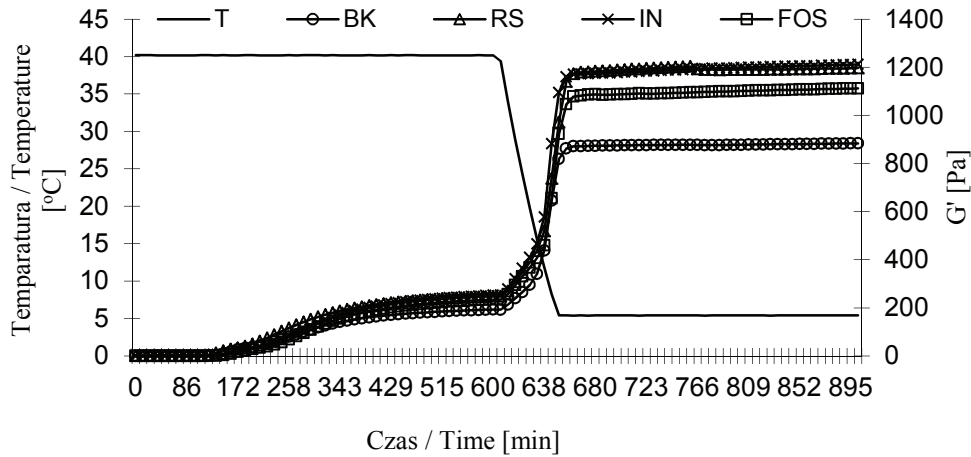
Rys. 2. Wpływ stężenia WPI i rodzaju prebiotyku na twardość biojogurtu stałego (oznaczenia ∇ oraz \perp wyrażają odchylenia standardowe).

Fig. 2. Effect of WPI concentration and type of prebiotic on hardness of set bio-yoghurt (symbols ∇ and \perp represent standard deviations).

Biojogurty wzbogacone przez dodatek WPI charakteryzowały się większą twardością w porównaniu z biojogurtami otrzymanymi z dodatkiem OMP (rys. 2). Przy 1,5 % stężeniu WPI biojogurt miał twardość na poziomie 0,77 N. We wcześniejszych badaniach stwierdzono wyraźny wpływ dodatku preparatów białek serwatkowych na twardość jogurtów otrzymanych metodą termostatową [4]. Zastosowanie mieszanin WPI z wybranymi prebiotykami wpłynęło na wzrost twardości biojogurtów w porównaniu z suplementacją samym WPI. Największą twardość skrzepu jogurtowego stwierdzono przy 1,5 % stężeniu WPI w przypadku mieszanin z RS (1,2 N) i FOS (1,1 N).

Na rys. 3. przedstawiono wpływ fermentacji w temp. 40 °C, a następnie przechowywania w 5 °C na właściwości lepko-sprężyste biojogurtu kontrolnego (BK) i biojogurtów zawierających 1 % dodatek zastosowanych prebiotyków. W przypadku jogurtu kontrolnego tworzenie skrzepu rozpoczęło się po 135 min fermentacji (tab. 2), co na wykresie było widoczne jako pierwszy wzrost wartości modułu zachowawczego G' . Dodatek RS spowodował skrócenie czasu potrzebnego do zapoczątkowania procesu powstawania skrzepu kwasowego do 123 min (tab. 2), natomiast po dodaniu FOS i IN obserwowano wydłużenie tego okresu do ponad 135 min. Podobne zależności zaobserwowano, badając wpływ dodatku różnych rodzajów inuliny na fermentację jogurtu stałego [4]. Dodatek prebiotyków miał również wpływ na właściwości otrzymanego skrzepu jogurtowego. Biojogurty otrzymane z 1 % IN i RS charakteryzowały się war-

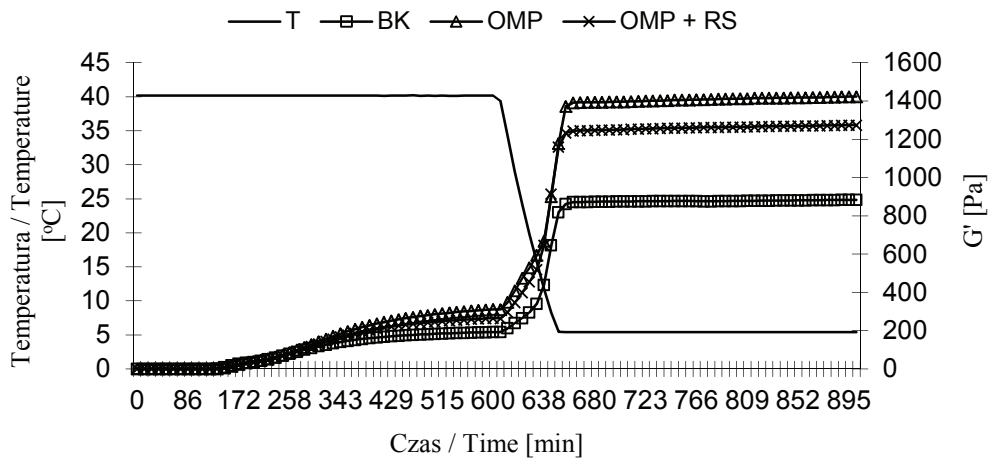
tością G' na poziomie ok. 1200 Pa, a biojogurt kontrolny tylko ok. 800 Pa po okresie przechowywania w 5 °C.



Objaśnienia: / Explanatory notes: BK – biojogurt kontrolny / control bio-yoghurt, RS – skrobia oporna / resistant starch, IN – inulina / inulin, FOS – oligofruktoza / fructooligosaccharides.

Rys. 3. Zmiany modułu zachowawczego (G') podczas fermentacji i przechowywania biojogurtu w zależności od rodzaju dodanego prebiotyku.

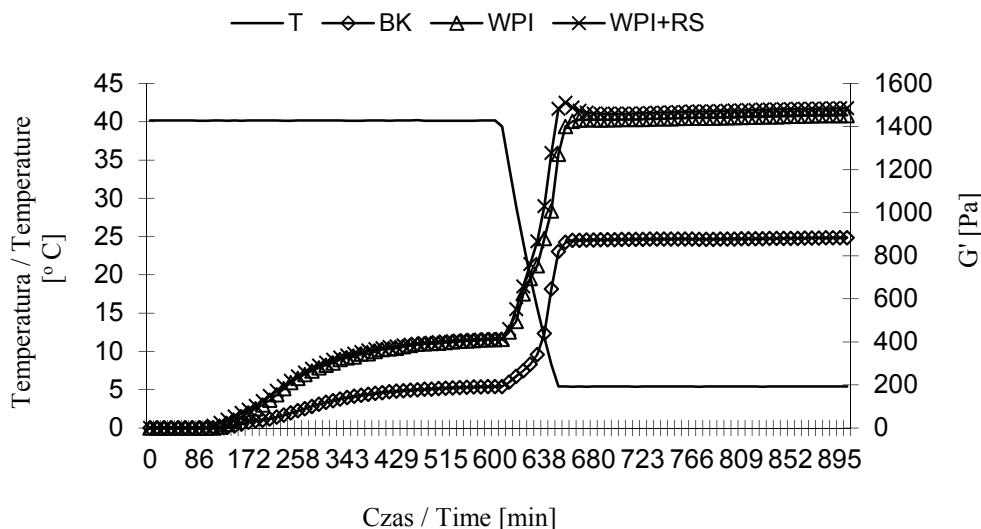
Fig. 3. Changes in storage modulus (G') during fermentation and storage of bio-yoghurt depending on type of prebiotics added.



Rys. 4. Zmiany modułu zachowawczego (G') podczas fermentacji i przechowywania biojogurtu otrzymanego z dodatkiem odtłuszczonego mleka w proszku (OMP) (1 %) i mieszaniny OMP ze skrobią oporną (RS) (1 % + 1 %), BK – biojogurt kontrolny.

Fig. 4. Changes in storage modulus (G') during fermentation and storage of bio-yoghurt produced with skimmed milk powder (OMP) (1 %) and OMP with resistant starch (RS) mixture (1 % + 1 %), BK – control bio-yoghurt.

Dodatek OMP w ilości 1 % do mleka nie miał wpływu na szybkość powstawania skrzepu jogurtowego (tab. 2). Otrzymany z wzbogaconego w suchą masę mleka biojogurt miał zdecydowanie mocniejszy skrzep, o czym świadczą wyraźnie większe wartości G' zarówno podczas fermentacji, jak i przechowywania w temp. 5 °C (rys. 4). Zastosowanie mieszanki OMP z RS również nie miało wpływu na szybkość powstawania skrzepu biojogurtu, który otrzymano po 135 min fermentacji, tak jak miało to miejsce w przypadku BK (tab. 2). Wartości modułu zachowawczego biojogurtu otrzymanego z dodatkiem mieszanki OMP + RS były wyższe od BK w całym badanym zakresie temperatury, jednak były niższe od biojogurtu z dodatkiem tylko OMP (rys. 4).



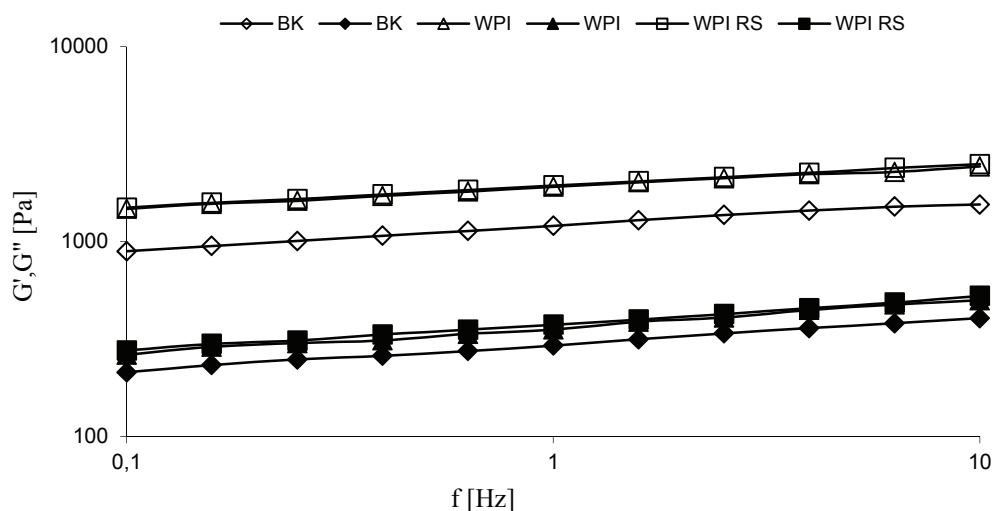
Rys. 5. Zmiany modułu zachowawczego (G') podczas fermentacji i przechowywania biojogurtu otrzymanego z dodatkiem izolatu białek serwatkowych (WPI) (1 %) i mieszanki WPI ze skrobią oporną (RS) (1 % + 1 %), BK – biojogurt kontrolny.

Fig. 5. Changes in storage modulus (G') during fermentation and storage of bio-yoghurt produced with whey protein isolate (WPI) (1 %) and WPI with resistant starch (RS) mixture (1 % + 1 %), BK – control bio-yoghurt.

Biojogurty otrzymane z dodatkiem WPI charakteryzowały się zdecydowanie wyższymi wartościami G' w porównaniu z biojogurtem kontrolnym (rys. 5). Wzbogacenie mleka dodatkiem WPI przyczyniło się również do skrócenia czasu fermentacji, niezbędnego do powstania skrzepu jogurtowego do 123 min (tab. 2). Lucey i wsp. [9] stwierdzili, że dodatek białek serwatkowych do mleka, jak i ogrzewanie układu, powodowało skrócenie czasu żelowania jogurtu. Szybsze powstawanie skrzepu jogurtowego tłumaczono oddziaływaniami pomiędzy białkami serwatkowymi a micelami kazeinowymi w środowisku o pH zbliżonym do ich punktu izoelektrycznego [10]. Zastosowanie

wanie dodatku 1 % WPI z 1 % RS jeszcze bardziej przyspieszyło proces powstawania skrzepu kwasowego, który rozpoczął się już po 98 min fermentacji (tab. 2, rys. 5). Otrzymany biojogurt z dodatkiem mieszaniny WPI+RS charakteryzował się wyższymi wartościami G' podczas procesu fermentacji, jak i przechowywania w temp. 5 °C (rys. 5).

Na rys. 6. przedstawiono spektra mechaniczne biojogurtów otrzymanych z dodatkiem WPI (1 %) lub WPI w połączeniu z RS (1 %) w porównaniu z BK. Wszystkie badane układy miały przebieg spektrum charakterystyczny dla słabych żeli. Najmocniejszą wśród nich strukturę żelu miały biojogurty z dodatkiem preparatu białkowego i prebiotyku, a nieznacznie słabszą z dodatkiem samego WPI.



Objaśnienia: / Explanatory notes: BK – biojogurt kontrolny / control bio-yoghurt; WPI – izolat białek serwatkowych / whey protein isolate; WPI RS – mieszanina WPI (1 %) ze skrobią oporną (1 %) / WPI mixture with resistant starch (1 %); G' – symbole na wykresach bez wypełnienia / symbols on diagrams with no filling; G'' – symbole na wykresach wypełnione na czarno / black-filled symbols on diagrams.

Rys. 6. Spektrum mechaniczne biojogurtów otrzymanych z dodatkiem WPI i skrobi opornej.

Fig. 6. Frequency sweep of bio-yoghurt produced with addition of WPI and resistant starch.

W tab. 2. przedstawiono czas potrzebny do powstania skrzepu biojogurtów otrzymanych z dodatkiem preparatów białek mleka, wybranych prebiotyków i mieszanin preparatów z prebiotykami. Zastosowanie mieszanin preparatów białek mleka w połączeniu z prebiotykami w większości przypadków powodowało skrócenie czasu fermentacji, po którym powstawał skrzep kwasowy. Biojogurty otrzymane z dodatkiem białek serwatkowych z prebiotykami żelowały szybciej niż biojogurty z dodatkiem OMP i prebiotyków.

Tabela 2

Średni czas postawiania skrzepu kwasowego podczas fermentacji mleka z dodatkiem preparatów białek mleka i prebiotyków.

Mean time of curd formation during fermentation of milk with milk protein preparations and prebiotics added.

Rodzaj dodatku / Type of additive	Czas powstawania skrzepu / Curd formation time [min] $\bar{x} \pm s / SD, n=3$
BK	135 ± 1,0
1 % WPI	123 ± 2,5
1 % OMP	135 ± 1,5
1 % RS	123 ± 2,0
1 % IN	135,7 ± 1,3
1 % FOS	135 ± 1,5
1 % RS + 1 % WPI	98,1 ± 1,2
1 % RS + 1 % OMP	135 ± 1,0
1 % IN + 1 % WPI	112 ± 0,5
1 % IN + 1 % OMP	122,8 ± 2,6
1 % FOS + 1 % WPI	125 ± 1,6
1 % FOS + 1 % OMP	130 ± 1,2

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\bar{x} – wartość średnia / mean value; s / SD – odchylenie standardowe / standard deviation; n – wielkość próby, z której liczono wartość średnią / size of sample mean value was calculated from.

Konsystencja jest jedną z ważniejszych cech fizycznych jogurtu, na którą zwracają uwagę konsumenci, decydując się na zakup tego produktu [4]. W przemyśle mleczarskim konsystencja jogurtu modyfikowana jest zwykle przez dodatek proszków mlecznych, takich jak: odłuszczone mleko w proszku, serwatka w proszku, kazeiniany. Wzrost zapotrzebowania konsumentów na produkty prebiotyczne i probiotyczne wymógł na producentach stosowanie różnych prebiotyków m.in. w produkcji jogurtów. Niestety dodatek prebiotyków może wiązać się z pogorszeniem właściwości reologicznych otrzymanych mlecznych napojów fermentowanych, szczególnie gdy są one stosowane w większych ilościach [12, 15]. Jako alternatywę tego rozwiązania można zaproponować stosowanie połączenia prebiotyków z preparatami białek serwatkowych. Preparaty te zapewnią odpowiednie właściwości reologiczne produktu, przy jednoczesnej poprawie jego wartości żywieniowej. Będą również miały wpływ na namnażanie się bakterii probiotycznych.

Wnioski

1. Zastosowanie mieszanin preparatów białek mleka z prebiotykami wpływało na skrócenie czasu powstawania skrzepu kwasowego podczas fermentacji biojogurtu.

2. Biojogurty otrzymane z dodatkiem izolatu białek serwatkowych i prebiotyków charakteryzowały się większą zwięzłością skrzepu w porównaniu z produktami otrzymanymi po dodaniu odtłuszczonego mleka w proszku i prebiotyków.
3. W celu zapewnienia jak najlepszych właściwości fizykochemicznych oraz prozdrowotnych biojogurtów wskazane jest, obok dodatku odpowiedniego prebiotyku, stosowanie również dodatku preparatów białek serwatkowych.

Literatura

- [1] Akalm A.S., Fenderya S., Akbulut N.: Viability and activity of bifidobacteria in yoghurt containing fructooligosaccharide during refrigerated storage. *Inter. J. Food Sci. Tech.*, 2004, **39**, 613-621.
- [2] Gustaw W., Kordowska-Wiater M., Koziół J.: The influence of selected prebiotics on the growth of lactic acid bacteria for bio-yoghurt production. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2011, **10 (4)**, 455-466.
- [3] Gustaw W., Nastaj M., Sołowiej B.: Wpływ wybranych hydrokoloidów na właściwości reologiczne jogurtu stałego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **5 (54)**, 274-282.
- [4] Gustaw W., Nastaj M.: Wpływ dodatku wybranych koncentratów białek serwatkowych (WPC) na właściwości reologiczne jogurtów otrzymanych metodą termostatową. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **1 (50)**, 56-63.
- [5] Guven M., Yasar K., Karaca O.B., Hayaloglu A.A.: The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *Inter. J. Dairy Tech.*, 2005, **58 (3)**, 180-184.
- [6] Isleten M., Karagul-Yuceer Y.: Effects of dried dairy ingredients on physical and sensory properties of non-fat yoghurt. *J. Dairy Sci.*, 2006, **89**, 2865-2972.
- [7] Janer C., Peléaz C., Requena T.: Caseinomacropeptide and whey protein concentrate enhance *Bifidobacterium lactis* growth in milk. *Food Chem.*, 2004, **86**, 263-267.
- [8] Kruse H.-P., Kleessen B., Blaut M.: Effect of inulin on fecal bifidobacteria in human subjects. *Br. J. Nutr.*, 1999, **82**, 375-382.
- [9] Lucey J.A., Munro P.A., Singh H.: Effects of heat treatment and whey protein addition on the rheological properties and structure of acid skim milk gels. *Int. Dairy J.*, 1999, **9**, 275-279.
- [10] Lucey J.A., Tet Teo C., Munro P.A., Singh H.: Rheological properties at small (dynamic) and large (yield) deformation of acid gels made from heated milk. *J. Dairy Res.*, 1997, **64**, 591-600.
- [11] Marafon A.P., Sumi A., Alcântara M.R., Tamime A.Y., Oliveira M.N.: Optimization of the rheological properties of probiotic yoghurts supplemented with milk proteins. *Food Sci. Tech.* 2011, **44**, 511-519.
- [12] Nastaj M., Gustaw W.: Wpływ wybranych prebiotyków na właściwości reologiczne jogurtu stałego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **5 (60)**, 217-225.
- [13] Pimentel, T.C., Garcia, S., Prudêncio, S.H.: Effect of long-chain inulin on the texture profile and survival of *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* in set yoghurts during refrigerated storage. *Int. J. Dairy Tech.*, 2012, **65 (1)**, 104-110.
- [14] Robinson R.K.: The potential of inulin as a functional ingredient. *Br. Food J.*, 1995, **97 (4)**, 30-32.
- [15] Walsh H., Ross J., Hendricks G., Guo M.: Physico-chemical properties, probiotic survivability, microstructure, and acceptability of a yogurt-like symbiotic oats-based product using pre-polymerized whey protein as a gelation agent. *J. Food Sci.*, 2010, **75 (5)**, 327-337.
- [16] Wszolek M.: Wpływ dodatku inuliny na cechy jakościowe biojogurtów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **4 (21)**, 176-183.

EFFECT OF PREBIOTICS AND WHEY PROTEINS ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF BIO-YOGURT

S u m m a r y

The addition of milk protein preparations is often used in the production of fermented dairy products for the purpose of increasing the content of dry matter in milk. And then prebiotics are applied in order to improve the growth of probiotic bacteria in fermented milk beverages and thereby to maintain the functionality thereof at adequate levels.

The objective of this study was to determine the effect of selected prebiotics (oligofructose, inulin, and resistant starch) and whey protein isolate (WPI) on rheological properties of bio-yoghurt produced with the use of inoculum containing probiotic bacteria. Compared to the supplementation with only WPI, the application of mixtures containing WPI and selected prebiotics caused the hardness of bio-yoghurts to increase. As for the mixtures of resistant starch (RS) (1.2 N) and oligofructose (1.1 N), the highest hardness of the yoghurt curd was achieved at a 1.5 % concentration rate of WPI. The addition of 1 % of WPI and 1 % of RS caused the acid curd formation process to expedite; the acid curd formation process started already 98 min after fermentation compared to 135 min in the case of the control bioyoghurt.

Key words: inulin, oligofructose, resistant starch, whey protein isolate, bioyoghurt, rheology 