

EDYTA KOWALSKA, JAN PIKUŁ, PRZEMYSŁAW OZIEMKOWSKI

OCENA FIZYKOCHEMICZNA JOGURTU NATURALNEGO OTRZYMANEGO Z MLEKA ZAGĘSZCZONEGO PRZY UŻYCIU ULTRAFILTRACJI ORAZ METODĄ TRADYCYJNĄ

Streszczenie

W pracy przeprowadzono ocenę fizykochemiczną jogurtów naturalnych wyprodukowanych metodą termostatową z mleka zagęszczonego przy użyciu ultrafiltracji oraz poprzez dodatek odtuszczonego mleka w proszku. Oznaczono podstawowy skład chemiczny, kwasowość czynną i miareczkową oraz zawartość wybranych składników mineralnych. Otrzymane jogurty zostały poddane ocenie sensorycznej.

Stwierdzono, że jogurty przygotowane z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji zawierały statystycznie istotnie więcej białka oraz mniej laktozy i wykazywały niższą kwasowość miareczkową niż jogurty wyprodukowane z mleka zagęszczonego poprzez dodatek odtuszczonego proszku mlecznego. Jogurty otrzymane z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji charakteryzowały się większą zawartością wapnia, fosforu i magnezu oraz niższą zawartością sodu i potasu w porównaniu z jogurtami otrzymanymi z mleka zagęszczonego metodą tradycyjną. Jogurty otrzymane z mleka zagęszczonego w procesie ultrafiltracji cechowała większa zwięzłość skrzepu niż jogurty przygotowane z mleka zagęszczonego w wyniku dodatku odtuszczonego proszku mlecznego.

Wstęp

Mleczne napoje fermentowane znane są od wielu lat. Ich korzystny wpływ na zdrowie człowieka pierwszy zaobserwował i zbadał Miecznikow w 1908 roku. Zapoczątkowane przez niego obserwacje są przedmiotem dalszych badań lekarzy, żywieniowców i dietetyków [6].

W ciągu kilku ostatnich lat obserwuje się wyraźny wzrost produkcji oraz konsumpcji mlecznych napojów fermentowanych, zwłaszcza jogurtów. Wynika to z ich wysokiej wartości odżywczej i terapeutycznej oraz powszechnie akceptowanych walorów smakowych [9]. Wprowadzone ze szczepionką specyficzne mikroorganizmy mu-

szą występować w napojach fermentowanych w odpowiedniej liczbie żywych i aktywnych komórek, co najmniej 10^6 j.t.k./ cm^3 [2].

Skład chemiczny skupowanego mleka nie jest stały i zależy od wielu czynników, m.in. rasy, żywienia, utrzymania, przebiegu ciąży i laktacji oraz wieku i stanu zdrowia krów, natomiast produkty mleczarskie powinny być wystandaryzowane o stałej zawartości podstawowych składników chemicznych [24]. Zalecana zawartość składników suchej substancji z mleka w jogurcie powinna wynosić od 14 do 18%. Osiąga się to zwykle poprzez: dodatek mleka zagęszczonego, proszku mlecznego (odtłuszczonego lub pełnego), koncentratu wszystkich białek mleka, koncentratu białek serwatkowych, zagęszczanie mleka w wyparkach próżniowych [22]. Tradycyjny sposób normalizacji zawartości suchej substancji poprzez dodatek odtłuszczonego proszku mlecznego powoduje zwiększenie ilości białka, przy jednoczesnym niekorzystnym podwyższeniu poziomu laktozy w gotowym produkcie [22].

Do alternatywnych metod zwiększania zawartości suchej substancji w mleku należą techniki membranowe, a wśród nich ultrafiltracja. Pozwala ona na znaczne zagęszczanie składników, normalizację ich poziomu oraz na zmianę wzajemnych proporcji [27]. Podczas procesu ultrafiltracji mleka wzrasta stężenie białka i składników mineralnych związanych z kazeiną, tj. wapnia i fosforu [28].

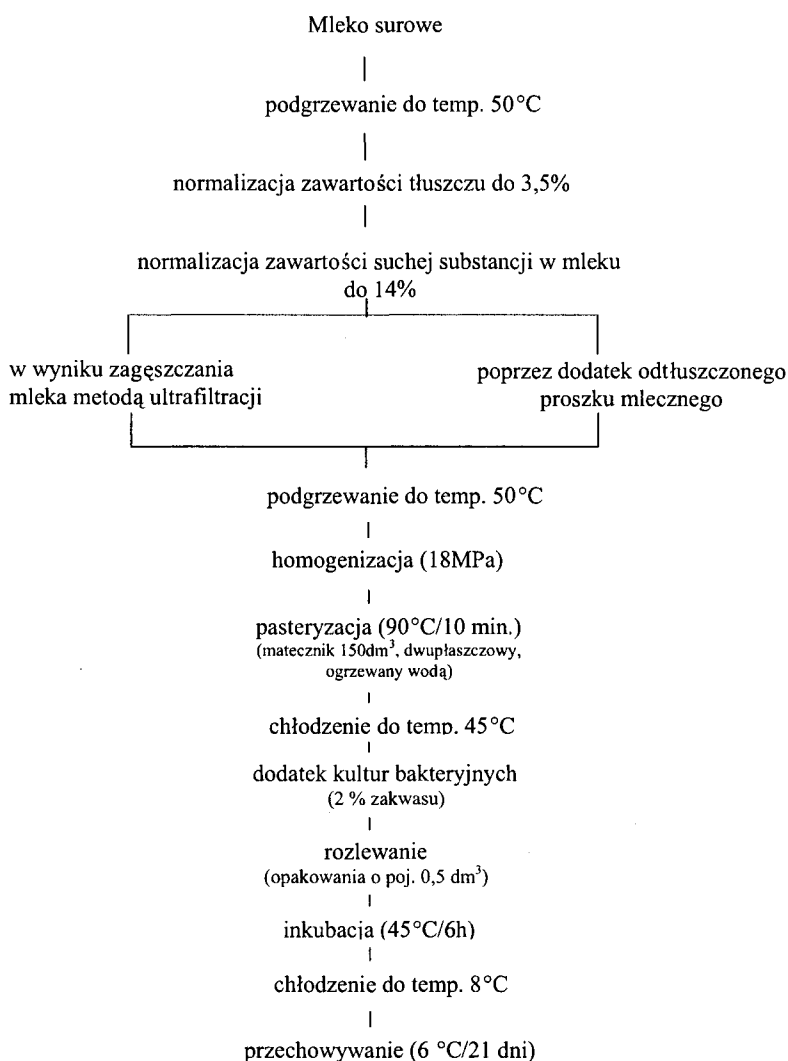
W 1 dm^3 mleka znajduje się około 120 mg wapnia, 13 mg magnezu, 95 mg fosforu, 50 mg sodu i 145 mg potasu [24]. Zapotrzebowanie na wapń może być pokryte, m.in. przez spożywanie mleka i jego przetworów, zwłaszcza serów dojrzewających, twarogów i mlecznych napojów fermentowanych [5]. Jogurt i inne mleczne napoje fermentowane są produktami o wysokiej wartości odżywczej, które dostarczają organizmowi znacznych ilości składników odżywczych w tym białka i wapnia, przy jednocześnie niewysokiej kaloryczności [19].

Celem pracy było otrzymanie jogurtów naturalnych z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji i porównanie ich jakości z jogurtami otrzymanymi metodą klasyczną, tj. z dodatkiem odtłuszczonego proszku mlecznego.

Material i metody badań

Surowiec doświadczalny stanowiły jogurty naturalne otrzymane metodą termostatową z mleka krowiego w Stacji Doświadczalnej Katedry Technologii Mleczarstwa Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, mieszczącej się we Wrześni. Mleko surowe o zawartości 4% tłuszczu znormalizowano do 3,5% tłuszczu dodając mleko odtłuszczone. Otrzymano dwa rodzaje jogurtów: jogurt z mleka, w którym zwiększenie zawartości suchej substancji w mleku do 14% osiągnięto stosując proces ultrafiltracji oraz tradycyjny, w którym zawartość suchej substancji w mleku zwiększono poprzez dodatek odtłuszczonego proszku mlecznego, wyprodukowanego zgodnie z wymaganiami Polskiej Normy [13]. Z przedstawionego schematu (rys. 1) wynika,

że poza sposobem normalizacji zawartości suchej substancji w mleku oba rodzaje jogurtów wyprodukowano wg tej samej technologii. Proces ultrafiltracji prowadzony był w skali półtechnicznej przy użyciu urządzenia pilotowego firmy Alfa-Laval wyposażonego w membranę polisulfonową typu “drażone włókno” firmy Romicon oznaczonej symbolem PM-50. Do zaszczipiania mleka przerobowego użyto liofilizowanych kultur bakteryjnych YC-180 firmy Christian Hansen o następującym składzie: *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*.



Rys. 1. Czynnościowy schemat otrzymywania jogurtu naturalnego.

Fig.1. Flow diagram of plain yoghurt production.

W mleku użytym do wytwarzania jogurtów i w produktach gotowych oznaczono zawartość suchej substancji, białka, tłuszczu i laktozy [11, 12]. W otrzymanych jogurtach oznaczono również: kwasowość czynną i miareczkową metodami standardowymi [12], zawartość wapnia, magnezu, sodu i potasu metodą absorpcji atomowej (ASA) przy użyciu aparatu AAS3 Carl Zeiss – wersja płomieniowa oraz zawartość fosforu zgodnie z metodą opisaną w Polskiej Normie [15]. Przeprowadzono również ocenę sensoryczną jogurtów w skali 5 punktowej, w której dla dokładniejszej i ściślejszej oceny wprowadzono oceny połówkowe [1]. Za cechy charakterystyczne ocenianych wyróżników, którym przyznać można najwyższą liczbę punktów 5, odpowiadającą jakości bardzo dobrej przyjęto: wygląd skrzepu jednolity, zwarty; barwę białą do lekko kremowej; smak i zapach czysty, orzeźwiający, lekko kwaśny; konsystencję jednolitą, zwartą, w przekroju galaretowatą [14]. Jogurty otrzymane z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji i z mleka z dodatkiem odtłuszczonego proszku mlecznego wyprodukowano w trzech powtórzeniach. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji przy wykorzystaniu programu Microsoft Excel'98.

Omówienie i dyskusja wyników

Mleko użyte do produkcji jogurtów było zgodne z wymaganiami Polskiej Normy [16], a jego podstawowy skład chemiczny po normalizacji zawartości tłuszczu był następujący: sucha substancja 11,54%, białko 3,05%, tłuszcz 3,50%, laktoza 4,21%.

Zawartość suchej substancji oraz tłuszczu w jogurtach otrzymanych z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji i z mleka zagęszczonego w wyniku dodatku odtłuszczonego proszku mlecznego była na podobnym poziomie, co wynika z warunków doświadczenia i wynosiła odpowiednio 14,0% i 3,5%. Wyniki przedstawione w tabeli 1. wskazują, że zawartość białka była wyższa w jogurtach otrzymanych z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji w porównaniu z jogurtami z mleka zagęszczonego przez dodatek proszku mlecznego. Można to tłumaczyć tym, że w procesie ultrafiltracji stężenie makrocząsteczek (większych od porów membrany), takich jak kazeina, białka serwatkowe wzrasta proporcjonalnie ze stopniem zagęszczenia [26]. Białka serwatkowe charakteryzują się dużą wartością odżywczą, która jest zdeterminowana ich składem aminokwasowym [7]. Przeważalność białka zawartego w mlecznych napojach fermentowanych jest większa niż przeważalność białka pochodzącego z mleka słodkiego, co związane jest z proteolitycznym działaniem enzymów bakterii dodanych do mleka przerobowego [23]. Jak wynika z danych literaturowych, prowadzone były badania mające na celu określenie związku między spożyciem mlecznych napojów fermentowanych, a poziomem cholesterolu we krwi, w których stwierdzono, że dodatek jogurtów do diety może obniżyć poziom tego składnika we krwi [10]. Natomiast zawartość laktozy była znacznie niższa w jogurtach uzyskanych z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji niż w produktach otrzymanych z mleka, do którego dodano odtłuszczone mleko w proszku. Jednocześnie ze wzrostem udziału białka

w koncentracji obserwuje się proporcjonalne obniżenie zawartości laktozy, co spowodowane jest przechodzeniem tego składnika podczas ultrafiltracji do odcieku [27]. Problem nietolerancji laktozy dotyczy $\frac{3}{4}$ światowej populacji. Po spożyciu laktozy u osób tych obserwuje się problemy żołądkowo-jelitowe objawiając się skurczami i bólami brzucha. Natężenie tych objawów związane jest z ilością wprowadzanej z żywnością laktozy, stanem organizmu, uwarunkowaniami genetycznymi. Zmniejszenie nietolerancji laktozy może być osiągane przez spożywanie produktów o obniżonej zawartości laktozy, np. sery dojrzewające, mleczne napoje fermentowane. W mlecznych napojach fermentowanych 20–30 g/dm³ laktozy ulega fermentacji do kwasu mlekowego. Kwas ten pobudza wydzielanie śliny oraz soków trawiennych w żołądku i trzustce, przyspiesza perystaltykę jelit [2]. Oprócz tego bakterie wprowadzone do mleka przerobowego zawierają enzym rozkładający laktozę – laktazę, zwiększając tym samym jego ilość w jelicie cienkim [20]. Badania wykazały, że osoby z niedoborem laktazy, niezdolne do metabolizowania laktozy zawartej w słodkim mleku, trawią około 90% laktozy pozostającej w fermentowanych napojach z mleka, a zwłaszcza w jogurcie, pod warunkiem że jogurt nie był termizowany i zawiera żywe komórki bakterii [8]. Prowadzone są także badania określające wpływ bakterii kwasu mlekowego i mlecznych napojów fermentowanych na system immunologiczny ludzi. Wpływ ten zależy od wielu czynników, takich jak cechy indywidualne, wiek, dawka i częstotliwość spożycia [18].

Tabela 1

Podstawowy skład chemiczny jogurtu naturalnego przygotowanego z mleka zagęszczonego różnymi metodami [%].

Proximate chemical composition of plain yoghurt made from milk concentrated by different methods [%].

Rodzaj jogurtu przygotowanego z: Type of yoghurt made of:	Sucha substancja Dry matter	Białko Protein	Tłuszcz Fat	Laktoza Lactose
mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji milk concentrated by ultrafiltration	14,10 ^a	4,84 ^a	3,52 ^a	3,81 ^a
mleka zagęszczonego poprzez dodatek proszku mlecznego milk concentrated by addition of milk powder	13,90 ^a	3,94 ^b	3,50 ^a	4,66 ^b

a–b różne litery przy wartościach średnich w kolumnach oznaczają różnice istotne statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$.

a–b mean values within each column do not have the same superscript letter are significantly different $\alpha = 0,05$.

Tabela 2

Kwasowość czynna i miareczkowa jogurtu naturalnego przygotowanego z mleka zagęszczonego różnymi metodami, bezpośrednio po produkcji i po przechowywaniu.

Acidity (pH, °SH) of plain yoghurt made from milk concentrated by different methods, measured directly after production and storage.

Rodzaj jogurtu przygotowanego z: Type of yoghurt made of:	Czas wykonywania badań Time of measurement	Kwasowość / Acidity					
		(pH)			(°SH)		
		X _{sr.}	s	v	X _{sr.}	s	v
mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji milk concentrated by ultrafiltration	bezpośrednio po produkcji (po 6 h inkubacji) directly after production (6 h of incubation)	4,41 ^b	0,024	0,001	41,97 ^a	1,006	1,013
mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji milk concentrated by ultrafiltration	po 21 dniach przechowywania after 21 days of storage	4,17 ^a	0,022	0,001	45,93 ^b	0,643	0,413
mleka zagęszczonego poprzez dodatek proszku mlecznego milk concentrated by addition of milk powder	bezpośrednio po produkcji (po 6 h inkubacji) directly after production (6 h of incubation)	4,35 ^b	0,028	0,001	45,07 ^b	0,850	0,723
mleka zagęszczonego poprzez dodatek proszku mlecznego milk concentrated by addition of milk powder	po 21 dniach przechowywania after 21 days of storage	4,20 ^a	0,024	0,001	55,73 ^c	0,231	0,053

a-b patrz tabela 1; a-b see table 1.

Przeprowadzona analiza statystyczna na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ wykazała, że istnieje statystycznie istotny wpływ sposobu normalizacji zawartości suchej substancji w mleku użytym do produkcji jogurtów na zawartość białka i laktozy w gotowym produkcie.

W tabeli 2. przedstawiono wyniki dotyczące kwasowości czynnej i miareczkowej jogurtów naturalnych. Po 6-godzinym okresie inkubacji w temperaturze 45°C stwierdzono mniejszą dynamikę ukwaszania w jogurcie otrzymanym z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji. Można to tłumaczyć tym, że związki mineralne związane z kazeiną ulegają podczas tego procesu zagęszczeniu i tym samym powodują zwiększenie

Tabela 3

Zawartość składników mineralnych w jogurcie naturalnym przygotowanym z mleka zagęszczonego różnymi metodami, oznaczona bezpośrednio po produkcji [mg/100 g produktu].

Content of mineral compounds in plain yoghurt made from milk concentrated by different methods, measured directly after production [mg/100 g of product].

Rodzaj jogurtu przygotowanego z: Type of yoghurt made of:	Ca			Mg			P			Na			K		
	X _{śr.}	s	v	X _{śr.}	s	v	X _{śr.}	s	v	X _{śr.}	s	v	X _{śr.}	s	v
mleka zagęszczonego w procesie ultrafiltracji milk concentrated by ultrafiltration	222,67 ^b	0,172	0,029	19,54 ^b	0,296	0,087	112,48 ^b	0,166	0,027	85,15 ^a	0,183	0,034	145,34 ^a	0,250	0,063
mleka zagęszczonego poprzez dodatek proszku mlecznego milk concentrated by addition of milk powder	180,21 ^a	0,238	0,057	12,91 ^a	0,070	0,005	96,69 ^a	0,319	0,102	106,78 ^b	0,187	0,035	161,23 ^b	0,164	0,027

a-b patrz tabela 1; a-b see table 1

pojemności buforowej uzyskanych koncentratów [28]. Pomiary kwasowości miareczkowej prowadzone po 21 dniach przechowywania w warunkach chłodniczych wskazują, że tak długi okres przechowywania spowodował zmiany tej kwasowości, które były większe w jogurcie wyprodukowanym z dodatkiem odłuszczonego proszku mlecznego, co wynikało ze zmniejszonej pojemności buforowej gotowego produktu [22, 25]. *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* zawarty w szczepionce wytwarza bakteriocynę-bulgaricynę, co korzystnie wpływa na równowagę mikroflory bakteryjnej przewodu pokarmowego i nadaje jogurtom właściwości probiotyczne [8, 21].

Mleko i jego przetwory są cennym źródłem wapnia, nie tylko ze względu na jego ilość, ale także biodostępność [4]. W tabeli 3 przedstawiono zawartość wybranych składników mineralnych w otrzymanych jogurtach naturalnych. Przeprowadzona analiza statystyczna na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ wykazała, że istnieje statystycznie istotny wpływ sposobu przygotowania mleka użytego do produkcji jogurtów na zawartość składników mineralnych, takich jak wapń, magnez, fosfor oraz sód i potas. Stwierdzono większą zawartość wapnia, magnezu oraz fosforu w jogurtach z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji, co potwierdzają wcześniejsze badania Żbikowskiej i Żbikowskiego [26]. Ilość wapnia dostarczanego z pożywieniem ma znaczenie w profilaktyce osteoporozy. Wciąż prowadzone są badania mające na celu ustalenie związku pomiędzy ilością spożywanego

Tabela 4

Wyniki oceny sensorycznej jogurtu naturalnego otrzymanego z mleka zagęszczonego różnymi metodami (skala 5-punktowa).

Results of sensoric test of plain yoghurt made from milk concentrated by different methods (5 points scale).

Rodzaj jogurtu przygotowanego z: Type of yoghurt made of:	Oceniane wyróżniki / Discriminants			
	wygląd appearance	barwa colour	smak i zapach flavour	konsystencja consistence
mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji milk concentrated by ultrafiltration	4,4 ^a	4,5 ^a	4,3 ^a	4,5 ^b
mleka zagęszczonego w wyniku dodatku proszku mlecznego milk concentrated by addition of milk powder	4,5 ^a	4,4 ^a	4,2 ^a	4,0 ^a

a-b patrz tabela 1; a-b see table 1

wapnia, a leczeniem nadciśnienia oraz chorób nerek [17]. Zawartość sodu i potasu w jogurcie wyprodukowanym z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji była niższa niż w jogurcie przygotowanym z mleka zagęszczonego poprzez dodatek proszku mlecznego. Wynikać to może z faktu, że jony Na^+ i K^+ w mleku nie są związane z kazeiną i zostały częściowo usunięte z mleka poddanego zagęszczaniu przy zastosowaniu ultrafiltracji [3, 26].

Wyniki oceny organoleptycznej jogurtu z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji były zbliżone do ocen punktowych jogurtów otrzymanych z mleka na bazie proszku mlecznego (tab. 4). Jedynie konsystencja jogurtów otrzymanych z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji została oceniona wyżej niż konsystencja jogurtów wyprodukowanych w sposób tradycyjny. Obecność w koncentracji białek serwatkowych wpływa korzystnie na jakość gotowego wyrobu ze względu na ich właściwości funkcjonalne, takie jak zdolność wiązania i zatrzymywania wody, tworzenia żeli oraz lepkość. Białka te zapobiegają synerezie i nadają produktowi stałą konsystencję [7, 22].

Podsumowanie

Zastosowanie procesu ultrafiltracji do zagęszczania mleka pozwala zwiększyć zawartość suchej substancji w jogurtach bez konieczności dodatku proszku mlecznego i w efekcie uzyskać produkt o podwyższonej zawartości białka i obniżonej zawartości laktozy. Kwasowość miareczkowa jogurtów przygotowanych z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji była niższa, zarówno bezpośrednio po produkcji jak i po 21 dniach przechowywania w warunkach chłodniczych, niż w jogurtach otrzymanych z mleka zagęszczonego w wyniku dodatku proszku mlecznego. Otrzymany z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji jogurt zawiera więcej wapnia, fosforu i magnezu niż jogurt wyprodukowany w sposób tradycyjny. Jednocześnie w jogurcie otrzymanym z mleka zagęszczonego przy użyciu techniki membranowej zaobserwowano obniżoną zawartość sodu i potasu. Zastosowanie procesu ultrafiltracji do zagęszczania mleka poprawiło konsystencję otrzymanych jogurtów w porównaniu z jogurtami wyprodukowanymi w sposób tradycyjny.

Wnioski

1. Zastosowanie procesu ultrafiltracji do zagęszczania mleka pozwala na wyprodukowanie z tego surowca jogurtów naturalnych o większej zawartości suchej substancji bez konieczności dodatku proszku mlecznego.
2. Większa zawartość białka, w tym obecność białek serwatkowych, w jogurtach otrzymanych z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji podwyższa ich wartość odżywczą w porównaniu z jogurtami otrzymanymi z mleka z dodatkiem proszku mlecznego.

3. Otrzymane z mleka zagęszczonego techniką membranową jogurty naturalne mogą być spożywane przez osoby z problemem nietolerancji laktozy, ze względu na niższą zawartość tego składnika.

LITERATURA

- [1] Baryłko-Pikielna N.: Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT Warszawa, 1975.
- [2] Borek-Wojciechowska R.: Jogurty i ich wartość odżywcza. Przegląd Mleczarski, **9**, 1999, 318.
- [3] Glover F.A.: Ultrafiltration and reverse osmosis for the dairy industry. The National Institute for Research in Dairing, Reading, Technical Bulletin, England, **5**, 1985, 93.
- [4] Jakubczyk E., Skarżyńska M.: Wapń w mleku i produktach mlecznych. Nowa Medycyna, **4**, 9, 1997, 25.
- [5] Kłobukowski J., Kozikowski W., Wiśniewska-Pantan D.: Wapń a osteoporoza. Przemysł Spożywczy, **50**, 1997, 8.
- [6] Kosikowska M., Jakubczyk E.: Wpływ napojów mlecznych fermentowanych na zdrowie człowieka. Nowa Medycyna, **4**, 9, 1997, 16.
- [7] Leman J.: Funkcjonalne właściwości białek serwatkowych. Przemysł Spożywczy, **5**, 1999, 45.
- [8] Libudzisz Z., Walczak P., Bardowski J.: Bakterie fermentacji mlekowej. Politechnika Łódzka, Łódź 1998.
- [9] Oziemkowski P., Cais-Sokolińska D.: Walory dietetyczne i terapeutyczne jogurtu. Ten Świat, **t. 6**, 1995, 2.
- [10] Pearce J.: Effects of milk and fermented dairy products on the blood cholesterol content and profile of mammals in relation to coronary heart disease. Int. Dairy Journal, **6**, 1996, 661.
- [11] PN-68-A-86122 Mleko. Metody badań.
- [12] PN-75-A-86130 Mleko i przetwory mleczarskie. Napoje mleczne. Metody badań.
- [13] PN-81-A-86024 Mleko i przetwory mleczarskie. Mleko w proszku.
- [14] PN-83-A-86061 Mleko i przetwory mleczarskie. Napoje mleczne fermentowane
- [15] PN-87-82060 Oznaczanie zawartości fosforu ogólnego w mięsie i jego przetworach. Metoda odwoławcza.
- [16] PN-95-A-86002 Mleko surowe do skupu.
- [17] Saloff-Coste Cathy J.: Yogurt as a calcium source. Danone World Newsletter, **4**, 1994.
- [18] Saloff-Coste Cathy J.: Fermented milks: Effects on the immune system, Danone World Newsletter, **9**, 1995.
- [19] Saloff-Coste Cathy J.: Fermented milks in the life cycle. Danone World Newsletter, **10**, 1996.
- [20] Saloff-Coste Cathy J.: Fermented milk and lactose maldigestion. Danone World Newsletter, **12**, 1996.
- [21] Saloff-Coste Cathy J.: The gastrointestinal microflora and fermented milks. Danone World Newsletter, **14**, 1997.
- [22] Srilaorkul S., Ozimek L., Wolfe F., Dziuba J.: The effect of ultrafiltration on physicochemical properties of retentate. Can. Inst. Food Sci. Technol. J., **22**, 1989, 56.
- [23] Symons Hugh: Nutritional value of yogurt and fermented milks. Danone World Newsletter, **2**, 1993.
- [24] Ziajka S.: Mleczarstwo-zagadnienia wybrane. ART Olsztyn 1997, t. 1.
- [25] Ziajka S.: Mleczarstwo-zagadnienia wybrane. ART Olsztyn 1997, t. 2.
- [26] Żbikowska A., Żbikowski Z.: Właściwości funkcjonalne koncentratu UF. Przemysł Spożywczy, **4**, 1996, 32.

- [27] Żbikowski Z., Ziajka S., Żbikowska A., Chojnowski K., Batura K.: Skład i właściwości proszku mlecznego otrzymanego z mleka odtuszczonego poddanego procesowi ultrafiltracji. *Przegląd Mleczarski*, **5**, 1990, 14.
- [28] Żbikowski Z., Żbikowska A.: Wpływ buforowości mleka wzbogaconego koncentratami UF na wzrost i aktywność *Lactococcus lactis ssp. cremoris*. *Przegląd Mleczarski*, **10**, 1994, 250.

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF PLAIN YOGHURT MADE FROM MILK CONCENTRATED USING THE ULTRAFILTRATION AND TRADITIONAL METHODS

S u m m a r y

In the research work the physical and chemical properties of plain yoghurt made from milk concentrated by ultrafiltration (UF) method and yoghurt made from milk which was concentrated by addition of skim milk powder were evaluated. Chemical composition, pH, titratable acidity and content of mineral compounds were determined. Sensoric evaluation was also carried out.

Yoghurt made from UF milk retentate contained more protein and less lactose and its titrational acidity was lower in comparison with yoghurt made from milk which was concentrated by addition of skim milk powder. Those differences were statistically significant. Yoghurt made from UF retentate contained more mineral components such as calcium, phosphorus and magnesium and less mineral components such as sodium and potassium in comparison with yoghurt produced using the traditional method. The coagulum of yoghurts made from UF retentate were more firm than coagulum of yoghurt made from milk which was concentrated by addition of skim milk powder. ❖