

ANNA MITUNIEWICZ-MAŁEK, MAŁGORZATA ZIARNO,
IZABELA DMYTRÓW

ZASTOSOWANIE ZAMRAŻALNICZO UTRWALONEGO MLEKA KOZIEGO DO WYROBU POTENCJALNIE PROBIOTYCZNEGO NAPOJU FERMENTOWANEGO

Streszczenie

Celem pracy była ocena wybranych cech jakościowych potencjalnie probiotycznych napojów fermentowanych, wyprodukowanych z zamrażalniczo utrwalonego, a przed fermentacją rozmrożonego, mleka koziego przy użyciu dwóch monokultur probiotycznych, podczas 3-tygodniowego przechowywania (5 ± 1 °C). Wyprodukowano dwa wyroby doświadczalne: przy użyciu szczepu *Lactobacillus acidophilus* La-5 i przy użyciu szczepu *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12. W celu porównawczym wyprodukowano również jogurt z tradycyjną kulturą jogurtową YC-X16. Napoje doświadczalne poddano ocenie sensorycznej i fizykochemicznej po 1, 7, 14 i 21 dniach przechowywania w warunkach chłodniczych (5 ± 1 °C). W produktach otrzymanych przy użyciu monokultur probiotycznych dodatkowo oznaczono liczbę bakterii.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że mleko kozie poddane procesowi zamrażalniczego przechowywania po rozmrożeniu może być wykorzystane do produkcji mlecznych napojów fermentowanych z udziałem probiotyków. Napoje fermentowane zostały wysoko ocenione pod względem cech sensorycznych, a analizowane cechy fizykochemiczne (kwasowość miareczkowa, pH, zawartość aldehydu octowego oraz tekstura skrzepów) uwarunkowane były rodzajem napoju i czasem chłodniczego przechowywania. W próbkach potencjalnie probiotycznych napojów fermentowanych liczba komórek wynosiła ponad $1,2 \times 10^8$ jtk/g, czyli spełnione zostało minimum terapeutyczne w odniesieniu do bakterii probiotycznych, określone przez FAO/WHO na poziomie 10^6 jtk/g.

Słowa kluczowe: mrożone mleko kozie, napoje fermentowane, probiotyki, właściwości fizykochemiczne

Dr inż. A. Mituniewicz-Malek, dr hab. inż. I. Dmytrów, Zakład Technologii Mleczarskiej i Przechowalnictwa Żywności, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, al. Piastów 17, 70-310 Szczecin, dr hab. inż. M. Ziarno, Zakład Biotechnologii Mleka, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-787 Warszawa. Kontakt: aniamalek4@wp.pl

Wprowadzenie

Napoje fermentowane mogą być produkowane nie tylko z mleka krowiego, ale także z mleka owczego lub koziego, przy udziale kultur tradycyjnych, jak również kultur wzbogaconych w szczepy probiotyczne z rodzajów *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*. Mleko kozie jest produktem wyjątkowo wartościowym i odżywczym, a wszelkie jego zalety są zachowane w mlecznych napojach fermentowanych. Ograniczona sezonowość w pozyskiwaniu mleka koziego powoduje, że w pewnych okresach roku na rynku brak jest produktów z tego mleka. Jedną z możliwości przeciwdziałania wskazanej sytuacji może być produkcja wyrobów z mleka koziego poddanego procesowi zamrażalniczego przechowywania [11, 12, 15].

Celem pracy była ocena wybranych cech jakościowych potencjalnie probiotycznych napojów fermentowanych, wyprodukowanych z zamrażalniczo utrwalonego mleka koziego przy użyciu dwóch monokultur probiotycznych z rodzajów *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, podczas trzytygodniowego przechowywania w temp. 5 ± 1 °C.

Material i metody badań

Material do badań stanowiły dwa potencjalnie probiotyczne napoje fermentowane wyprodukowane w warunkach laboratoryjnych, otrzymane z mrożonego mleka koziego przy użyciu liofilizowanych monokultur probiotycznych z rodzajów *Lactobacillus* (*Lactobacillus acidophilus* La-5, Chr. Hansen, Polska) i *Bifidobacterium* (*Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12, Chr. Hansen, Polska), a także jogurt z tradycyjną kulturą jogurtową YC-X16 (Chr. Hansen, Polska). Surowcem do ich produkcji było zbiorcze mleko kozie zakupione pod koniec września 2012 roku w indywidualnym gospodarstwie ekologicznym „Kozi Gródek” w Wołczkowie k. Szczecina. Mleko pasteryzowano metodą zbiornikową (85 °C/15 ÷ 20 min), chłodzono do temp. 10 °C i pakowano w worki foliowe, które po zamrożeniu przechowywano w temp. -22 °C przez 6 miesięcy. Po upływie tego okresu mleko poddawano procesowi powolnego rozmrażania (8 ÷ 10 °C/ 2 ÷ 4 h). Proces rozmrażania prowadzono zgodnie z zaleceniami rozporządzenia WE nr 852/2004 [16], aby zminimalizować rozwój obcej mikroflory. Rozmrażanie odbywało się w warunkach hamujących rozwój mikroflory mezofilnej, a czas procesu był zbyt krótki, aby namnożyła się mikroflora psychrofilna [21]. Następnie mleko podgrzewano do temp. 40 °C i normalizowano w nim zawartość suchej masy do 14 % (kozim proszkiem mlecznym firmy Danmis, Polska). Tak przygotowane mleko dzielono na trzy partie i każdą z nich zaszczepiano jedną z trzech wcześniej uaktywnionych kultur bakterii (5 % zakwasu roboczego otrzymanego przez inkubację naważki kultury w mleku w temp. 40 °C przez 4 ÷ 8 h, w dawce 0,6 g/1000 cm³ mleka). Do otrzymania pierwszego potencjalnie probiotycznego napoju (NP-LA) zastosowano monokulturę szczepu *Lb. acidophilus* La-5, a do drugiego

(NP-BB) – monokulturę szczepu *B. animalis* subsp. *lactis* Bb-12. Liczba komórek *Lb. acidophilus* La-5 w zakwasie roboczym wynosiła $9,2 \pm 0,1$ jtk/g, natomiast w przypadku *B. animalis* subsp. *lactis* Bb-12 stwierdzono populację na poziomie $8,9 \pm 0,1$ jtk/g. Trzecim napojem był jogurt (NP-JOG), do wyrobu którego użyto tradycyjnej kultury jogurtowej YC-X16. Inkubację przygotowanych napojów prowadzono w temp. $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ aż do uzyskania skrzepu (po $4,5 \div 7$ h), po czym schładzano je do temp. $5 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ i w takich warunkach przechowywano przez trzy tygodnie. Próbkę do analiz pobierano po 1, 7, 14 i 21 dniach chłodniczego przechowywania. Otrzymane napoje oceniano sensorycznie oraz poddawano analizie fizykochemicznej. Dodatkowo w produktach otrzymanych przy użyciu monokultur probiotycznych oznaczano liczbę żywych komórek bakterii, aby ocenić, czy produkt osiągnie rekomendowane minimum terapeutyczne.

Ocenę sensoryczną przeprowadzał przeszkolony zespół składający się z pięciu osób. Oceniano wygląd, smak, zapach i konsystencję napojów w skali 5-punktowej [14]. Analiza fizykochemiczna obejmowała oznaczenie: kwasowości czynnej (pH) przy użyciu pehametru (model IQ150, PIAP, Polska) i kwasowości miareczkowej [1], zawartości aldehydu octowego [5] oraz tekstury (TPA). Analizę profilu tekstury wykonywano przy użyciu analizatora tekstury TA.XT plus z zestawem komputerowym (Stable Micro System, Anglia). Próbkę napojów penetrowano walcem aluminiowym o średnicy 20 mm na głębokość 25 mm z szybkością $5\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ i siłą nacisku 1N [2]. Wyznaczano twardość, adhezyjność, spoistość, gumiaistość oraz odbojność, przy czym w pracy ograniczono się do analizy twardości, która jest określana jako końcowa siła wymagana do osiągnięcia ustalonej deformacji. Liczbę żywych komórek potencjalnie probiotycznych bakterii oznaczano metodą płytkową wgłębną [7, 13]. Do oznaczenia liczby komórek bakterii szczepu *Lb. acidophilus* La-5 używano pożywki MRS agar (Merck, Niemcy), natomiast do oznaczenia liczby komórek *B. animalis* subsp. *lactis* Bb-12 używano pożywki BSM agar (Fluka, Niemcy) z dodatkiem czynnika selektywnego BSM-suplement. W obu przypadkach posiewy hodowano w warunkach beztlenowych w cieplarni o temp. $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ przez 72 h. Wynik posiewów wyrażano jako jednostki tworzące kolonie w przeliczeniu na 1 g produktu [jtk/g].

Wyniki analiz fizykochemicznych opracowano statystycznie przy użyciu programu Statistica P 27. 1. Normalność rozkładu oceniano testem K-S i Lillieforsa, a jednorodność wariancji – testem Levene’a. Do oszacowania różnic między wartościami średnimi zastosowano test Duncana. Testowanie prowadzono przy $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$.

Wyniki i dyskusja

W ocenie sensorycznej wykazano, że napoje fermentowane z mleka koziego przechowywane przez 21 dni charakteryzowały się dobrymi walorami sensorycznymi (tab. 1). W trakcie 3 tygodni chłodniczego przechowywania wygląd analizowanych

produktów oceniono bardzo wysoko ($4,9 \div 5,0$ pkt). Wszystkie próbki (NP-LA, NP-BB i NP-JOG) odznaczały się zwartym, jednolitym skrzepem bez wycieku serwatki (synerzy) oraz bez gazowania. Mituniewicz-Małek i wsp. [8] nie stwierdzili pogorszenia wyglądu próbek podczas 10 i 21 dni chłodniczego przechowywania (5 ± 1 °C) napojów fermentowanych z mleka koziego. W badaniach własnych zapach otrzymanych napojów był charakterystyczny dla mleka fermentowanego, bez obcych zapachów, ale z nutą specyficznego zapachu koziego, który w miarę wydłużającego się okresu przechowywania przybierał na intensywności, co skutkowało obniżeniem ocen. Pod względem zapachu po 21 dniach najniżej oceniony został napój NP-LA. Zmiany intensywności zapachu w produktach doświadczalnych z mleka koziego, w ostatnim okresie ich przechowywania, stwierdził również Żbikowski [23]. Pod względem smaku najwyżej oceniony został produkt NP-BB ($4,5 \div 5,0$ pkt) w ciągu całego okresu przechowywania. Smak napoju był charakterystyczny dla mleka fermentowanego, z wyczuwalną nutą mleka koziego, bez obcych posmaków. Bardziej intensywny posmak mleka koziego towarzyszył pozostałym produktom doświadczalnym (NP-LA i NP-JOG), przy czym wraz z wydłużającym się okresem chłodniczego przechowywania smak wszystkich napojów był coraz mniej akceptowany, chociaż w odniesieniu do smaku próbkom nadal przypisywano wysokie oceny. Obniżenie jakości sensorycznej, związanej z odczuwaniem bardziej wyraźnego posmaku koziego, odnotowali także inni autorzy [3, 9]. Pod względem konsystencji najwyższe noty ($4,2 \div 5,0$ pkt) przyznano produktowi NP-BB. Należy nadmienić, że w napojach przechowywanych do 7 dni konsystencja była zwarta, jednolita i dość gęsta, a po 14 i 21 dniach uległa wyraźnemu rozluźnieniu. Zbliżone wyniki w odniesieniu do konsystencji produktów mlecznych otrzymanych z udziałem monokultur uzyskali Mituniewicz-Małek i wsp. [8].

Wykazano, że napoje doświadczalne charakteryzowały się zróżnicowanym pH, a najwyższy jego zakres ($4,30 \div 4,56$) stwierdzono w napoju NP-BB. Natomiast najniższym zakresem pH ($3,95 \div 4,38$) odznaczał się produkt NP-LA (tab. 2). W przypadku wszystkich badanych produktów po 21 dniach przechowywania wartość pH uległa zmniejszeniu w stosunku do wyników po pierwszym okresie badań (tab. 4). Kwasowość miareczkowa napojów doświadczalnych kształtowała się w zakresie $35,47 \div 42,80$ °SH i we wszystkich próbkach stwierdzono jej przyrost po 21 dniach przechowywania (tab. 2 i 4). Najwyższą kwasowość miareczkową oznaczono w produkcie NP-LA w ostatnim dniu badań. Wyniki kwasowości czynnej (pH) i miareczkowej (°SH) napojów fermentowanych z mleka koziego uzyskane przez Domagałę [3] oraz Mituniewicz-Małek i wsp. [8] były zbliżone do stwierdzonych w toku realizowanych badań własnych.

Tabela 1. Wyniki oceny sensorycznej (w skali 5-punktowej) napojów fermentowanych z mleka koziego zamrażalniczo utrwalonego

Table 1. Results of sensory assessment (five -point scale) of fermented drinks made from frozen goat's milk

Produkt Product	Cechy / Specification															
	Wygląd Appearance				Smak Taste				Zapach Aroma				Konsystencja Consistency			
	Czas przechowywania [dni] / Storage time [days]															
	1	7	14	21	1	7	14	21	1	7	14	21	1	7	14	21
NP-LA	5,0	5,0	4,9	5,0	5,0	4,8	4,6	4,0	5,0	5,0	4,5	4,0	4,5	4,4	4,2	4,0
NP-BB	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,9	4,5	5,0	5,0	4,7	4,5	5,0	5,0	4,5	4,2
NP-JOG	5,0	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	4,6	4,2	5,0	5,0	4,7	4,2	4,6	4,5	4,3	4,0

Objaśnienia: / Explanatory notes:

NP-LA – napój wyprodukowany przy użyciu szczepu *Lb. acidophilus* La-5 / drink produced with use of *Lb. acidophilus* La-5; NP-BB – napój wyprodukowany przy użyciu szczepu *Bif. animalis* subsp. *lactis* Bb-12 / drink produced with use of *Bif. animalis* subsp. *lactis* Bb-12; NP-JOG – napój wyprodukowany przy użyciu tradycyjnej kultury jogurtowej YC-X16 / drink produced with use of traditional YC-X16 yoghurt culture.

Tabela 2. Kwasowość miareczkowa i wartość pH napojów fermentowanych wyprodukowanych z zamrażalniczo utrwalonego mleka koziego, poddanych chłodniczemu przechowywaniu

Table 2. Titratable acidity and pH value of fermented drinks made from frozen goat's milk and subjected to refrigerating storage

Produkt Product	Czas przechowywania [dni] / Storage time [days]							
	1		7		14		21	
	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD
pH / pH								
NP-LA	4,38	0,05	3,99	0,57	4,15	0,09	3,95	0,14
NP-BB	4,56	0,1	4,47	0,06	4,33	0,06	4,3	0,07
NP-JOG	4,40	0,22	4,19	0,02	4,21	0,04	4,13	0,05
Różnice Differences	-		NP-LA : NP-BB*		-		-	
Kwasowość miareczkowa / Titratable acidity [SH ^o]								
NP-LA	37,07	3,630	38,53	0,611	41,20	0,400	42,80	0,400
NP-BB	35,47	2,309	38,67	1,405	41,20	0,400	40,27	1,617
NP-JOG	36,43	2,940	41,60	0,693	36,67	0,231	39,24	1,134
Różnice Differences	-		-		NP-JOG : NF-LA** NP-JOG : NF-BB**		NP-JOG : NF-LA**	

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Objaśnienie symboli jak pod tab. 1/ Explanatory notes as in Table 1; \bar{x} – wartość średnia / mean value; s – odchylenie standardowe / SD – standard deviation; ** – różnica statystycznie istotna na poziomie $p \leq 0,01$ / statistically significant difference at $p \leq 0.01$; * – różnica statystycznie istotna na poziomie $p \leq 0,05$ / statistically significant difference at $p \leq 0.05$; n = 6.

W ciągu trzech tygodni trwania doświadczenia napoje charakteryzowały się niewielką zawartością aldehydu octowego ($0,479 \div 1,621 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), ale znajdującą potwierdzenie w wynikach innych autorów [4, 9]. Małą zawartość aldehydu octowego w kozich napojach fermentowanych (jogurtach oraz napojach probiotycznych) stwierdzili Mituniewicz-Małek i wsp. [8, 9]. W trakcie chłodniczego przechowywania najmniej aldehydu octowego ($0,479 \div 1,169 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) oznaczono w produkcie NP-LA. Z danych literaturowych [8, 9, 10] wynika, że zawartość aldehydu octowego ulega sukcesywnemu zmniejszeniu wraz z wydłużaniem okresu chłodniczego przechowywania, co miało odzwierciedlenie w toku realizowanych badań własnych (tab. 3). Zdaniem Ozer i wsp. [10], zmniejszenie zawartości aldehydu octowego w napojach fermentowanych ma związek ze zmianami pH, które z kolei warunkują jego redukcję do innych związków np. etanolu.

Tabela 3. Zawartość aldehydu octowego i twardość napojów fermentowanych wyprodukowanych z zamrażalniczo utrwalonego mleka koziego, poddanych chłodniczemu przechowywaniu

Table 3. Content of acetaldehyde and hardness of fermented drinks made from frozen goat's milk subjected to refrigerating storage

Produkt Product	Czas przechowywania [dni] / Storage time [days]							
	1		7		14		21	
	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD
Aldehyd octowy / Acetaldehyde [$\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$]								
NP-LA	1,544	0,735	1,169	0,037	0,479	0,045	0,562	0,037
NP-BB	2,281	0,077	1,702	0,135	0,947	0,053	0,644	0,046
NP-JOG	1,599	0,505	1,621	0,032	1,029	0,077	0,496	0,022
Różnice Differences	NP-JOG : NF-BB** NP-LA : NF-BB**		NP-LA : NF-BB*		NP-JOG : NF-LA*		-	
Twardość / Hardness [N]								
NP-LA	0,229	0,017	0,263	0,061	0,313	0,017	0,368	0,084
NP-BB	0,240	0,006	0,237	0,003	0,273	0,028	0,363	0,091
NP-JOG	0,229	0,011	0,249	0,014	0,258	0,011	0,264	0,025
Różnice Differences	-		-		-		NP-JOG : NF-LA* NP-JOG : NF-BB*	

Objaśnienia jak pod tab. 2 / Explanatory notes as in Tab. 2.

Tekstura produktu zależy m.in. od jakości surowca, rodzaju wykorzystanej kultury bakteryjnej czy dodatków, jak również od sposobu prowadzenia procesu fermentacji [6]. W badaniach własnych stwierdzono, że do 7 dni chłodniczego przechowywania skrzepy wszystkich napojów doświadczalnych charakteryzowały się zbliżoną twardością ($0,229 \div 0,263 \text{ N}$). Po 14 dniach w skrzepie produktu NP-LA nastąpił większy przyrost twardości (o 19 %) niż w przypadku skrzepu napoju NP-BB (o 15 %) oraz

NP-JOG (o 3,6 %). Po trzech tygodniach nastąpił przyrost twardości skrzepów wszystkich produktów doświadczalnych (średnio o ok. 17,6 %), przy czym największą twardością (0,566 N) odznaczał się skrzep napoju NP-BB (tab. 3 i 4). Otrzymane wyniki dowodzą wpływu zastosowanych kultur na twardość skrzepów produktów fermentowanych z mleka koziego, co jest potwierdzeniem danych literaturowych [2, 8]. Ponadto w toku przeprowadzonych badań stwierdzono przyrost twardości skrzepów napojów z mleka koziego wraz z wydłużaniem okresu chłodniczego przechowywania, co również potwierdza wyniki innych autorów [8, 18]. Według Vinderola i wsp. [18], cechy reologiczne produktów mlecznych zależne są od kwasowości czynnej i im niższe jest pH, tym ich twardość jest większa.

Tabela 4. Wyniki analizy wariancji badanych cech mlecznych napojów fermentowanych z mleka koziego
Table 4. Results of analysis of variance of analyzed features of fermented milk beverages produced from goat's milk

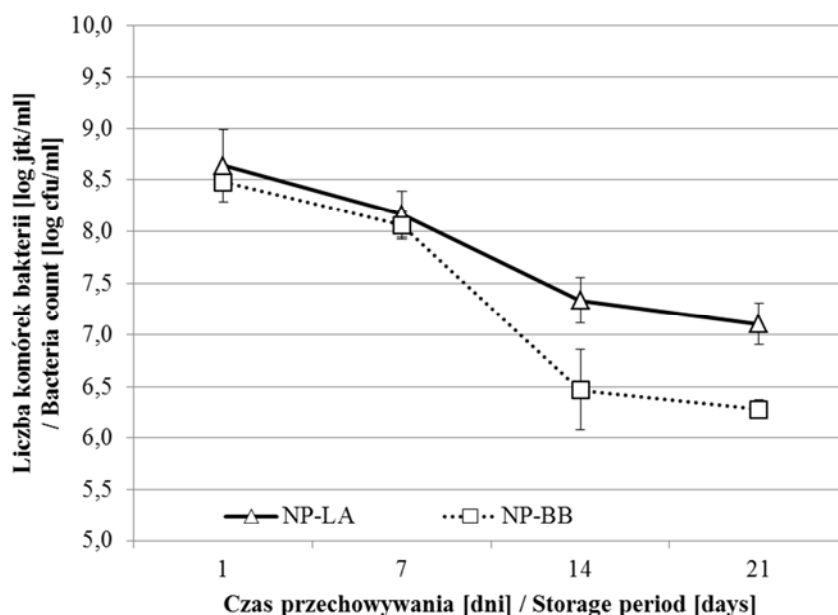
Badane cechy Analyzed characteristics	Istotność różnic w czasie przechowywania [dni] Significant differences during storage [days]
NP-YOG	
pH	-
Kwasowość miareczkowa	7 : 1, 14**
Aldehyd octowy	21 : 1, 7**; 14 : 1, 7, 21*
Twardość	
NP-LA	
pH	1 : 7, 21*
Kwasowość miareczkowa	1 : 21**; 7 : 1, 21*
Aldehyd octowy	1 : 14, 21**; 7 : 14**; 7 : 21*
Twardość	1 : 21**; 7 : 21*
NP-BB	
pH	-
Kwasowość miareczkowa	1 : 14*
Aldehyd octowy	1, 7 : 14, 21**; 1 : 7**
Twardość	1, 7 : 21**; 14 : 1, 21*

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Objaśnienie symboli jak pod tab. 1/ Explanation of symbols as in Tab. 1; ** – różnica statystycznie istotna na poziomie $p \leq 0,01$ / statistically significant difference at $p \leq 0.01$, * – różnica statystycznie istotna na poziomie $p \leq 0,05$ / statistically significant difference at $p \leq 0.05$.

Logarytm początkowej liczby komórek *Lb. acidophilus* La-5 w napoju NP-LA wynosił średnio 8,6 jtk/g, natomiast w przypadku napoju NP-BB logarytm początkowej liczby żywych komórek *B. animalis* subsp. *lactis* Bb-12 wynosił 8,5 jtk/g. Populacja żywych komórek szczepów potencjalnie probiotycznych ulegała stopniowej reduk-

cji podczas 3 tygodni chłodniczego przechowywania mlecznych napojów fermentowanych, jednak do końca tego okresu pozostawała na poziomie ponad 10^6 jtk/g (rys. 1), czyli spełnione zostało minimum terapeutyczne w odniesieniu do bakterii probiotycznych, określone przez FAO/WHO na poziomie 10^6 jtk/g produktu. Jak wynika z danych literaturowych [20], kryterium to nie zawsze jest spełniane przez wszystkie szczepy probiotyczne. Pomimo tego, wyniki otrzymane w badaniach własnych są porównywalne z wynikami uzyskanymi przez innych badaczy [8, 19, 22].



Rys. 1. Średnia liczba komórek bakterii (z zaznaczonym odchyleniem standardowym) w próbkach mleka koziego fermentowanego przez *Lb. acidophilus* La-5 (NP-LA) lub *Bif. animalis* subsp. *lactis* (NP-BB)

Fig. 1. Mean count of bacteria (including standard deviation as marked) in samples of goat's milk fermented using *Lb. acidophilus* La-5 (NP-LA) or *Bif. animalis* subsp. *lactis* (NP-BB)

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że mleko kozie poddane procesowi zamrażalniczego przechowywania (6 miesięcy) może stanowić surowiec do wyrobu mleka fermentowanego ze szczególnym uwzględnieniem napojów otrzymywanych przy udziale monokultur szczepów probiotycznych *Lactobacillus acidophilus* La-5 i *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12. Przez 21 dni chłodniczego przechowywania wszystkie produkty doświadczalne charakteryzowały się odpowiednimi cechami jakościowymi, a otrzymane produkty potencjalnie probiotyczne (NP-LA i NP-BB) spełniały kryterium minimum terapeutycznego, określonego przez FAO/WHO na poziomie 10^6 jtk/g.

Wnioski

1. Produkty otrzymane z mleka koziego (poddanego procesom zamrażalniczego przechowywania, a następnie rozmrożenia) charakteryzowały się pożądanymi walorami sensorycznymi przez cały okres chłodniczego przechowywania. W przypadku smaku i konsystencji wyżej oceniono napój wyprodukowany przy użyciu szczepu *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12 niż szczepu *Lactobacillus acidophilus* La-5.
2. Właściwości fizykochemiczne (pH, kwasowość miareczkowa, zawartość aldehydu octowego oraz twardość skrzepów) mlecznych napojów fermentowanych otrzymanych z mleka koziego, po jego zamrażalniczym przechowywaniu, były determinowane rodzajem zastosowanego szczepu i czasem chłodniczego przechowywania.
3. Mleko kozie utrwalone zamrażalniczo z powodzeniem może być po rozmrożeniu surowcem do produkcji mlecznych napojów fermentowanych, ze szczególnym uwzględnieniem tych o charakterze potencjalnie probiotycznym.
4. Fermentowane napoje mleczne potencjalnie probiotyczne, otrzymane z mleka koziego utrwalonego zamrażalniczo, przechowywane chłodniczo przez 21 dni, spełniają kryterium minimum terapeutycznego określonego przez FAO/WHO na poziomie 10^6 jtk/g.

Literatura

- [1] Bylund H.: Dairy Processing Handbook, Tetra Processing Systems AB, 1995, Sweden.
- [2] Domagała J., Juszcak L.: Flavour behaviour of goat's milk yoghurt and bioyoghurts. EJPAU, Food Sci. Technol., 2003, **7**, 2.
- [3] Domagała J.: Zmiany tekstury i mikrostruktury jogurtu z mleka koziego pod wpływem wybranych czynników. Rozprawy, Kraków 2005, **309 (425)**.
- [4] Kornacki K.: Mikrobiologia mleka i jego przetworów. W: Mleczarstwo – zagadnienia wybrane. Red. S. Ziajka. T. I. Wyd. ART. w Olsztynie, Olsztyn 1997, ss. 119-161.
- [5] Lees G.J., Jago G.R.: Methods for the estimation of acetaldehyde in cultured dairy products. Australian J. Dairy Technol., 1969, **24**, 181-185.
- [6] Marzec A.: Tekstura żywności. Przem. Spoż., 2007, **5**, 6-10.
- [7] Merck Microbiology Manual. 12th Edition; Merck: Darmstadt 2007, Germany.
- [8] Mituniewicz-Malek A., Dmytrów I., Balejko J., Ziarno M.: Komercyjne kultury probiotyczne *Lactobacillus* sp. (*Lb. paracasei*, *Lb. casei* i *Lb. acidophilus*) w napojach fermentowanych z mleka koziego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2013, **3 (88)**, 99-110.
- [9] Mituniewicz-Malek A., Dmytrów I., Jasińska M., Balejko J., Szymczak B.: Traditional yoghurt culture vs. selected quality properties of fermented beverages produced from goat's milk. EJPAU, 2011, **3 (14)**, #7.
- [10] Ozer B., Kirmaci H.A., Oztekin S., Hayaloglu A., Atamer M.: Incorporation of microbial transglutaminase into non-fat yoghurt production. Int. Dairy J., 2007, **17**, 199-207.
- [11] Park Y. W.: Effect of 5 years long-term frozen storage on sensory quality of Monterey Jack caprine milk cheese. Small Ruminant Res., 2013, **2 (209)**, 136-140.
- [12] Park Y.W., Gerard P.D., Drake M.A.: Impact of frozen storage on flavor of caprine milk cheeses. J. Sens. Stud., 2006, **6 (21)**, 654-663.

- [13] PN-EN ISO 6887-1:2000P. Mikrobiologia żywności i pasz. Przygotowanie próbek, zawiesiny wyjściowej i rozcieńczeń dziesięciokrotnych do badań mikrobiologicznych. Ogólne zasady przygotowania zawiesiny wyjściowej i rozcieńczeń dziesięciokrotnych.
- [14] PN-ISO 22935-2:2013-07P. Mleko I przetwory mleczne. Analiza sensoryczna. Część 2: Zalecane metody sensoryczne.
- [15] Riberio A.C., Riberio S.D.A.: Specialty products made from goat milk. *Small Ruminant Res.*, 2010, **2-3 (89)**, 225-233.
- [16] Rozporządzenie (WE) nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych.
- [17] Uysal H., Kilic S., Kavas G., Akbulut N., Kesenkas H.: Production and some properties of Bifighert made from goat milk and cow-goat milk mixtures by ultrafiltration and addition of skim milk powder. *Milchwiss*, 2003, **11/12 (58)**, 636-639.
- [18] Vinderola C.G., Prosello W., Molinari F., Ghiberto D., Reinheimer J.A.: Growth of *Lactobacillus paracasei* A 13 in Argentinian probiotic cheese and its impact on the characteristic of the product, *Int. J. Food Microbiol.*, 2009, **135**, 171-174.
- [19] Zaręba D., Ziarno M.: Przeżywalność bakterii kwasu mlekowego i bifidobakterii w jogurtach handlowych. *Przegl. Mlecz.*, 2013, **9**, 14-20.
- [20] Zaręba D.: Przeżywalność probiotycznego szczepu *Lactobacillus acidophilus* w mleku niefermentowanym i fermentowanym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **5 (60)**, 189-196.
- [21] Ziarno M., Molska I., Gronczyńska M.: Jakość i trwałość mleka pasteryzowanego w 84°C/19-22 s. *Med. Weter.*, 2005, **61 (10)**, 1165-1168.
- [22] Ziarno M., Zaręba D., Ścibisz I.: Przeżywalność probiotycznych bakterii fermentacji mlekowej w modelowych jogurtach owocowych. *Brom. Chemia Toksykol.*, 2011, **3 (XLIV)**, 645-649.
- [23] Żbikowski Z.: Zmiany w jogurcie podczas przechowywania w różnych opakowaniach. *Przegl. Mlecz.*, 2012, **1**, 16-20.

APPLICATION OF FROZEN GOAT'S MILK TO PRODUCTION OF POTENTIALLY PROBIOTIC FERMENTED DRINK

S u m m a r y

The objective of the research study was to assess the selected qualitative characteristics of potentially probiotic fermented drinks made from goat's milk that was, first, frozen, and, next, defrosted prior to fermentation using two separate sets of probiotic monocultures, during a 3-week storage (5 ± 1 °C). Two experimental products were produced: one using a *Lactobacillus acidophilus* La-5 strain and the second using a Bb-12 *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* strain. To enable comparison, a yoghurt with YC-X16, a traditional yoghurt culture, was produced. The experimental drinks were sensory assessed and their physicochemical properties were evaluated after the 1st, 7th, 14th and 21st day of storage under the cooling conditions (5 ± 1 °C). Additionally, in the products obtained using probiotic monocultures, the count of bacteria was determined.

On the basis of the results obtained, it was confirmed that the goat's milk, stored under the frozen conditions, could be used to produce fermented milk drinks with probiotics. The sensory features of the fermented drinks were highly rated and their psychochemical features analysed (titratable acidity, pH, acetaldehyde content, and texture of curds) depended on the type of drink and the time of cooling storage. In the samples of the potentially probiotic fermented drinks, the number of cells exceeded 1.2×10^8 cfu/g; therefore, the therapeutic minimum, defined by FAO/WHO to be 10^6 cfu/g, was met in relation to probiotic bacteria.

Key words: frozen goat's milk, fermented drinks, probiotics, physicochemical properties ☒