

GENOWEFA BONCZAR, MONIKA WSZOŁEK

CHARAKTERYSTYKA JOGURTÓW Z MLEKA OWCEGO O NORMALIZOWANEJ ZAWARTOŚCI TŁUSZCZU

Streszczenie

Z mleka owczego o normalizowanej zawartości tłuszczu: śladowej, 4,5%, 6,0% produkowano jogurty z dodatkiem zakwasu jogurtowego o składzie: *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*. Analizowano świeże mleko oraz wyprodukowane jogurty po 1, 7 i 14 dniach przechowywania w 4°C. Badania jogurtów obejmowały ocenę sensoryczną oraz oznaczenie zawartości wolnych kwasów tłuszczowych, aldehydu octowego, diacetylu, kwasowości miareczkowej i pH. Stwierdzono, że badane wyróżniki jakości jogurtów były zróżnicowane w zależności od zawartości w nich tłuszczu oraz czasu przechowywania. Jogurty beztłuszczowe uzyskały najwyższy wynik oceny sensorycznej.

Wstęp

Mleko owcze, w porównaniu z mlekiem krowim czy kozim, zawiera więcej suchej masy, związków azotowych ogółem i tłuszczu, co powoduje, że jest ono szczególnie przydatne do przerobu zwłaszcza na sery i napoje fermentowane, a przy produkcji jogurtów zbędne jest jego zagęszczanie [1, 3, 7, 9]. Z wielu badań wynika, że właściwości jogurtów zależą przede wszystkim od jakości mleka użytego do ich produkcji oraz od rodzaju i aktywności zakwasu jogurtowego [3, 6, 17]. Aktywność fermentacyjna, lipolityczna i proteolityczna enzymów mikroflory zakwasów prowadzi do powstania charakterystycznych właściwości fizykochemicznych jogurtów, decydujących o ich walorach sensorycznych, odżywczych i dietetycznych [2, 3, 6, 8, 12, 16, 17].

Jogurty wyprodukowane z mleka owczego mogą zawierać od 15% do 21% suchej masy, w tym od 4,5% do ponad 8% tłuszczu, co decyduje nie tylko o ich wysokiej wartości odżywczej, ale też o wysokiej kaloryczności. Często konsumenci przy zakupie produktu spożywczego zwracają uwagę na zawartość w nim tłuszczu, czyli skład-

nika w znacznej mierze decydującego o wartości kalorycznej, dążąc do wyboru jak najmniej kalorycznego, ale równocześnie pełnowartościowego pod względem innych składników odżywczych.

Celem niniejszej pracy było wyprodukowanie jogurtów z mleka owczego o normalizowanej zawartości tłuszczu i ocena ich jakości oraz przydatności do spożycia.

Material i metody badań

Jogurty produkowano z mleka pobranego od polskich owiec, z owczarni Akademii Rolniczej w Krakowie. Mleko pobierano pięciokrotnie w okresie letnim, podczas doju rannego, przeprowadzanego przy użyciu konwiowej dojarki mechanicznej firmy Alfa Laval. Owce w czasie prowadzenia badań były żywione na pastwisku, dodatkowo dostawały słomę i wodę do woli.

Mleko w czasie nie dłuższym niż dwie godziny po doju poddawano analizie i produkowano z niego jogurty.

Jogurty produkowano według niżej przedstawionej metody. Mleko cedzono, podgrzewano do 45°C, odwirowywano śmietankę w wirówce do mleka (typ LWG24E) przy 1350 obr./min. Następnie mleko odtłuszczone, o śladowej zawartości tłuszczu, dzielono na trzy części. Do pierwszej nie dodawano śmietanki (1), drugą i trzecią normalizowano śmietanką odpowiednio do 4,5% (2) i 6% (3) tłuszczu. Mleko (1, 2, 3) pasteryzowano w 93°C przez 10 minut (zgodnie z Instrukcją Technologiczną nr 229/88 OW Hoża). Po schłodzeniu do 45°C zaszczepiano je szczepionką do bezpośredniego stosowania firmy Ch. Hansen o składzie *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* w ilości 1%, następnie inkubowano w 45°C przez 4-5 godz., do uzyskania delikatnego skrzepu. Jogurty (1, 2, 3) schładzano do 4°C i przechowywano w tej temperaturze przez 14 dni.

Analizy mleka obejmowały oznaczanie zawartości: suchej masy metodą suszenia [4], tłuszczu metodą Gerbera [4], związków azotowych ogółem i kazeiny metodą Kjeldahla w aparacie Büchi, (kazeinę wytrącano roztworami kwasu octowego i octanu sodu) [4], laktozy metodą Bertranda [4], wolnych kwasów tłuszczowych metodą Dole'a [5] oraz gęstości laktodensymetrem, pH pehametrem, kwasowości miareczkowej metodą Soxhleta Henkla [4].

Świeże jogurty oraz po 7 i 14 dniach przechowywania poddawano analizie oznaczając: zawartość wolnych kwasów tłuszczowych metodą Dole'a [5], diacetylu metodą Piena [13], aldehydu octowego metodą Leesa i Jago [11], pH przy użyciu pehametru, kwasowości miareczkowej metodą Soxhleta-Henkla [4]. Dokonano również pięciopunktowej oceny sensorycznej wg Kurpisza [10]. Zespół oceniający o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej liczył sześć osób.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie wykorzystując program komputerowy Statgraphic wersja 5.2.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono wyniki analizy mleka owczego, które było surowcem do produkcji jogurtów. Mleko zawierało średnio 18,8% suchej masy, w tym 7,2% tłuszczu. Zawartość suchej masy beztłuszczowej wynosiła 11,6%. Była to wartość nieco wyższa od wymaganej przez PN [14] w odniesieniu do jogurtu z mleka krowiego (11,5%), a więc badane mleko owcze nie musiało być normalizowane pod względem zawartości tego składnika. Wartość pH oraz średnia kwasowość miareczkowa badanego mleka owczego mieściły się w granicach podawanych w literaturze [1, 3, 7].

Tabela 1

Charakterystyka mleka owczego.
The quality parameters of ewe's milk.

Wyróżniki jakości mleka/ Quality parameters of milk	$\bar{x} \pm s^*$
Sucha masa / Dry matter [%]	18,80 \pm 1,21
Tłuszcz / Fat [%]	7,20 \pm 0,63
Sucha masa beztłuszczowa / Non fat dry mass [%]	11,60 \pm 0,93
Związki azotowe ogółem / Total nitrogen substances [%] (Nx6,38)	5,98 \pm 0,47
Laktoza / Lactose [%]	4,65 \pm 0,39
Wolne kwasy tłuszczowe / Free fatty acids [μ Eq/cm ³]	1,75 \pm 0,09
Gęstość / Density [g/cm ³]	1,033 \pm 0,001
Kwasowość miareczkowa / Titrable acidity [°SH]	11,15 \pm 1,12
pH	6,65 \pm 0,02

* \bar{x} – średnia, s – błąd standardowy

* \bar{x} – average, s – standard error

Charakterystykę jogurtów świeżych, 7 i 14 dniowych przedstawiono w tab. 2.

Początkowe pH świeżych jogurtów, wynoszące 4,85–4,89, obniżało się w czasie przechowywania do wartości 4,43–4,52 po 14 dniach. Istotnie statystycznie obniżenie pH stwierdzono jedynie w przypadku jogurtów o zawartości 4,5% tłuszczu. Podobną wartość pH świeżych jogurtów uzyskano w innych badaniach i podobnie stwierdzono spadek jego wartości w czasie przechowywania [3].

Kwasowość miareczkowa, szczególnie jogurtów nie zawierających tłuszczu, wzrastała w czasie przechowywania statystycznie istotnie, przy czym jogurty te charakteryzowały się najniższą początkową kwasowością, podczas gdy początkowa kwasowość jogurtów zawierających 6% tłuszczu była najwyższa. Po czternastu dniach przechowywania poziom kwasowości wykazywał odwrotne tendencje (najwyższą kwasowością charakteryzowały się jogurty nie zawierające tłuszczu). Wzrost kwasowości miareczkowej w czasie przechowywania jogurtów stwierdzali inni autorzy [3,

7]. Wzrost kwasowości miareczkowej i obniżanie pH jogurtów w czasie przechowywania jest wynikiem działalności fermentacyjnej drobnoustrojów wchodzących w skład szczepionki jogurtowej, które w 4°C rozkładają w dalszym ciągu laktozę, choć znacznie wolniej niż w temperaturze optymalnej dla bakterii termofilnych.

Tabela 2

Zmiany jakości jogurtów w czasie przechowywania.
The changes of yoghurts quality during storage.

Wyróżniki jakości jogurtów / Quality parameters of yoghurt	Czas przechowywania / Time of storage	Jogurty o zawartości tłuszczu / Yoghurts of fat content		
		śladowej x ± s *	4,5 % x ± s	6,0 % x ± s
Sucha masa / Dry mass [%]	1	11,60 ± 0,85	16,10 ± 1,02	17,60 ± 0,98
pH	1	4,89 ± 0,03	4,85 ± 0,01 a	4,89 ± 0,05
	7	4,66 ± 0,10	4,70 ± 0,10	4,71 ± 0,10
	14	4,50 ± 0,09	4,43 ± 0,04 a	4,52 ± 0,10
Kwasowość miareczkowa / Titrable acidity [°SH]	1	32,87 ± 1,58 A	33,87 ± 1,04 Ab	35,07 ± 0,56 a
	7	38,47 ± 0,73	40,60 ± 0,59 b	37,53 ± 1,08
	14	43,27 ± 0,43 A	42,80 ± 0,73 A	42,07 ± 0,80 a
Aldehyd octowy / Acetaldehyde [mg/dm ³]	1	8,82 ± 0,24 B	8,70 ± 0,34 C	8,98 ± 0,49 A
	7	8,40 ± 0,19 C	8,20 ± 0,41 D	8,45 ± 0,33 B
	14	3,50 ± 0,26 BC	4,75 ± 0,18 CD	3,80 ± 0,15 AB
Diacetyl / Diacetyl [mg/dm ³]	1	0,61 ± 0,01 DE	0,55 ± 0,02 EF	0,53 ± 0,01 CD
	7	0,33 ± 0,03 Da	0,27 ± 0,03 E	0,21 ± 0,01 C
	14	0,19 ± 0,02 Ea	0,18 ± 0,01 F	0,17 ± 0,003 D
Wolne kwasy tłuszczowe / Free fatty acids [μEq/cm ³]	1	7,50 ± 0,62 F	8,25 ± 0,46 G	9,31 ± 0,42 E
	7	9,38 ± 0,14 b	10,82 ± 0,34 H	11,88 ± 0,46 F
	14	16,79 ± 1,16 Fb	19,36 ± 0,74 GH	19,69 ± 0,62 EF
Ocena sensoryczna / Sensory evaluation [score]	1	4,93 ± 0,04 GH	4,73 ± 0,10 IJ	4,53 ± 0,14 Gb
	7	4,17 ± 0,05 GI	3,93 ± 0,02 IK	3,60 ± 0,12 bc
	14	3,23 ± 0,04 HI	3,13 ± 0,07 JK	2,93 ± 0,02 Gc

* x – średnia, s – błąd standardowy

* x – average, s – standard error

A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K – stwierdzona statystycznie, wysokoistotna różnica między średnimi oznaczonymi tymi samymi literami w kolumnach ($p \leq 0,01$)

A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K – statistically highly significant difference between the averages with the same letters in columns ($p \leq 0,01$)

a, b, c – stwierdzona statystycznie, istotna różnica między średnimi oznaczonymi tymi samymi literami w kolumnach ($p \leq 0,05$)

a, b, c – statistically significant difference between the averages with the same letters in columns ($p \leq 0,05$)

Aromat jogurtu tworzy wiele związków. Imhof i wsp. cytowani przez Beshkovą i wsp. [2] zidentyfikowali 33 substancje produkowane przez bakterie termofilne, wpływające na aromat jogurtów. Różni autorzy wymieniają jako podstawowe: aldehyd octowy, diacetyl, etanol, aceton [2, 6, 8, 16]. Specyficzną rolę w kształtowaniu aromatu odgrywają również kwas mlekowy oraz wolne kwasy tłuszczowe [2]. Zawartość związków aromatotwórczych zależy od rodzaju i kombinacji ilościowych stosowanych szczepionek w zakwasach. Zdaniem Georgala i wsp. [6] oraz Beshkovej i wsp. [2] pojedyncze szczepy produkują zwykle mniej związków aromatotwórczych, niż w kombinacjach dwuszczepowych.

Z wielu badań wynika, że spośród składników aromatu jogurtu najwięcej jest aldehydu octowego [2, 6, 16]. Jego zawartość, zdaniem Beshkovej i wsp. [2], jest zależna od rodzaju zakwasu i czasu przechowywania jogurtu. Pojedyncze szczepy *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* wytwarzają więcej aldehydu octowego niż *Str. thermophilus*, a oba szczepy łącznie produkują tego związku więcej niż każdy oddzielnie. Średnie wyniki przedstawione w tab. 2. wskazują, że zawartość aldehydu octowego w świeżych jogurtach beztłuszczowych była niższa niż w jogurtach zawierających 4,5% i 6%. W czasie przechowywania stwierdzono spadek zawartości tego składnika, istotny statystycznie w 14. dniu.

Zdaniem Beshkovej i wsp. [2], większe zdolności produkcji diacetylu wykazują *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* niż *Str. thermophilus*, natomiast według Georgala i wsp. [6], pojedyncze szczepy *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* w ogóle nie produkują diacetylu. W niniejszej pracy do produkcji jogurtów użyto szczepionki termofilnej dwuszczepowej. Wyniki analizy statystycznej wykazały, że na zawartość diacetylu w badanych jogurtach istotnie wpłynął czas przechowywania. We wszystkich jogurtach poziom diacetylu znacznie się obniżył, po 7 dniach do połowy pierwotnej wartości, po 14 dniach do około 1/3. Uzyskane wyniki są potwierdzeniem wyników badań innych autorów [2, 6, 13], którzy również stwierdzili, że zawartość diacetylu obniża się w czasie przechowywania jogurtu, co jest związane z wyczerpywaniem się cytrynianów, czyli substratu do produkcji tego związku oraz jego rozkładem przez reduktazę diacetylu.

Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych świadczy, zdaniem wielu autorów, o przebiegu procesu lipolizy [5, 15]. W niektórych badaniach wykazano, że zdolności lipolityczne posiadają tylko niektóre szczepy bakterii fermentacji mlekowej, spośród termofilnych jedynie *Str. thermophilus*, a poziom wolnych kwasów tłuszczowych zależy od kombinacji szczepów wchodzących w skład zakwasu [15, 17]. Beshkova i wsp. [2] uważają, że część lotnych kwasów tłuszczowych w jogurtach nie pochodzi z tłuszczu mlekowego, gdyż ich prekursorami mogą być również aminokwasy.

Na zawartość tych związków w badanych jogurtach istotnie statystycznie wpłynęła normalizacja zawartości tłuszczu oraz czas przechowywania. Jogurty 6%, zarówno świeże jak i po 14 dniach przechowywania, charakteryzowały się najwyższą zawar-

tością wolnych kwasów tłuszczowych. Im mniej tłuszczu zawierał jogurt tym niższy był poziom tych związków, co potwierdzają dane zawarte w literaturze, że głównym źródłem wolnych kwasów tłuszczowych w jogurtach jest tłuszcz mlekowy hydrolizowany lipolitycznie przez enzymy drobnoustrojów [2, 3, 7]. Stosunkowo wysoka zawartość wolnych kwasów tłuszczowych w jogurtach beztłuszczowych może świadczyć, że powstają one nie tylko z tłuszczu [2]. Wzrost zawartości wolnych kwasów tłuszczowych w czasie przechowywania jogurtów, związany z postępującą w czasie lipolizą, stwierdzany był również w innych badaniach [2, 3, 7].

Wynik oceny sensorycznej jogurtów był zależny od znormalizowanego poziomu tłuszczu oraz czasu przechowywania (tab. 2). Ulegał obniżaniu w czasie przechowywania, chociaż jeszcze 14 dniowe jogurty nadawały się do spożycia. Jogurty z mleka odtłuszczonego były najwyższej ocenione, natomiast jogurty o 6,0% zawartości tłuszczu uzyskały najniższą liczbę punktów w ocenie sensorycznej. Tłuszcz owczy zawierał substancje zapachowe, które prawdopodobnie obniżyły walory smakowe jogurtu (tłuszcz łatwo chłonie obce zapachy). Niekorzystny wpływ czasu przechowywania na wynik oceny sensorycznej jogurtów był stwierdzany w wielu badaniach [3, 7, 9].

Wnioski

1. Ze względu na wysoką zawartość suchej masy beztłuszczowej badane mleko owcze, przeznaczone do produkcji jogurtu, nie wymagało normalizacji tego składnika.
2. Wraz ze wzrostem poziomu tłuszczu w jogurtach stwierdzono wzrost zawartości wolnych kwasów tłuszczowych oraz obniżenie wyników oceny sensorycznej.
3. W czasie przechowywania jogurtów wzrastała kwasowość miareczkowa i zawartość wolnych kwasów tłuszczowych, a obniżała się zawartość diacetylu, aldehydu octowego oraz pH, a także pogarszała się jakość sensoryczna, przy czym jogurty 14 dniowe nadawały się jeszcze do spożycia.

LITERATURA

- [1] Alichanidis E., Polychroniadou A.: Special features of dairy products from ewe and goat milk from the physicochemical and organoleptic point of view. Proceedings of the IDF Greek National Committee of IDF CIRVAL Seminar held in Creta (Greece), 1995, 19-21 October, 21.
- [2] Beshkova D., Simova E., Frengova G., Simov Z.: Production of flavour compounds by yogurt starter cultures. *J. Microbiol. Biotechnol.*, **20**, 1988, 180.
- [3] Bonczar G., Wszolek M.: Jakość i trwałość kefiru i jogurtu produkowanego z owczego mleka. *Żywność. Technologia. Jakość*, **1** (10), 1997, 61.
- [4] Budślawski J.: Badanie mleka i jego przetworów. PWRiL, Warszawa 1973.
- [5] Deeth H.C., Fitz-Gerald C.H.: Lipolysis in dairy products. *Aust. J. Dairy Technol.*, **31**, 1976, 53.

- [6] Georgala AIK., Tsakalidou E., Kandarakis I., Kalantzopoulos G.: Flavour production in ewe's milk and ewe's milk yoghurt, by single strains and combinations of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, isolated from traditional Greek yoghurt. *Tech. Lait*, **75**, 1995, 271.
- [7] Kiszka J., Domagała J., Wszolek M., Kołczak T.: Yoghurts from sheep milk. *Acta Academiae Agriculturae et Technicae Olstenensis*, **25**, 1993, 75.
- [8] Kneifel W., Ulberth F., Erhard F., Jaros D.: Aroma profiles and sensory properties of yoghurt and yoghurt-related products. I. Screening of commercially available starter cultures. *Milchwissenschaft*, **47** (6), 1992, 362.
- [9] Kurmann J.A.: Yoghurt made from ewe's and goat's milk. *Bull. FIL/IDF*, **202**, 1986, 153.
- [10] Kurpisz W.: Ocena organoleptyczna produktów mleczarskich. ZWCRS, Warszawa 1984.
- [11] Less G.J., Jago G.R.: Methods for the estimation of acetaldehyde in cultured dairy products. *Aust. J. Dairy Technol.* **24**, 4, 1969, 181.
- [12] Libudzisz Z.: Technologiczna i ochronna rola szczepionek w przetwórstwie mleczarskim. *Przegl. Mlecz.*, **2**, 1990, 12.
- [13] Pien J.: Etude de beurre. *Tech. Lait*, **29**, 1974, 813.
- [14] PN-83/A-86061. Mleko i przetwory mleczarskie. Napoje fermentowane.
- [15] Staniewski B.: Lipoliza w mleku surowym. *Przegl. Mlecz.*, **3**, 1998, 75.
- [16] Ulberth F., Kneifel W.: Aroma profiles and sensory properties of yoghurt and yoghurt-related products. II. Classification of starter cultures by means of cluster analysis. *Milchwissenschaft* **47** (7), 1992, 432.
- [17] Ziajka S.: Mleczarstwo zagadnienia wybrane t. 2., Wydawnictwo ART w Olsztynie, 1997.

QUALITY CHARACTERISTICS OF YOGHURTS MADE OF EWE'S MILK WITH NORMALIZED FAT CONTENT

S u m m a r y

The ewe's milk with normalized fat content (0,0%, 4,5%, and 6,0%) was converted into yoghurts with yoghurt starters - *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*.

The selected quality parameters of the raw milk and yoghurts after 1, 7 and 14 days of storage at 4°C were evaluated. The analyses of yoghurts included the sensory evaluation and the determination of pH, titrable acidity as well as the content of diacetyl, acetaldehyde and free fatty acids.

The quality parameters of yoghurts differed according to the fat content and storage time. Non fat yoghurts obtained the best sensory evaluation. ❖