

MARIA BARANOWSKA

Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmiński-Mazurski, Olsztyn

# Właściwości fizykochemiczne kefiru i biokefiru

## Wstęp

Kefir jest mlecznym napojem fermentowanym znanym od wieków. Ojczyzną kefiru są góry Kaukazu, Tybet lub Mongolia. Na początku kefir produkowano z mleka owczego, później zaczęto wykorzystywać mleko bawole, wielbłądzie oraz kozie. W krajach europejskich rozpowszechniona jest produkcja kefiru z mleka krowiego [1].

Kefir produkowany jest z mleka przy udziale ziaren kefirowych lub szczepionek. Dzięki symbiotycznej działalności bakterii i drożdży obecnych w ziarnach i szczepionkach kefirowych prowadzona jest fermentacja mlekowa, alkoholowa, octowa i cytrynianowa. Wiele tworzących się w tych przemianach metabolitów wpływa na charakterystyczne cechy organoleptyczne i reologiczne kefiru. Dokonując wyboru produktu konsumenci poza walorami smakowo-zapachowymi, właściwościami leczniczymi oraz terapeutycznymi, zwracają także uwagę na takie cechy jak: struktura, konsystencja i tekstura [2].

Jakość kefiru w dużym stopniu zależy od jakości i składu chemicznego mleka oraz przebiegu i parametrów procesu technologicznego. Na wykształcenie w pełni charakterystycznych cech kefiru, istotny wpływ ma proces dojrzewania, prowadzony w temp. 12°C przez 12–14 godz. Parametry tego etapu umożliwiają powstawanie produktów wynikających z aktywności metabolicznej drożdży. Między innymi, następuje wysycenie skrzepu CO<sub>2</sub>, którego obecność w kefirze jest bardzo pożądana [3, 4].

Mimo, że kefir jest produktem bardzo popularnym jego właściwości nie zostały jeszcze dokładnie poznane. Dlatego celem pracy było określenie wpływu składu mleka i mikroflory, procesu dojrzewania oraz czasu przechowywania na zmiany właściwości fizykochemicznych kefiru.

## Organizacja doświadczenia i metodyka badań

W doświadczeniu produkowano kefir odtłuszczony (kefir O), kefir o 4% zawartości tłuszczu (kefir T), kefir o podwyższonym poziomie suchej masy do 14% (odtłuszczonym mlekiem w proszku) (kefir SM) oraz kefir o zmodyfikowanym składzie mikroflory przez dodatek *Bifidobacterium ssp.* (tzw. biokefir). Produkowano trzy rodzaje biokefiru. Biokefir 1 otrzymywano metodą zbiornikową i inkubację mleka zaszczipionego kulturą kefirową i kulturą bifidobakterii prowadzono oddzielnie. Po 14 godz. inkubacji ukwaszone partie mleka chłodzono i mieszano w stosunku 2.35:1. Biokefir 2 i 3 produkowano metodą termostatową. Produkując biokefir 2 do mleka przerobowego dodawano liofilizowaną szczepionkę kefirową oraz jednokrotnie pasażowany zakwas bifidobakterii. W produkcji biokefiru 3 do mleka przerobowego dodawano szczepionkę kefirową oraz mleko ze szczepionką bifidobakterii po 2 godzinnej inkubacji.

Proces produkcji wszystkich wyrobów obejmował dojrzewanie prowadzone po ukwaszeniu mleka do pH 4,6, w temp. 12°C przez 12–14 godz.

Gotowe wyroby doświadczalne przechowywano w temp. 5±1°C. W próbkach świeżych (po 24 godz.) i przechowywanych przez 7, 14, 21 i 28 dni oceniano kwasowość czynną, poziom synerazy, ziarnistość i barwę. Ponadto we wszystkich wyrobach kefiru, podczas inkubacji i dojrzewania, co 2–4 godz., badano kwasowość czynną.

Poziom synerazy badanych wyrobów oceniano jako procentowy udział serwatki wydzielonej z 50 cm<sup>3</sup> próbki podczas wiorowania z prędkością 483 g przez 20 min.

Ziarnistość wyrobów, wyrażoną jako liczbę cząstek >1mm, zliczano na podstawie zdjęć 1 g próbki wymieszanej z 10 ml wody, którą umieszczano na płytce *Petrie*go o średnicy 90 mm [5].

Barwę wyrobów doświadczalnych określano na podstawie współczynników barwy (*L*, *a*\*, *b*\*, *C*, *H*), które mierzono używając kolorymetru odbiciowego MINOLTA CM 3500-d.

## Omówienie wyników

Podczas inkubacji próbek mleka kefirowego stwierdzono zmiany kwasowości mleka, które niezależnie od rodzaju wyrobu, można podzielić na trzy fazy. W pierwszym etapie, który trwał 6–7 godz., przyrosty kwasowości były niewielkie i wynosił 0,44–0,48 jednostki pH. W drugiej fazie ukwaszania nastąpił wyraźny wzrost kwasowości i powstanie skrzepu. Czas trwania tego etapu zależał od składu mleka i wynosił 5–6 godz., a kwasowość obniżyła się o 1,20–1,27 jednostki pH. Trzeci okres ukwaszania charakteryzował się niewielkimi zmianami kwasowości kefiru. Po 14–16 godz. inkubacji kwasowość wyrobów wynosiła pH 4,62–4,64 (Tabl. 1). Podczas następnego etapu produkcji, jakim było dojrzewanie, kwasowość czynna wszystkich wyrobów kefiru obniżyła się od 0,13 do 0,21 jednostki pH. Po zakończeniu produkcji wyroby kefiru charakteryzowały się zblizowaną kwasowością na poziomie pH 4,40–4,43 (Tabl. 1). Największe tempo ukwaszania stwierdzono między 7 a 14 godz. inkubacji kefiru O i T oraz 6 a 12 godz. w próbkach o 14% zawartości sm.

Największy wzrost kwasowości podczas przechowywania stwierdzono w kefirze T (o 0,12) i biokefirze 2 (o 0,16), przy czym kwasowość ostatnich próbek była najniższa spośród wyrobów biokefiru. Kwasowość pozostałych wyrobów była stabilna. Brak wyraźnych zmian w kwasowości chłodniczo przechowywanego kefiru *Irigoyen* i wsp., [1], tłumaczą obecnością drożdży. Bakterie kwasu mlekowego w obecności drożdży rozmnażają się i wytwarzają kwas mlekowy wolniej niż w czystej kulturze.

Oceniając synerazę skrzepu wyrobów kefiru stwierdzono, że zjawisko to z najmniejszą intensywnością zachodziło w wyrobach wzbogaconych proszkiem mlecznym. Również obecność tłuszczu w kefirze ograniczała wydzielanie serwatki,

Tablica 1

Zmiany kwasowości czynnej mleka kefirowego w czasie inkubacji i dojrzewania

Produkt	Kwasowość czynna [pH]												
	Mleko	Inkubacja [godz.]						Dojrzewanie [godz.]					
		4	7	10	12	14	16	16	18	21	24	27	
kefir O	6,62	6,54	6,14	5,39	4,87	4,64		4,56	4,47	4,44	4,42	4,40	
SD	0,00	0,00	0,15	0,37	0,37	0,25		0,00	0,05	0,05	0,04	0,06	
kefir T	6,60	6,53	6,16	5,45	4,90	4,62		4,54	4,49	4,43	4,40	4,41	
SD	0,02	0,06	0,03	0,21	0,14	0,12		0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	
kefir SM	6,61	6,48	6,13	5,64	5,13	4,93	4,64		4,52	4,47	4,46	4,43	
SD	0,05	0,05	0,24	0,42	0,40	0,01	0,00		0,01	0,02	0,04	0,02	

SD – odchylenie standardowe

Tablica 2

Zmiany kwasowości czynnej  
wyrobów kefiru i biokefiru w czasie przechowywania

Produkt	Kwasowość czynna [pH] (SD)				
	24 godz.	7 dni	14 dni	21 dni	28 dni
kefir O	4,39 (0,02)	4,40 (0,01)	4,37 (0,01)	4,35 (0,03)	4,39 (0,04)
kefir T	4,40 (0,01)	4,35 (0,10)	4,32 (0,02)	4,30 (0,05)	4,28 (0,06)
kefir SM	4,43 (0,01)	4,40 (0,02)	4,41 (0,01)	4,41 (0,01)	4,40 (0,03)
biokefir 1	4,42 (0,01)	4,39 (0,04)	4,36 (0,01)	4,34 (0,01)	4,34 (0,00)
biokefir 2	4,52 (0,00)	4,40 (0,01)	4,38 (0,02)	4,36 (0,01)	4,36 (0,02)
biokefir 3	4,39 (0,01)	4,37 (0,01)	4,36 (0,02)	4,35 (0,02)	4,35 (0,01)

SD – odchylenie standardowe

Tablica 3

Zmiany podatności na synerезę  
kefiru i biokefiru w czasie przechowywania

Produkt	Ilość wydzielonej serwatki [%] (SD)				
	24 godz.	7 dni	14 dni	21 dni	28 dni
kefir O	31,87 (2,53)	33,92 (0,60)	33,39 (0,24)	40,00 (0,11)	39,80 (1,34)
kefir T	21,15 (2,43)	19,54 (1,67)	19,96 (2,45)	23,15 (0,85)	23,92 (0,94)
kefir SM	19,89 (1,47)	20,91 (1,08)	20,77 (2,11)	20,07 (1,69)	19,85 (1,73)
biokefir 1	25,49 (0,81)	24,39 (1,22)	25,59 (0,65)	25,52 (0,88)	27,10 (0,37)
biokefir 2	16,68 (0,90)	22,47 (1,37)	23,57 (3,96)	22,18 (1,48)	23,78 (1,47)
biokefir 3	17,93 (1,60)	23,04 (1,14)	22,04 (2,55)	21,16 (0,25)	21,09 (2,50)

SD – odchylenie standardowe

Tablica 4

Zmiany ziarnistości kefiru i biokefiru w czasie przechowywania

Produkt	Liczba ziaren powyżej 1 mm w 1g produktu (SD)				
	24 godz.	7 dni	14 dni	21 dni	28 dni
kefir O	95 (10,25)	59 (7,88)	59 (12,71)	75 (11,75)	65 (8,17)
kefir T	67 (11,15)	65 (9,87)	61 (14,43)	58 (5,34)	59 (6,97)
kefir SM	55 (11,13)	50 (5,16)	57 (6,18)	65 (7,14)	69 (7,23)
biokefir1	67 (10,71)	50 (7,34)	57 (7,50)	73 (11,59)	80 (10,58)
biokefir 2	62 (6,40)	53 (7,36)	77 (6,18)	70 (10,03)	74 (6,65)
biokefir 3	50 (7,87)	50 (5,71)	52 (3,75)	48 (8,01)	57 (5,99)

SD – odchylenie standardowe

Tablica 5

Zmiany barwy  
kefiru i biokefiru w czasie przechowywania

Współczynniki barwy	Czas przechowywania				
	24 godz.	7 dni	14dni	21 dni	28 dni
Kefir O					
<i>L</i>	92,56	92,14	91,60	92,44	91,92
<i>a*</i>	-2,07	-3,03	-3,11	-3,01	-2,99
<i>b*</i>	6,49	8,84	9,24	10,25	10,25
<i>C</i>	6,81	9,35	9,75	10,68	10,68
<i>H</i>	107,58	108,93	108,60	106,35	106,30
Kefir T					
<i>L</i>	93,80	94,05	94,06	93,79	94,20
<i>a*</i>	-0,99	-1,34	-1,18	-1,30	-1,32
<i>b*</i>	10,12	10,71	10,48	11,69	11,70
<i>C</i>	10,16	10,80	10,55	11,76	11,77
<i>H</i>	95,56	97,14	96,43	96,36	96,46
Kefir SM					
<i>L</i>	93,61	93,54	93,63	94,18	94,22
<i>a*</i>	-0,56	-0,65	-1,09	-1,00	-0,96
<i>b*</i>	9,46	9,48	11,51	11,53	11,52
<i>C</i>	9,46	9,49	11,56	11,57	11,56
<i>H</i>	93,40	93,92	95,42	94,97	94,78
Biokefir 1					
<i>L</i>	93,11	94,30	93,71	94,32	94,22
<i>a*</i>	-1,47	-1,55	-1,71	-1,58	-1,54
<i>b*</i>	12,54	12,32	12,71	12,71	12,73
<i>C</i>	12,62	12,41	12,82	12,81	12,82
<i>H</i>	96,70	97,19	97,65	97,09	96,90
Biokefir 2					
<i>L</i>	93,62	93,71	94,20	94,06	93,67
<i>a*</i>	-0,73	-1,40	-1,34	-1,17	-1,47
<i>b*</i>	12,99	12,08	11,04	11,94	12,70
<i>C</i>	13,01	12,16	11,13	11,99	12,78
<i>H</i>	93,23	96,62	96,91	95,61	96,59
Biokefir 3					
<i>L</i>	93,35	93,98	94,00	93,37	93,33
<i>a*</i>	-0,72	-0,41	-0,86	-0,89	-0,85
<i>b*</i>	9,63	9,26	11,04	11,27	11,30
<i>C</i>	9,66	9,27	11,08	11,30	11,33
<i>H</i>	94,27	92,56	94,47	94,54	94,32

a próbki te charakteryzowały się mniejszym wyciekaniem niż kefir odtłuszczony. W próbkach kefiru O stwierdzono, również największą liczbę ziaren powyżej 1 mm w 1 g produktu w porównaniu z pozostałymi badanymi wyrobami. Ponadto, kefir ten wyróżniał się nieco ciemniejszą barwą niż pozostałe wyroby doświadczalne o czym świadczą wartości współczynnika  $L$  (Tabl. 5), który określa jasność barwy produktu i przyjmuje wartości od 0 do 100 (wartość  $L = 0$  oznacza czerną a  $L = 100$  biel). Podobnie pozostałe wartości parametrów barwy  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C$  i  $H$  określone dla kefiru O, różnią się od wartości uzyskanych dla pozostałych wyrobów, co wskazuje, że zawartość tłuszczu i suchej masy miały wpływ na chromatyczność, intensywność i odcień barwy badanych próbek kefiru. Współczynnik barwy  $a^*$  określa chromatyczność w zakresie zielono-czerwonym i mieści się w zakresie od -80 do 100 (dodatnie wartości określają udział barwy czerwonej), a  $b^*$  w zakresie żółto-niebieskim ( $b^* = -70$  to niebieski a  $b^* = 70$  to żółty, dodatnie wartości określają udział barwy żółtej). Współrzędna  $C$  charakteryzuje intensywność barwy lub nasycenie, a  $H$  odcień barwy [6, 7]. Podczas przechowywania w najmniejszym stopniu zmieniała się barwa próbek biokefiru 1.

Oceniając podatność na synerezę biokefiru stwierdzono, że wyroby 2 i 3 produkowane metodą zbiornikową charakteryzowały się mniejszym wyciekaniem serwatki niż otrzymywany metodą zbiornikową biokefir 1 (Tabl. 2). Wszystkie wyroby

biokefiru zawierały 2% tłuszczu a stopień synerezy skrzepu tych próbek był zbliżony do próbek kefiru T.

Próbki biokefiru 3 charakteryzowały się ponadto najniższą i najbardziej stabilną w czasie ziarnistością. Liczba ziaren powyżej 1 mm/g wynosiła 48–57 (Tabl. 4). Ziarnistość próbek biokefiru 1 i 2 była zbliżona i podczas przechowywania zmieniała się bez określonej regularności, podobnie w kefirze O. Ziarnistość próbek kefiru T i SM była mniejsza niż kefiru O. W kefirze T liczba ziaren powyżej 1 mm/g systematycznie malała w miarę upływu czasu przechowywania z 67 do 58 (Tabl. 4).

#### LITERATURA

1. A. Irigoyen, I. Arana, M. Castiella, P. Torre, F.C. Ibañez: *Food Chem.* **90**, (2005).
2. D.M. Beshkova, E.D. Simova, G.I. Frengova, Z.I. Simov, Z.N. Spasov, Zh.P. Dimitrov: *Intern. Dairy J.* **13**, (2003).
3. Z.B. Güzel-Seydim, A.C. Seydim, A.K. Greene, A.B. Bodine: *J. Food Comp. Anal.* **13**, nr 1, (2000).
4. D.M. Beshkova, E.D. Simova, G.I. Frengova, Z.I. Simov, Z.N. Spasov: *Food Microbiol.* **19**, (2002).
5. F. Remeuf, S. Mahammed, I. Sodini, J.P. Tisser: *Intern. Dairy J.* **13**, nr 9, (2003).
6. G.R. Andrews: *J. Dairy Res.* **53**, (1986).
7. B.M. Kłossowska, M. Olkiewicz: *Żywność Nauka Jakość* **22**, nr 1, (2000).