

JACEK DOMAGAŁA, MONIKA WSZOŁEK

## WPLYW SPOSOBU ZAGĘSZCZANIA ORAZ RODZAJU SZCZEPIONKI NA TEKSTURĘ I PODATNOŚĆ NA SYNEREZĘ JOGURTU I BIOJOGURTÓW Z MLEKA KOZIEGO

### Streszczenie

Badano zmiany tekstury i podatność na synerezę jogurtu i biojogurtów produkowanych z mleka koziego niezagęszczonego, zagęszczonego techniką ultrafiltracji oraz z mleka zagęszczonego przez dodatek koziego mleka w proszku. Do produkcji jogurtu stosowano szczepionkę YC-180, a do produkcji biojogurtów szczepionki ABY-2 i ABT-1. Zagęszczanie mleka techniką ultrafiltracji, w porównaniu z zagęszczaniem poprzez dodatek mleka w proszku, pozwoliło uzyskać produkt o pożądanych cechach sensorycznych i dobrych parametrach tekstury, a zarazem mniejszej podatności na synerezę. Dodatek mleka koziego w proszku wpływał tylko nieznacznie na poprawę tekstury jogurtu i biojogurtów, powodując jednocześnie pogorszenie ich smaku i zapachu. Spośród badanych produktów najlepszymi cechami sensorycznymi oraz dobrą teksturą charakteryzował się jogurt z mleka zagęszczonego techniką ultrafiltracji uzyskany przy użyciu szczepionki YC-180.

**Słowa kluczowe:** jogurt i biojogurt z mleka koziego, rodzaj szczepionki, ultrafiltracja, tekstura, synerеза

### Wprowadzenie

Tekstura, obok smaku i zapachu, należy do najważniejszych wyróżników jakości mlecznych napojów fermentowanych, w tym także jogurtu [4, 12, 18, 23]. To właśnie wady tekstury jogurtu stanowią, obok wad smaku i zapachu, główną przyczynę mniejszej akceptacji konsumenckiej tej grupy produktów mleczarskich. Do najczęściej występujących wad tekstury należą: zbyt luźna konsystencja jogurtu produkowanego metodą termostatową oraz zbyt płynna konsystencja i mała lepkość jogurtu produkowanego metodą zbiornikową [1, 2, 13]. Jogurty z mleka koziego są szczególnie narażone na występowanie wad tekstury, ponieważ skrzep kwasowy z mleka koziego charakteryzuje się mniejszą zwięzłością i lepkością niż skrzep z mleka krowiego [20, 24]. Czynniki

kiem dodatkowym jest duża sezonowa zmienność składu mleka koziego, która sprzyja występowaniu wad tekstury szczególnie w środkowym okresie laktacji oraz utrudnia otrzymanie produktu o standardowych cechach jakościowych w ciągu całej laktacji [9]. Jedną z możliwości przeciwdziałania wystąpieniu tych wad w jogurcie jest wzbogacanie mleka przerobowego w składniki suchej masy. Można to robić przez odparowanie wody z mleka, dodatek mleka zagęszczonego, mleka w proszku albo innych produktów mleczarskich sproszkowanych, zagęszczanie mleka techniką ultrafiltracji lub odwróconej osmozy oraz przez dodatek stabilizatorów [22, 23]. Wybór sposobu wzbogacania mleka przeznaczonego na jogurt nie pozostaje bez wpływu na teksturę gotowego produktu i jego podatność na synerezę. Innym istotnym czynnikiem wpływającym na właściwości jakościowe mlecznych napojów fermentowanych jest odpowiedni dobór kultur startowych. Rodzaj szczepionki i jej skład mogą zmienić fizyczną charakterystykę gotowego produktu, wpływając na jego teksturę i wygląd. Niektóre bakterie mają zdolność produkowania zewnątrzkomórkowych polisacharydów, które mogą poprawiać stabilność fizyczną mlecznych napojów fermentowanych [6, 7, 10].

Celem niniejszej pracy było porównanie cech tekstury oraz podatności na synerezę jogurtu i biojogurtów z mleka koziego niezagęszczonego, zagęszczonego techniką ultrafiltracji oraz wzbogaconego przez dodatek koziego mleka w proszku.

### **Material i metody badań**

Material badawczy stanowiło mleko zbiorcze, pochodzące od 10 kóz rasy 'polska biała uszlachetniona' pobierane trzykrotnie w środkowym okresie laktacji (czerwiec - wrzesień). Do produkcji jogurtu przeznaczano mleko niezagęszczone, poddane 1,5-krotnemu (v/v) zagęszczeniu techniką ultrafiltracji oraz mleko z dodatkiem koziego mleka w proszku firmy Danmis (Polska). Mleko w proszku dodawano w takiej ilości, aby zawartość suchej masy w mleku przerobowym była zbliżona do zawartości suchej masy w mleku zagęszczonym techniką ultrafiltracji. Proces ultrafiltracji prowadzono w temp. 50 °C przy użyciu urządzenia CH2A z filtrem włókienkowym Hollow Fiber H1P30-20 o wielkości por 30·10<sup>3</sup> Da firmy Amicon (Szwajcaria). Mleko przeznaczone do produkcji jogurtu (niezagęszczone i zagęszczone) pasteryzowano w temp. 85 °C przez 15 min, schładzano i zaszczipiano trzema różnymi kulturami startowymi: jogurtową YC-180 oraz biojogurtowymi ABY-2 i ABT-1 firmy Chr. Hansen (Dania), w ilości 2 % zakwasu roboczego. Temp. zaszczipiania i inkubacji szczepionki YC-180 wynosiła 44 °C, a szczepionek ABY-2 i ABT-1 37 °C Inkubację prowadzono do uzyskania pH 4,8. Po uzyskaniu żądanego pH produkty schładzano do temp. 5 °C. W tej temperaturze produkty przetrzymywano do dnia następnego (około 14 h) i poddawano analizie. W mleku przeznaczonym na jogurt oznaczano zawartość: suchej masy, białka ogółem, azotowych związków niebiałkowych, tłuszczu, laktozy i związków mineral-

nych oraz gęstość, lepkość, kwasowość potencjalną i kwasowość czynną [3, 15]. Analiza jogurtu obejmowała:

- ocenę sensoryczną według skali 5-punktowej; ocenę prowadził odpowiednio przeszkolony zespół składający się z 5 osób, ocenie podlegały następujące wyróżniki jakości: smak, zapach, barwa, konsystencja i opływ serwatki (synereza);
- pomiar lepkości przy użyciu wiskozymetru rotacyjnego Rheotest 2 firmy VEB MLW Medingen (Niemcy) o kontrolowanej szybkości ścinania w układzie cylindrów współosiowych typu  $s/s_2$  i stosunku średnic cylindra wewnętrznego do zewnętrznego 0,94. Temp. pomiarów wynosiła 15 °C. Lepkość pozorną wyliczano przy szybkości ścinania  $9\text{ s}^{-1}$  (piąty punkt pomiarowy w zakresie Ia) na krzywej wznoszącej;
- analizę profilu tekstury – przy użyciu analizatora tekstury TA-XT2 firmy Stable Micro Systems (Wielka Brytania). Stosowano test penetrometryczny przy użyciu walca o średnicy 20 mm, szybkości penetracji 1 mm/s i głębokości penetracji 25 mm. Z każdej próbki otrzymywano wykresy analizy tekstury, które analizowano przy użyciu programu Texture Expert for Windows, v.1,05 firmy Stable Micro System, stosując algorytm Fracture TPA, pozwalający wyznaczyć twardość i adhezyjność skrzepu jogurtowego [16];
- oznaczenia synerezy metodą sączenia na siatce [11] oraz metodą wirówkową [14].

Doświadczenie przeprowadzono w trzech niezależnych powtórzeniach. Wyniki opracowano statystycznie. Przeprowadzono jedno- i dwuczynnikową analizę wariancji, a istotność różnic między średnimi oszacowano testem Duncana.

## Wyniki i dyskusja

Podstawowy skład chemiczny i właściwości fizykochemiczne mleka przeznaczonego do produkcji jogurtu i biojogurtów (niezagęszczonego i zagęszczonego) przedstawiono w tab. 1. Wzbogacanie mleka zarówno przy użyciu techniki ultrafiltracji, jak i przez dodatek koziego mleka w proszku istotnie zmieniało zawartość głównych składników oraz podstawowe parametry fizykochemiczne mleka wzbogaconego w porównaniu ze składem i właściwościami mleka niewzbogaconego. Zgodnie z założeniem doświadczenia nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy między wynikami zawartości suchej masy mleka zagęszczonego techniką ultrafiltracji i mleka z dodatkiem proszku mlecznego. Sposób wzbogacania mleka istotnie wpływał natomiast na zawartość białka, tłuszczu, laktozy, związków azotowych niebiałkowych, a także gęstość i lepkość mleka przerobowego. Zagęszczanie mleka techniką ultrafiltracji spowodowało zwiększenie zawartości suchej masy, białka, tłuszczu i związków mineralnych, a zmniejszenie zawartości laktozy i związków azotowych niebiałkowych. Wzrosła także gęstość, lepkość i kwasowość potencjalna uzyskanego koncentratu w porównaniu z wartością tych parametrów w mleku niezagęszczonym. Mleko z dodatkiem

kozyego mleka w proszku charakteryzowało się większą zawartością wszystkich głównych składników, większą gęstością, lepkością i kwasowością potencjalną w porównaniu z mlekiem bez dodatku mleka w proszku.

Tabela 1

Skład i właściwości fizykochemiczne mleka koziego przeznaczonego na jogurt i biojogurty (wartości średnie z 3 serii  $\pm$  błąd standardowy średniej).

Composition and physicochemical properties of goat's milk used for preparing yoghurt and bio-yoghurt (mean values from 3 series  $\pm$  standard error of the mean).

Składnik lub cecha Component or feature	N	UF	P
Sucha masa / Total solids [%]	12,07 <sup>AB</sup> $\pm$ 0,15	14,67 <sup>A</sup> $\pm$ 0,15	14,59 <sup>B</sup> $\pm$ 0,10
Białko ogółem / Total protein [%]	3,07 <sup>AB</sup> $\pm$ 0,09	4,48 <sup>AC</sup> $\pm$ 0,05	3,75 <sup>BC</sup> $\pm$ 0,07
N niebiałkowy / NPN [%]	0,44 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	0,38 <sup>aA</sup> $\pm$ 0,01	0,47 <sup>A</sup> $\pm$ 0,01
Tłuszcz / Fat [%]	3,63 <sup>AB</sup> $\pm$ 0,16	5,27 <sup>AC</sup> $\pm$ 0,15	4,26 <sup>BC</sup> $\pm$ 0,07
Laktoza / Lactose [%]	4,54 <sup>AB</sup> $\pm$ 0,06	4,07 <sup>AC</sup> $\pm$ 0,06	5,50 <sup>BC</sup> $\pm$ 0,14
Popiół / Ash [%]	0,74 <sup>AB</sup> $\pm$ 0,00	0,92 <sup>A</sup> $\pm$ 0,03	0,92 <sup>B</sup> $\pm$ 0,01
Gęstość / Density [g/cm <sup>3</sup> ]	1,0297 <sup>A</sup> $\pm$ 0,0006	1,0321 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0006	1,0353 <sup>Aa</sup> $\pm$ 0,0010
Lepkość / Viscosity [mPa·s]	1,99 <sup>AB</sup> $\pm$ 0,00	2,80 <sup>AC</sup> $\pm$ 0,08	2,23 <sup>BC</sup> $\pm$ 0,00
Kwasowość potencjalna / Acidity [°SH]	6,6 <sup>AB</sup> $\pm$ 0,01	7,7 <sup>A</sup> $\pm$ 0,01	8,1 <sup>B</sup> $\pm$ 0,01
pH / pH	6,51 $\pm$ 0,06	6,50 $\pm$ 0,07	6,35 $\pm$ 0,03

Objaśnienia: / Explanatory notes:

N - mleko niezagęszczone / non-concentrated milk; UF - mleko zagęszczone techniką ultrafiltracji / milk concentrated using ultrafiltration method; P - mleko z dodatkiem koziego mleka w proszku / milk with addition of goat's milk powder;

<sup>A-C</sup> - różnice statystycznie wysoko istotne ( $p \leq 0,01$ ) oznaczone takimi samymi literami w rzędach / statistically highly significant differences ( $p \leq 0,01$ ) denoted by the same letter in the rows;

<sup>a</sup> - różnice statystycznie istotne ( $p \leq 0,05$ ) oznaczone taką samą literą w rzędach / statistically significant differences ( $p \leq 0,05$ ) denoted by the same letter in the rows.

Podobne tendencje zmian zawartości składników mleka krowiego poddanego ultrafiltracji odnotowali Biliaderis i wsp. [5] oraz Domagała i Kupiec [8]. Niektórzy autorzy prowadząc ultrafiltrację mleka koziego lub krowiego [2, 4] stwierdzili jednak wzrost zawartości laktozy po ultrafiltracji, podczas gdy w niniejszych badaniach ilość laktozy w koncentratkach UF była mniejsza niż w mleku przed ultrafiltracją. Zmiany

zawartości wszystkich składników suchej masy oraz kwasowości mleka koziego wzbogaconego proszkiem mlecznym uzyskane w niniejszej pracy były podobne do tych, jakie wykazali Abrahamsen i Holmen [2].

Średnie wyniki oceny sensorycznej, parametrów tekstury oraz analizy synerezy produkowanego jogurtu i biojogurtów przedstawiono w tab. 2. W tab. 3. i 4 przedstawiono wyniki analizy wariancji dotyczącej wpływu sposobu wzbogacania i rodzaju stosowanej szczepionki na badane wyróżniki jakości jogurtu i biojogurtów. Stwierdzono statystycznie wysoko istotny wpływ sposobu zwiększenia zawartości suchej masy w mleku na lepkość pozorną, twardość, adhezyjność, siłę ekstruzji i synerezę jogurtu i biojogurtów oraz statystycznie istotny wpływ na wyniki oceny sensorycznej. Rodzaj zastosowanej szczepionki istotnie zmieniał wyniki oceny sensorycznej jogurtu i biojogurtów oraz ich lepkość pozorną, adhezyjność, siłę ekstruzji oraz synerezę oznaczaną metodą sączenia. Stwierdzono także istotne interakcje obu badanych czynników w odniesieniu do lepkości pozornej, adhezyjności i synerezy jogurtu i biojogurtów.

Najwyższą notę w ocenie sensorycznej uzyskał jogurt z mleka zagęszczonego techniką ultrafiltracji produkowany przy użyciu szczepionki YC-180. Jogurt ten charakteryzował się większą lepkością, twardością i adhezyjnością niż jogurty produkowane przy użyciu szczepionek biojogurtowych. Niższa ocena sensoryczna jogurtu i biojogurtów produkowanych z mleka wzbogaconego kozim mlekiem w proszku wynikała nie tylko z mniejszej lepkości i twardości, a większej synerezy tych produktów w porównaniu z produktami z mleka ultrafiltrowanego, ale także z pojawiających się wyraźnie wad smaku i zapachu, określanych jako zapach i posmak kozi. Najmniej punktów w ocenie sensorycznej uzyskały biojogurty produkowane przy użyciu szczepionki ABT-1 zarówno z mleka niezagęszczonego, jak i zagęszczonego obiema metodami. Jogurty te charakteryzowały się istotnie mniejszą lepkością niż jogurt produkowany przy użyciu szczepionki YC-180, jak i biojogurt produkowany przy użyciu szczepionki ABY-2. Z kolei adhezyjność i siła ekstruzji biojogurtu produkowanego przy użyciu szczepionki ABT-1 były generalnie większe od wartości tych parametrów biojogurtu produkowanego przy użyciu szczepionki ABY-2. Nie stwierdzono statystycznie istotnych zmian kwasowości i twardości skrzepu jogurtowego w zależności od rodzaju użytej szczepionki. Jogurt i biojogurty z mleka niezagęszczonego charakteryzowały się ogólnie większą podatnością na synerezę niż jogurt i biojogurty z mleka zagęszczonego obiema metodami, przy czym zagęszczanie mleka techniką ultrafiltracji w większym stopniu ograniczało synerezę niż wzbogacanie przez dodatek mleka koziego w proszku. Jedynie w przypadku synerezy oznaczanej metodą sączenia na siatce jogurt zarówno z mleka niezagęszczonego, jak i z mleka zagęszczonego charakteryzował się większą podatnością na synerezę niż biojogurty produkowane przy użyciu obu szczepionek.

Tabela 2  
Właściwości jakościowe jogurtu i biojogurtów z mleka koziego niezagęszczonego i zagęszczonego różnymi metodami (wartości średnie z 3 serii ± błąd standardowy średniej).

Quality properties of yoghurt and bio-yoghurts made of goat's milk that was non-concentrated and concentrated using various methods (mean values from 3 series ± standard error of the mean).

Cecha / Feature	N			UF			P		
	YC-180	ABY-2	ABT-1	YC-180	ABY-2	ABT-1	YC-180	ABY-2	ABT-1
Ocena sensoryczna [pkt] Sensory evaluation [scores]	4,69 ± 0,05	4,30 ± 0,18	3,84 ± 0,26	4,89 ± 0,01	4,75 ± 0,05	4,25 ± 0,22	4,37 ± 0,07	4,37 ± 0,18	4,09 ± 0,20
pH / pH	4,23 ± 0,16	4,19 ± 0,13	4,21 ± 0,44	4,35 ± 0,10	4,30 ± 0,08	4,60 ± 0,12	4,15 ± 0,11	3,96 ± 0,09	4,30 ± 0,10
Lepkość pozorna Apparent viscosity [mPa·s]	2,73 ± 0,34	2,16 ± 0,11	1,02 ± 0,20	7,62 ± 0,88	4,26 ± 0,88	2,27 ± 0,41	4,43 ± 0,52	2,96 ± 0,60	1,48 ± 0,41
Twardość Hardness [G]	18,22 ± 0,76	15,86 ± 0,66	15,20 ± 0,67	33,93 ± 6,12	25,39 ± 4,98	21,91 ± 4,02	20,54 ± 0,81	20,60 ± 1,86	17,12 ± 1,63
Adhezyjność Adhesiveness [[G·s]]	21,34 ± 1,17	13,80 ± 3,26	16,81 ± 1,22	59,26 ± 2,27	33,35 ± 1,79	49,32 ± 3,03	29,43 ± 1,88	25,13 ± 6,85	21,28 ± 4,14
Siła ekstruzji Extrusion force [G]	121,90 ± 15,20	57,81 ± 6,56	71,96 ± 6,13	255,86 ± 42,03	166,93 ± 8,82	171,96 ± 35,50	167,09 ± 21,00	65,87 ± 5,96	129,12 ± 9,28
Syneresa I* Syneresis I [%]	33 ± 2	14 ± 1	15 ± 1	14 ± 3	10 ± 2	10 ± 1	34 ± 2	14 ± 3	22 ± 3
Syneresa II** Syneresis II [%]	53 ± 6	56 ± 1	55 ± 1	14 ± 3	25 ± 2	23 ± 1	29 ± 1	30 ± 1	33 ± 3

Objaśnienia: / Explanatory notes:

N - mleko niezagęszczone / non-concentrated milk; UF - mleko zagęszczone techniką ultrafiltracji / milk concentrated using ultrafiltration method;  
P - mleko z dodatkiem koziego mleka w proszku / milk with addition of goat's milk powder; \* - oznaczona metodą sączenia / determined using a drainage method; \*\* - oznaczona metodą wirówkową / determined using a centrifugal method.

Tabela 3

Wartości średnich kwadratów odchylen z analizy wariancji dotyczącej wpływu sposobu zagęszczania mleka i rodzaju szczepionki na teksturę jogurtu z mleka koziego  
 Values of mean squares of deviations from the variance analysis concerning the effects of concentration method and starter culture type on the texture of goat's milk yoghurt

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Ocena sensoryczna Sensory evaluation	pH	Lepkość pozorna Apparent viscosity	Twardość Hardness	Adhezyjność Adhesiveness	Siła ekstruzji Extrusion force	Synereza I <sup>1)</sup> Syneresis I	Synereza II <sup>2)</sup> Syneresis II
Sposób zagęszczania (1) Method of concentration	2	0,376*	0,188	174466,8**	272,37**	2725,93**	30669,4**	357,33**	2786,81**
Rodzaj szczepionki (2) Type of starter culture	2	0,822**	0,107	250881,2**	85,69	595,60**	16829,1**	511,44**	68,48
Interakcja (1) x (2) Interaction	4	0,070	0,027	28117,7*	23,96	234,31**	953,0	79,44**	25,43
Błąd Error	18	0,776	0,099	9033,7	28,88	32,89	1326,4	14,59	20,41

<sup>1)</sup>- oznaczona metodą sączenia / determined using a drainage method; <sup>2)</sup>- oznaczona metodą wirowkową / determined using a centrifugal method;

\*\* - statystycznie wysoko istotny ( $p \leq 0,01$ ) wpływ badanego czynnika / statistically highly significant effect ( $p \leq 0,01$ ) of the factor studied;

\* - statystycznie istotny wpływ ( $p \leq 0,05$ ) badanego czynnika / statistically significant effect ( $p \leq 0,05$ ) of the factor studied.

Tabela 4

Wartości średnie najmniejszych kwadratów dotyczące wpływu sposobu zagęszczania mleka i rodzaju szczepionki na teksturę jogurtu z mleka koziego.

Mean values of the smallest squares referring to the effect of concentration method and starter culture type on the texture of goat's milk yoghurt.

Cecha Feature	Sposób zagęszczania Method of concentration			Rodzaj szczepionki Type of starter culture		
	N	UF	P	YC-180	ABY-2	ABT-1
Ocena sensoryczna Sensory evaluation [pkt] / [scores]	4,28 <sup>a</sup>	4,63 <sup>ab</sup>	4,28 <sup>b</sup>	4,65 <sup>A</sup>	4,47 <sup>B</sup>	4,06 <sup>AB</sup>
pH / pH	4,21	4,41	4,14	4,24	4,15	4,37
Lepkość pozorna Apparent viscosity [mPa·s]	197,09 <sup>Aa</sup>	471,91 <sup>AB</sup>	295,63 <sup>aB</sup>	492,75 <sup>AB</sup>	312,68 <sup>AC</sup>	159,19 <sup>BC</sup>
Twardość Hardness [G]	16,43 <sup>A</sup>	27,09 <sup>AB</sup>	19,42 <sup>B</sup>	24,23 <sup>a</sup>	20,62	18,09 <sup>a</sup>
Adhezyjność Adhesiveness [[G·s]]	17,32 <sup>AB</sup>	50,64 <sup>AC</sup>	25,28 <sup>BC</sup>	40,01 <sup>AB</sup>	24,09 <sup>A</sup>	29,14 <sup>B</sup>
Siła ekstruzji Extrusion force [G]	83,89 <sup>A,a</sup>	198,25 <sup>A,B</sup>	120,69 <sup>a,B</sup>	181,62 <sup>A,B</sup>	96,87 <sup>A</sup>	124,34 <sup>B</sup>
Synereza I* Syneresis I [%]	21 <sup>A</sup>	11 <sup>A,B</sup>	23 <sup>B</sup>	27 <sup>A,B</sup>	13 <sup>A</sup>	15 <sup>B</sup>
Synereza II** Syneresis II [%]	55 <sup>A,B</sup>	21 <sup>A,C</sup>	31 <sup>B,C</sup>	32 <sup>a,b</sup>	37 <sup>a</sup>	37 <sup>b</sup>

Objaśnienia: / Explanatory notes:

N - mleko niezagęszczone / non-concentrated milk; UF - mleko zagęszczone techniką ultrafiltracji / milk concentrated using ultrafiltration method; P - mleko z dodatkiem koziego mleka w proszku / milk with addition of goat's milk powder;

<sup>A-B</sup> - różnice statystycznie wysoko istotne ( $p \leq 0,01$ ) oznaczone takimi samymi literami w rzędach / statistically highly significant differences ( $p \leq 0,01$ ) denoted by the same letter in the rows;

<sup>a-b</sup> - różnice statystycznie istotne ( $p \leq 0,05$ ) oznaczone taką samą literą w rzędach / statistically significant differences ( $p \leq 0,05$ ) denoted by the same letter in the rows.



Pazakova i wsp. [13] porównali wyniki oceny sensorycznej jogurtów z niezagęszczonego mleka koziego, krowiego i owczego. Jogurty z mleka koziego otrzymały najmniejszą ilość punktów, przy czym konsystencja jogurtu w największym stopniu wpływała na obniżenie ogólnej oceny sensorycznej. Oceniane przez nich jogurty z mleka koziego charakteryzowały się zbyt luźną konsystencją i miały wyraźnie wyczuwalny kozi posmak. Według Tamime i wsp. [21, 22, 23] o właściwościach teksturalnych i strukturze skrzepu jogurtowego decyduje w głównej mierze zawartość suchej masy, a szczególnie białka. W niniejszych badaniach mleko zagęszczone techniką ultrafiltracji charakteryzowało się tylko o 0,08 % większą zawartością suchej masy w porównaniu z mlekiem z dodatkiem proszku mlecznego. Jednak zawartość w nich białka różniła się o 0,73 %. W porównaniu z zawartością białka w mleku niezagęszczonym, zawartość białka w mleku ultrafiltrowanym zwiększyła się o 1,41 %. Tłumaczyć to może stwierdzone różnice w parametrach tekstury produkowanych jogurtów.

Rohm i Kovac [17] badali wpływ różnych szczepionek jogurtowych i jednej biojogurtowej na lepkość i właściwości fizyczne jogurtu. Spośród przebadanych przez nich szczepionek 10 było tradycyjnie jogurtowych, a jedna zawierała w swym składzie obok *S. thermophilus* także *L. acidophilus* oraz *Bifidobacterium*. Jogurt produkowany przy użyciu tej zmodyfikowanej szczepionki charakteryzował się stosunkowo małą twardością skrzepu i dosyć dużą synerezą. Wyniki biojogurtu produkowanego przy użyciu szczepionki ABT-1, uzyskane w niniejszej pracy, zbliżone są do wyników tych autorów [17] w przypadku szczepionki zmodyfikowanej. Domagała [6], badając wpływ rodzaju szczepionki na teksturę jogurtów i biojogurtów z niezagęszczonego mleka koziego, stwierdził, że rodzaj szczepionki nie wpływał istotnie na zmiany jakości sensorycznej, lepkości pozornej i parametrów tekstury w obrębie samych jogurtów czy biojogurtów, ale istotne różnice wartości tych parametrów wystąpiły między jogurtami i biojogurtami. Podobny wpływ rodzaju szczepionki na właściwości reologiczne jogurtów i biojogurtów z niezagęszczonego mleka koziego stwierdzili wcześniej Domagała i Juszcak [7].

Znaczną poprawę właściwości teksturalnych oraz zmniejszenie podatności na synerezę jogurtu produkowanego z mleka zagęszczonego przez ultrafiltrację stwierdziło wielu autorów [1, 2, 4, 5, 8, 18, 19, 21]. Według Abrahamsena i Holmena [2] jogurty produkowane zarówno metodą termostatową, jak i zbiornikową z mleka koziego poddanego ultrafiltracji otrzymywały w ocenie sensorycznej więcej punktów za konsystencję niż jogurty produkowane z mleka zagęszczonego innymi metodami tj. przez odparowanie wody, dodatek mleka w proszku czy zagęszczanie techniką odwróconej osmozy. Jogurty z mleka krowiego poddanego ultrafiltracji produkowane przez tych samych autorów [1] charakteryzowały się największą twardością żelu i lepkością w porównaniu z jogurtami otrzymanymi z mleka wzbogaconego innymi metodami, a także z mleka niezagęszczonego. Biliaderis i wsp. [5], Becker i Puhan [4], a także

Savello i Dargan [18, 19] stwierdzili, że jogurty produkowane z mleka zagęszczonego techniką ultrafiltracji wykazywały większą twardość żelu i większą lepkość po wymieszaniu niż jogurty produkowane z mleka wzbogaconego mlekiem w proszku. Lankes i wsp. [12] zaobserwowali podobne zależności w odniesieniu do jogurtu z mleka ultrafiltrowanego, zagęszczanego na wyparce i wzbogaconego przez dodatek odtłuszczonego mleka w proszku do zawartości 16 % suchej masy. Obserwacje swoje potwierdzili oni zarówno testami penetrometrycznymi oraz pomiarami reologicznymi, także przy użyciu testów dynamicznych. Savello i Dargan [18, 19] podkreślili także, że zagęszczanie mleka przeznaczonego do produkcji jogurtu techniką ultrafiltracji znacznie zmniejsza podatność jogurtu na synerezę.

### Wnioski

1. Wzbogacanie mleka koziego, przeznaczonego do produkcji jogurtu, w składniki suchej masy oraz sposób jego przeprowadzenia istotnie zmienia skład i właściwości mleka oraz istotnie wpływa na teksturę i podatność na synerezę produktu gotowego.
2. Zagęszczanie mleka techniką ultrafiltracji pozwala uzyskać produkt o znacznie lepszych cechach sensorycznych, dobrych parametrach tekstury i mniejszej podatności na synerezę niż wzbogacanie przez dodatek mleka w proszku, który tylko nieznacznie poprawia właściwości teksturalne jogurtu i biojogurtów, niekorzystnie wpływając jednocześnie na ich smak i zapach.
3. Rodzaj stosowanej szczepionki istotnie wpływa na jakość produktów fermentowanych z mleka koziego. Jogurt uzyskany przy użyciu szczepionki YC-180 charakteryzował się bardziej pożądaną teksturą i ogólną jakością sensoryczną przy nieco większej podatności na synerezę niż biojogurty uzyskane przy użyciu szczepionek ABT-1 i ABY-2.

### Literatura

- [1] Abrahamsen R.K., Holmen T.B.: Yoghurt from hyperfiltrated, ultrafiltrated and evaporated milk and from milk with added milk powder. *Milchwiss.*, 1980, **35** (7), 399-402.
- [2] Abrahamsen R.K., Holmen T.B.: Goat's milk yoghurt made from non-homogenized and homogenized milks, concentrated by different methods. *J. Dairy Res.*, 1981, **48**, 457-463.
- [3] AOAC. Official methods of analysis – dairy products. Washington DC 1995.
- [4] Becker T., Puhon Z.: Effect of different processes to increase the milk solids non-fat content on the rheological properties of yoghurt. *Milchwiss.*, 1989, **44**, (10), 626-629.
- [5] Biliaderis C.G., Khan M.M., Blank G.: Rheological and sensory properties of yoghurt from skim milk and ultrafiltered retentates. *Int. Dairy J.*, 1992, **2**, 311-323.
- [6] Domagała J.: Texture of yoghurts and bio-yoghurts from goat's milk depending on starter culture type. *Milchwiss.*, 2005, **60**, (3), 289-292.
- [7] Domagała J., Juszcak L.: Flow behavior of goat's milk yoghurts and bio-yoghurts. *EJPAU. Food Sci. Technol.*, 2004, **7**, (2).

- [8] Domagała J., Kupiec B.E.: Changes in texture of yoghurt from ultrafiltrated goat's milk as influenced by different membrane types. *EJPAU. Food Sci. Technol.*, 2003, **6** (1).
- [9] Domagała J., Wszolek M.: Wpływ sezonowych zmian w składzie mleka koziego na teksturę jogurtu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **2** (23), 70-78.
- [10] Hassan A.N., Corredig M., Frank J.F.: Capsule formation by non-ropy starter cultures affects the viscoelastic properties of yoghurt during structure formation. *J. Dairy Sci.*, 2002, **85**, 716-720.
- [11] Kessler H.G.: The structure of fermented milk products as influenced by technology and consumption. W: *Texture of fermented milk products and dairy desserts. IDF Special Issue*, 1998, **9802**, 93-105.
- [12] Lankes H., Ozer H.B., Robinson R.K.: The effect of elevated milk solids and incubation temperature on the physical properties of natural yoghurt. *Milchwiss.*, 1998, **53** (9), 510-513.
- [13] Pazakova J., Burdova O., Turek P., Laciakova A.: Sensorial evaluation of yoghurt produced from cow, sheep's and goat's milk. *Czech J. Food Sci.*, 1999, **17**, 31-34.
- [14] Pluta A., Kazimierzak A., Wąsowska D.: Wpływ wybranych hydrokoloidów na jakość jogurtu. *Przem Spoż.*, 1999, **3**, 41-43.
- [15] PN-ISO 2446:2002. Mleko -- Oznaczanie zawartości tłuszczu (metoda rutynowa).
- [16] PN-ISO 11036:1999. Analiza sensoryczna. Metodologia. Profilowanie tekstury.
- [17] Rohm H., Kovac A.: Effects of starter cultures on linear viscoelastic and physical properties of yoghurt gels. *J. Texture Studies*, 1994, **25**, 311-325.
- [18] Savello P.A., Dargan R.A.: Improved yoghurt physical properties using ultrafiltration and very-high temperature heating. *Milchwiss.*, 1995, **50** (2), 86-90.
- [19] Savello P.A., Dargan R.A.: Reduced yoghurt syneresis using ultrafiltration and very-high temperature heating. *Milchwiss.*, 1997, **52** (10), 573-577.
- [20] Szczepanik A., Libudzisz Z.: Mleko kozie i jego właściwości. *Przegl. Mlecz.*, 2000, **5**, 136-139.
- [21] Tamime A.Y., Kalab. M., Davies G.: Microstructure of set-style yoghurt manufactured from cow's milk fortified by various methods. *Food Microstructure*, 1984, **3**, 83-92.
- [22] Tamime A.Y., Muir D.D.: Strategies for modifying the structure of fermented milks. In: *Texture of fermented milk products and dairy desserts. IDF Special Issue*, 1998, **9802**, 186-196.
- [23] Tamime A.Y., Robinson R.K.: *Yoghurt. Science and technology*. Woodhead Publishing, Cambridge, 1999.
- [24] Wszolek M.: Przydatność technologiczna mleka koziego. *Przegl. Mlecz.*, 1997, **1**, 12-14.

**EFFECT OF CONCENTRATION METHOD AND STARTER CULTURE TYPE ON THE  
TEXTURE AND SUSCEPTIBILITY TO SYNERESIS OF YOGHURT AND BIO-YOGHURTS  
MADE OF GOAT'S MILK**

S u m m a r y

There were investigated changes in texture and susceptibility to syneresis of yoghurt and bio-yoghurts made of goat's milk that was non-concentrated, ultrafiltrated, and concentrated using powdered milk. YC-180 starter culture was used to make yoghurt, and ABY-2 and ABT-1 starter cultures to make bio-yoghurts. When milk was concentrated using an ultrafiltration method, the final product received showed desirable sensory properties, good texture parameters, and a lower susceptibility to syneresis compared to the final product received using milk concentrated by the addition of powdered milk. The addition of powdered milk insignificantly improved the texture of yoghurt and bio-yoghurts, but, on the other hand, it caused the deterioration of their smell and taste. Among the products studied, the yoghurt of goat's milk concentrated by the ultrafiltration method and made using YC-180 starter culture had the best sensory properties and a good texture.

**Key words:** goat's milk yoghurt and bio-yoghurt, starter culture type, ultrafiltration, texture, syneresis ☒