

MAREK ALJEWICZ, GRAŻYNA CICHOSZ, MARIKA KOWALSKA

WPLYW PROBIOTYCZNYCH KULTUR *LACTOBACILLUS RHAMNOSUS* HOWARU I *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* HOWARU NA JAKOŚĆ SENSORYCZNĄ SERA EDAMSKIEGO

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu dodatku probiotycznych kultur *Lactobacillus rhamnosus* Howaru i *Lactobacillus acidophilus* Howaru na cechy sensoryczne sera edamskiego. Konsekwencją zastosowania w procesie technologicznym głęboko mrożonych koncentratów bakterii mlekowych był brak typowego orzechowego aromatu oraz oczkowania, zarówno w serach kontrolnych, jak i doświadczalnych. W serach doświadczalnych wyprodukowanych z udziałem *Lactobacillus acidophilus* Howaru stwierdzono bardziej miękką, plastyczną konsystencję (Me-5 po 4 i 6 tygodniach dojrzewania) w porównaniu z pozostałymi wyrobami (Me-6).

Z kolei sery wyprodukowane z dodatkiem kultury probiotycznej *Lactobacillus rhamnosus* Howaru charakteryzowały się znacznie intensywniejszym smakiem i zapachem, charakterystycznym dla serów długo dojrzewających (Me-4,5). Stwierdzono występowanie statystycznie istotnych różnic zapachu ($p < 0,05$) między serami kontrolnymi a serami z dodatkiem kultury *L. rhamnosus* Howaru.

Zastosowanie kultur probiotycznych w technologii sera edamskiego pozwala na wyprodukowanie serów o zmodyfikowanych cechach sensorycznych, m.in. typowych dla serów długo dojrzewających.

Słowa kluczowe: ser typu holenderskiego, jakość sensoryczna, *L. rhamnosus*, *L. acidophilus*

Wprowadzenie

Utrzymanie przez Polskę wysokiej pozycji w światowej produkcji sera w dużym stopniu zależy będzie od umiejętności szybkiego dostosowania się przedsiębiorców do uwarunkowań rynkowych oraz potrzeb konsumentów.

Szansą na zwiększenie produkcji serów dojrzewających jest wprowadzenie na rynek innowacyjnego produktu, który spełniałby kryterium wyrobu probiotycznego. Ze względu na skład chemiczny, przeżywalność kultur probiotycznych w serach dojrze-

wających w porównaniu z innymi, bardziej zakwaszonymi produktami mleczarskimi, jest większa – dodatkowo w znacznie dłuższym czasie [1, 20, 21]

Bardzo istotnym kryterium, oprócz wysokiej przeżywalności kultur probiotycznych, są również walory sensoryczne wyrobu. Warunkiem wprowadzenia nowego produktu na rynek jest bowiem wysoka i powtarzalna jakość sensoryczna, akceptowana przez potencjalnych konsumentów [11]. Jakość sensoryczna serów dojrzewających zależy od zakresu przemian biochemicznych zachodzących podczas wyrobu, a zwłaszcza w trakcie dojrzewania [2, 7]. Jednym z najważniejszych parametrów świadczących o prawidłowym przebiegu procesu technologicznego jest dynamika fermentacji mlekowej. Od kwasowości sera bezpośrednio po wyprodukowaniu zależy wzrost oraz aktywność mezofilnych paciorkowców fermentujących cytryniany. Powstający w wyniku fermentacji diacetyl zapewnia typowy dla serów holenderskich lekko orzechowy zapach, natomiast ditlenek węgla determinuje oczkowanie. Skutkiem przemian laktozy i cytrynianów, a w dalszych etapach dojrzewania również mleczanów, kwasów organicznych, w tym tłuszczowych oraz aminokwasów jest generowanie aromatu serów. Głównymi składnikami aromatu serów typu holenderskiego są związki mono- i dikarbonylowe oraz wolne kwasy tłuszczowe [14, 23]. Natomiast smak sera zależy od zakresu proteolizy, a także od zawartości tłuszczu. Zakres proteolizy (wzrost zawartości związków azotowych rozpuszczalnych) w największym stopniu zależy od aktywności enzymu koagulującego [10]. Z kolei głębokość proteolizy (wzrost zawartości aminokwasów i związków aminowych) determinowana jest aktywnością mikroflory obecnej w serze [14, 16, 22].

Mimo zachodzącej podczas dojrzewania autolizy komórek bakterii, kultury starterowe – ze względu na syntezę głównie enzymów wewnątrzkomórkowych (amino- oraz dipeptydaz, rzadziej karboksy- i tripeptydaz) – nie odgrywają większej roli w degradacji parakazeiny. Istotna natomiast jest tzw. mikroflora wtórna. O jej liczbie świadczy tempo tzw. fermentacji wtórnej – zmiany pH sera podczas dojrzewania [8]. Mikroflora wtórna to głównie pałeczki mlekowe, które (w odróżnieniu od kultur starterowych) wytwarzają endo- i egzopeptydazy zarówno wewnątrzkomórkowe, związane ze ścianą komórkową bakterii, jak też zewnątrzkomórkowe. Smak sera zależy od liczby oraz aktywności pałeczek *Lactobacillus*. Natomiast kultury starterowe wpływają na przemiany fizykochemiczne podczas enzymatycznej koagulacji mleka, obróbki skrzepu i gęstwy serowej, a także formowania, prasowania i solenia sera. Ich wpływ na jakość sensoryczną sera jest pośredni i polega na ograniczaniu wzrostu mikroflory wtórnej, a zwłaszcza technologicznie szkodliwej [4].

Jakość sensoryczna serów typu holenderskiego w większym stopniu uzależniona jest od liczby nie pochodzących z zakwasu pałeczek mlekowych (NSLAB) aniżeli od składu szczepowego oraz liczby kultur starterowych [6, 7, 8]. Dowiedziono również, że zastąpienie nie pochodzących z zakwasu bakterii mlekowych (NSLAB) kulturą pro-

biotyczną umożliwia produkcję serów tego samego typu o identycznym składzie chemicznym, jednak charakteryzujących się nieporównywalną jakością sensoryczną [5, 6, 12, 16].

Celem podjętych badań było określenie wpływu dodatku probiotycznych kultur *Lactobacillus rhamnosus* Howaru i *Lactobacillus acidophilus* Howaru na cechy sensoryczne sera edamskiego.

Material i metody badań

Sery typu holenderskiego (6 warów, każdy z 11 000 l mleka) wyprodukowano w warunkach przemysłowych. Do wyrobu sera zastosowano mleko klasy extra, termizowane, magazynowane w temp. 4 °C, poddane baktofugacji oraz pasteryzacji w 72,5 °C przez 15 s. Do mleka kotłowego zgodnie z obowiązującą instrukcją technologiczną dodawano: chlorek wapnia, farbę serowarską, saletrę oraz głęboko mrożone kultury serowarskie (Choozit classic 111) i podpuszczkę (Chymax firmy Ch. Hansen).

W wyrobach doświadczalnych, oprócz kultur starterowych, zastosowano probiotyczną kulturę DVS: *Lactobacillus rhamnosus* HOWARU® (2 wary) oraz *Lactobacillus acidophilus* HOWARU® (2 wary) firmy Danisco [4].

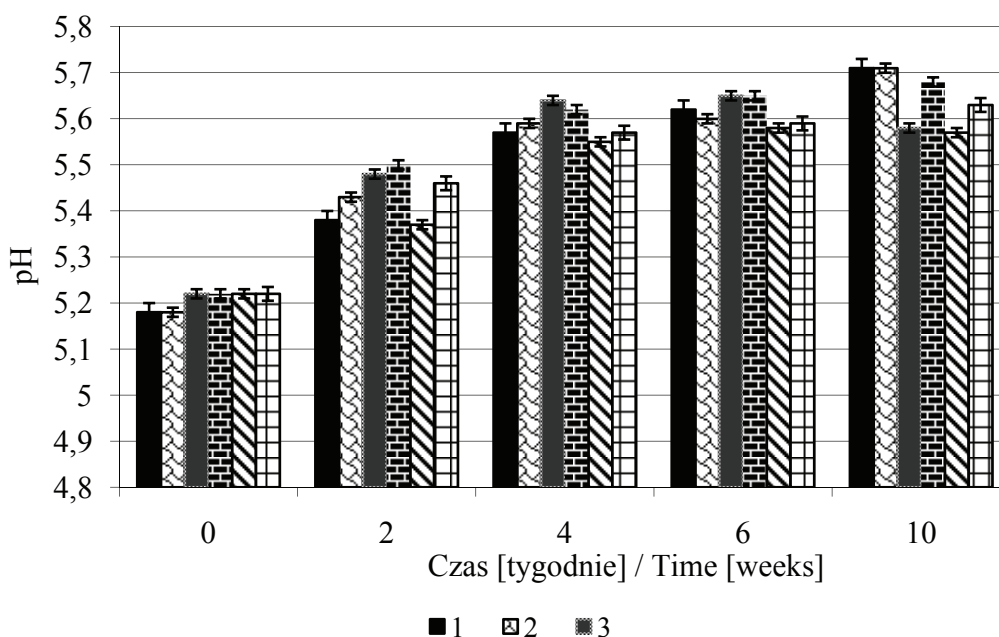
W serach po soleniu oznaczano skład chemiczny (zawartość wody, tłuszczu, soli). Poza tym, po 4, 6 i 10 tygodniach dojrzewania oznaczano: pH (pH-metr Elmetron CP-501) i jakość sensoryczną.

Ocenę sensoryczną serów przeprowadzano metodą stopniowania wg PN-ISO 6658 [19] i PN-ISO 4121 [18]. Metoda ta polega na klasyfikacji produktu na podstawie wybranych cech jakości. W ocenie uwzględniano następujące wyróżniki: barwa, oczkowanie, konsystencja, zapach i smak. Każdej cesze przyporządkowano współczynniki ważkości (barwa i oczkowanie – po 0,15, konsystencja – 0,20 oraz zapach i smak – po 0,25) i zdefiniowano wartości liczbowe stopni skali porządkowej. Do oceny sensorycznej zastosowano skalę sześciopunktową. Charakterystykę poszczególnych wyróżników jakości przygotowano z wykorzystaniem wymagań jakościowych dotyczących serów podpuszczkowych dojrzewających typu gouda określonych w normach PN-68/A-86230 [17] oraz IDF Standard 99C:1997. Ocenę sensoryczną prowadzono w siedmioosobowym zespole wybranych oceniających. Zadaniem zespołu była ocena wybranych wyróżników jakości badanego sera z wykorzystaniem 6-punktowej skali i zapis przyznanych not w karcie oceny. Ogólną ocenę sensoryczną badanej próbki obliczano z zestawienia zbiorczego karty do oceny metodą stopniowania.

W ocenie istotności różnic zastosowano test t-Studenta na poziomie istotności $\alpha < 0,05$. Różnice pomiędzy jakością sensoryczną serów kontrolnych i doświadczalnych (z dodatkiem kultur probiotycznych) oszacowano z zastosowaniem analizy wariancji ANOVA. Analizy statystyczne przeprowadzono z wykorzystaniem programu Statistica 9.0 (Statsoft Poland).

Wyniki i dyskusja

Bezpośrednio po soleniu kwasowość czynna serów kontrolnych była nieznacznie wyższa niż doświadczalnych. Poziom pH serów był jednak niższy niż 5,3 (rys. 1), co umożliwiło prowadzenie aktywnej fermentacji cytrynianów przez *Leuconostoc* sp. Wytwarzany wówczas diacetyl zapewnia typowy dla serów holenderskich, lekko orzechowy zapach, natomiast ditlenek węgla niezbędny jest do powstawania oczek.



Rys. 1. Zmiany pH po 0, 2, 4, 6 i 10 tygodniach dojrzewania. 1, 2 – ser kontrolny; 3, 4 – ser z dodatkiem kultury probiotycznej *Lactobacillus acidophilus* Howaru; 5, 6 – ser z dodatkiem kultury probiotycznej *Lactobacillus rhamnosus* Howaru.

Fig. 1 Changes in pH values after 0, 2, 4, 6, and 10 weeks of ripening. 1, 2 – control cheese; 3, 4 – cheese with probiotic culture *Lactobacillus acidophilus* Howaru added; 5, 6 – cheese with probiotic culture *Lactobacillus rhamnosus* Howaru added.

Zmiany kwasowości badanych serów podczas dojrzewania, świadczące o tzw. fermentacji wtórnej, były typowe dla serów holenderskich. Większe tempo fermentacji wtórnej, polegającej głównie na rozkładzie mleczanów, stwierdzono po 2 i 4 tygodniach dojrzewania. Po 6 tygodniach dojrzewania stwierdzono wzrost pH serów kontrolnych, a po 10 tygodniach pH serów kontrolnych (pH 5,7) było na poziomie porównywalnym z serami doświadczalnymi (pH 5,6) (rys. 1). Dynamika fermentacji wtórnej zależy od liczby mikroflory wtórnej, a także od jej dostępu do odpowiednich substratów.

tów [3, 16]. Z tego powodu, fermentacja wtórna bardziej intensywnie przebiega w początkowych etapach procesu dojrzewania sera [1].

W ocenie jakości sensorycznej sera uwzględniono najważniejsze wyróżniki, tj.: barwę, oczkowanie, konsystencję, zapach i smak. Wszystkie badane sery charakteryzowały się jasnokremową barwą, jednolitą w całej masie sera. W przypadku sera kontrolnego barwę oceniono najwyżej tylko po 6 tygodniach dojrzewania. Z kolei barwę sera z dodatkiem kultury *L. rhamnosus* Howaru najwyżej oceniono po 4 i 10 tygodniach (Me – 6,0) (tab. 1). Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic (przy poziomie istotności $p < 0,05$) między barwą serów doświadczalnych i serów kontrolnych (wyprodukowanych bez dodatku kultur probiotycznych).

Oczkowanie we wszystkich badanych serach było bardziej zróżnicowane niż barwa. Próbkę sera kontrolnego, jako jedyne, charakteryzowały się nielicznymi okrągłymi oczkami, występującymi pojedynczo (rys. 2 - 4). W przeciwieństwie do serów kontrolnych wyroby doświadczalne, w których zastosowano dodatek kultur probiotycznych, charakteryzowały się nielicznymi, drobnymi oczkami rozmieszczonymi nierównomiernie przy skórcie (rys. 2 - 4). Każdorazowo oczkowanie serów doświadczalnych ocenione zostało niżej (Me-4) niż kontrolnych (Me-4,5) (tab. 1). Stwierdzono występowanie statystycznie istotnych różnic ($p < 0,05$) pomiędzy oczkowaniem w serach kontrolnych oraz wyprodukowanych z dodatkiem *L. acidophilus* Howaru po 4 i 10 tygodniach dojrzewania.

Wszystkie sery charakteryzowały się elastyczną, sprężystą konsystencją. Nie stwierdzono zróżnicowania konsystencji serów kontrolnych i doświadczalnych, wyprodukowanych z *L. rhamnosus* Howaru (Me-6). W serach doświadczalnych wyprodukowanych z dodatkiem kultury *L. acidophilus* Howaru stwierdzono bardziej miękką konsystencją w porównaniu z pozostałymi (Me-5 po 4 i 6 oraz Me-5,5 po 10 tygodniach dojrzewania). Każdorazowo wyżej oceniono konsystencję serów po 6 niż po 4 tygodniach dojrzewania (rys. 2 - 4). Z kolei po 10 tygodniach dojrzewania konsystencję wszystkich serów oceniono niżej niż po 6 tygodniach. W przypadku wyrobów kontrolnych wpływ czasu dojrzewania na pogorszenie konsystencji był mniejszy niż w przypadku wyrobów doświadczalnych (tab. 1).

Zapach badanych serów zależał od dodatku kultur probiotycznych, a także czasu dojrzewania (tab. 1). Zapach serów kontrolnych oraz doświadczalnych wyprodukowanych z *L. acidophilus* Howaru nie ulegał zmianom podczas dojrzewania i każdorazowo został oceniony na 5 pkt. Stwierdzono występowanie statystycznie istotnych różnic zapachu ($p < 0,05$) serów kontrolnych oraz z dodatkiem kultury *L. rhamnosus* Howaru. Sery doświadczalne wyprodukowane z dodatkiem *L. rhamnosus* Howaru charakteryzowały się niezmiennym, ocenionym na 5 pkt zapachem po 4 i 6 tygodniach dojrzewania. Jednak uległ on wyraźnemu pogorszeniu po 10 tygodniach dojrzewania (Me-4).

Tabela 1

Wyniki oceny sensorycznej serów metodą stopniowania.

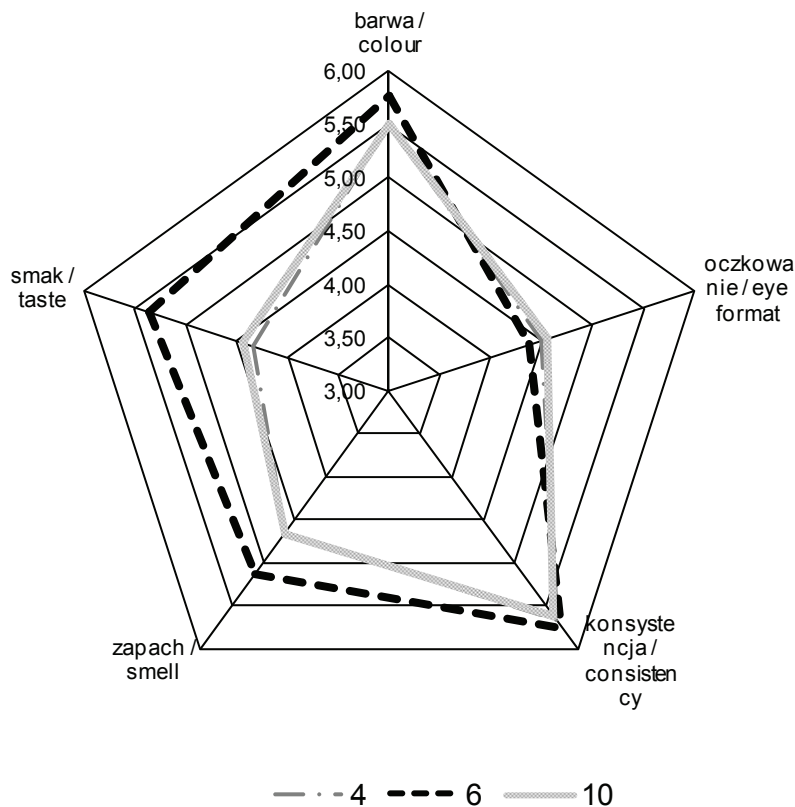
Results of sensory evaluation of cheese using a method of cheese grading.

Cecha Feature	4 tydzień / 4 th week			6 tydzień / 6 th week			10 tydzień / 10 th week		
	Me	ocena cząstkowa partial score	ocena ogólna total score	Me	ocena cząst- kowa partial score	ocena ogólna total score	Me	ocena cząst- kowa partial score	ocena ogólna total score
Ser kontrolny / Control cheese									
Barwa Colour	5,5	0,83	4,89	6,0	0,86	5,28	6,0	0,83	4,91
Oczkowanie Eye formation	4,5	0,68		4,0	0,66		4,0	0,68	
Konsystencja Consistency	6,0	1,13		6,0	1,14		6,0	1,12	
Zapach / Smell	5,0	1,17		5,0	1,29		5,0	1,17	
Smak / Taste	5,0	1,08		5,0	1,33		4,0	1,11	
Ser z dodatkiem <i>L. acidophilus</i> / Cheese with <i>L. acidophilus</i> added									
Barwa Colour	5,0	0,80	4,60	5,0	0,81	4,91	6,0	0,84	4,79
Oczkowanie Formation of eyes	4,0	0,50		4,0	0,62		4,0	0,58	
Konsystencja Consistency	5,0	1,00		5,0	1,09		5,5	1,07	
Zapach / Smell	5,0	1,17		5,0	1,21		5,0	1,17	
Smak / Taste	5,0	1,13		5,0	1,18		4,5	1,13	
Ser z dodatkiem <i>L. rhamnosus</i> / Cheese with <i>L. rhamnosus</i> added									
Barwa Colour	6,0	0,83	4,83	6,0	0,81	5,09	6,0	0,84	4,56
Oczkowanie Formation of eyes	4,0	0,65		4,0	0,60		4,0	0,67	
Konsystencja Consistency	6,0	1,10		6,0	1,14		6,0	1,08	
Zapach / Smell	5,0	1,17		5,0	1,29		4,0	1,03	
Smak/ Taste	4,5	1,08		5,0	1,25		4,0	0,94	

Me – mediana / median

Również w pozostałych serach po 10 tygodniach dojrzewania stwierdzono pogorszenie zapachu. Konsekwencją przedłużonego do 10 tygodni czasu dojrzewania był

bardzo intensywny zapach serów kojarzony z wyrobami przejrzalymi (długo dojrzewającymi), które nie przez wszystkich konsumentów są akceptowane.



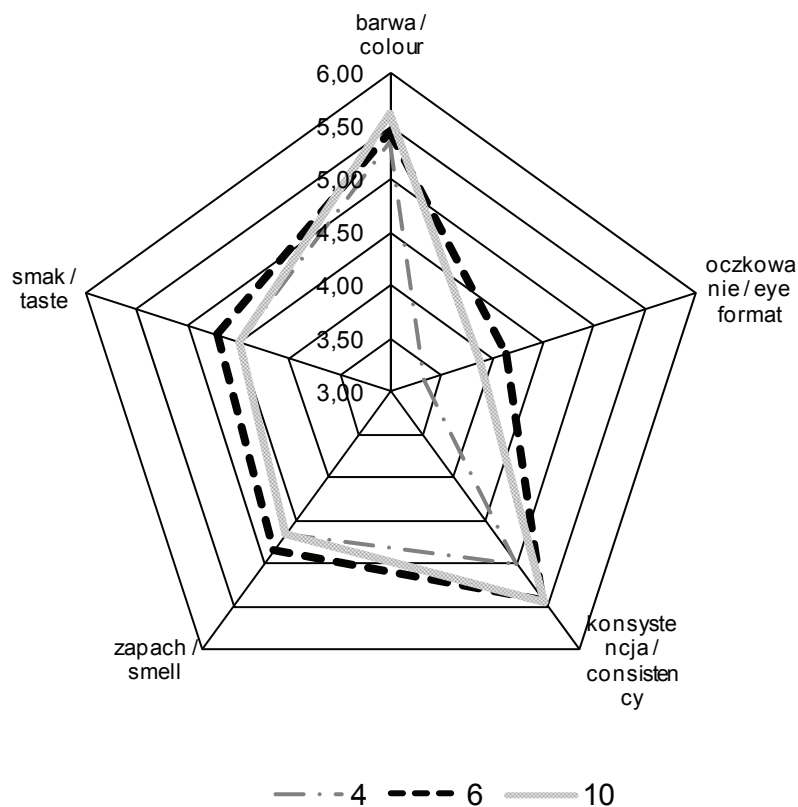
Rys. 2. Ocena intensywności wyróżników sensorycznych sera kontrolnego.

Fig. 2. Evaluation of sensory feature intensity of control cheese.

Podkreślić należy, że w żadnym z wyrobów doświadczalnych, niezależnie od czasu dojrzewania, nie stwierdzono zapachu orzechowego, typowego dla serów holenderskich. Natomiast ledwie wyczuwalny zapach orzechowy stwierdzono w serach kontrolnych (tab. 1).

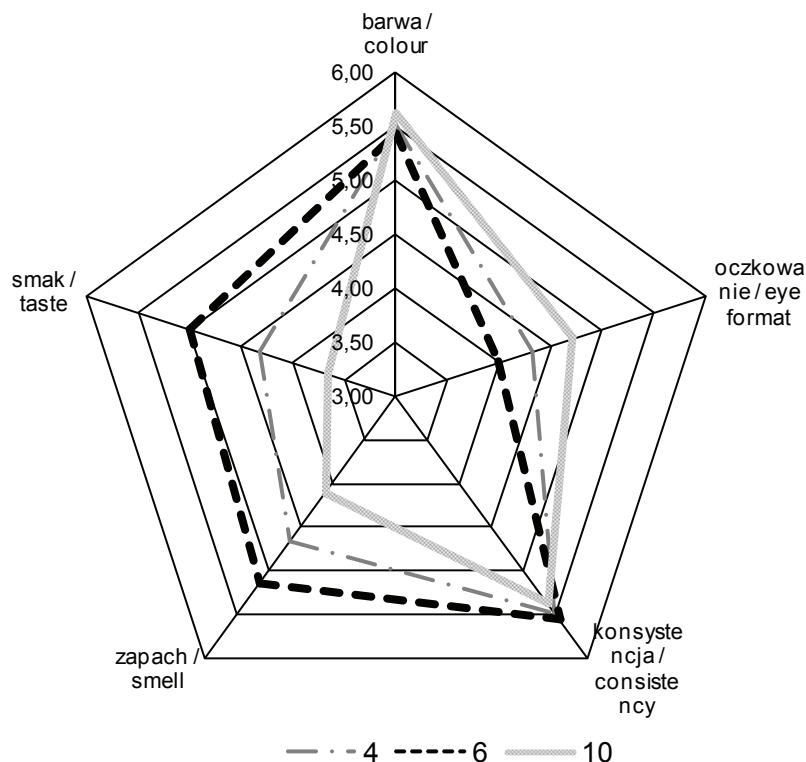
Poddane ocenie sery, zarówno kontrolne jak też doświadczalne, charakteryzowały się typowym, słodkim, delikatnym smakiem. Podczas dojrzewania stwierdzono niewielkie zmiany smaku wszystkich poddanych ocenie wyrobów. Smak serów kontrolnych oraz doświadczalnych wyprodukowanych z *L. acidophilus* Howaru był podobny zarówno po 4, jak i po 6 tygodniach dojrzewania (Me-5). W obu przypadkach po 10 tygodniach stwierdzono pogorszenie smaku do Me 4,0 – ser kontrolny oraz Me 4,5 – ser z *L. acidophilus* Howaru. W serach wyprodukowanych z *L. rhamnosus* Howaru po

6 tygodniach dojrzewania stwierdzono korzystniejszy smak (Me-5) niż po 4 (Me-4,5). Natomiast po 10 tygodniach dojrzewania smak serów doświadczalnych z *L. rhamnosus* Howaru uległ wyraźnemu pogorszeniu (Me-4). Smak serów doświadczalnych (z dodatkiem kultur probiotycznych) oraz kontrolnych różnił się w statystycznie istotnym stopniu (na poziomie istotności $p < 0,05$).



Rys. 3. Ocena intensywności wyróżników sensorycznych sera z dodatkiem *Lactobacillus acidophilus*.
 Fig. 3. Evaluation of sensory attribute intensity of cheese with *Lactobacillus acidophilus* added.

Konsekwencją dodatku probiotycznych pałeczek *Lactobacillus* była zróżnicowana jakość sensoryczna. Ocena ogólna wszystkich serów po 4 tygodniach dojrzewania była bardzo zbliżona (tab. 1). Każdorazowo najwyższą jakością sensoryczną charakteryzowały się sery kontrolne, niezależnie od czasu dojrzewania. Również każdorazowo sery zarówno kontrolne, jak i doświadczalne charakteryzowały się najlepszą jakością sensoryczną (wyższa ocena ogólna) po 6 tygodniach dojrzewania.



Rys. 4. Ocena intensywności wyróżników sensorycznych sera z dodatkiem *Lactobacillus rhamnosus*.
 Fig. 4. Evaluation of sensory feature intensity of cheese with *Lactobacillus rhamnosus* added.

Rezultaty oceny sensorycznej w zakresie smaku serów wyprodukowanych z różnymi szczepami probiotycznych bakterii mlekowych są zgodne z wynikami wcześniejszych badań [8]. Dzięki zastosowaniu techniki mikroekstrakcji do fazy stałej (SPME-GC) w ocenie profili sensorycznych serów wyprodukowanych z kulturą *L. acidophilus* i *L. rhamnosus* stwierdzono znaczne zróżnicowanie pomiędzy ilością wytwarzanych związków aromatotwórczych. W serach z dodatkiem kultur probiotycznej *L. rhamnosus* po 6 tygodniach dojrzewania znacznie wzrosło stężenie acetoiny oraz diacetylu z jednoczesnym zmniejszeniem stężenia acetonu, etanolu oraz kwasu kaprylowego w porównaniu z pozostałymi serami [5, 12]. Szczep *L. rhamnosus*, ze względu na zdolność redukcji octanów do diacetylu, stosowany jest w serowarstwie w celu zmniejszenia ryzyka rozwoju bakterii fermentacji masłowej [13].

Podczas dojrzewania serów wytwarzany jest m.in. kwas octowy, który stanowi produkt rozkładu cytrynianów, laktozy czy też wolnych aminokwasów [3, 12]. Szczepy *L. rhamnosus* w przeciwieństwie do *L. acidophilus* są zdolne do rozkładu cytrynianów obecnych w mleku, a efektem jest zwiększona ilość kwasu octowego i acetoiny.

Ong i Shash [16] stwierdzili występowanie statystycznej istotnej zależności ($p < 0,05$) pomiędzy ilością wytwarzanego kwasu octowego a liczbą kultur probiotycznych w serach typu cheddar.

Wydłużenie czasu dojrzewania do 10 tygodni miało na celu określenie stabilności przechowalniczej serów z dodatkiem probiotycznych szczepów *L. rhamnosus* Howaru i *L. acidophilus* Howaru. Sery kontrolne charakteryzowały się większą stabilnością przechowalniczą niż doświadczalne [4, 15]. W serach wyprodukowanych z *L. rhamnosus* Howaru stwierdzono nieznaczne pogorszenie zapachu, natomiast z *L. acidophilus* Howaru – konsystencji. Konsystencja (bardziej miękka, plastyczna) serów wyprodukowanych z *L. acidophilus* jest konsekwencją specyficzności substratowej oraz aktywności syntetyzowanych przez ten szczep proteinaz i peptydaz, co udowodniono we wcześniejszych badaniach [6, 8].

Ze wszystkich uwzględnionych w ocenie sensorycznej wyróżników najniżej oceniono oczkowanie. Przy kwasowości serów poniżej pH 5,3 możliwy był wzrost szczepów fermentujących cytryniany [9]. Brak typowego oczkowania świadczy o niskiej aktywności biochemicznej głęboko mrożonych koncentratów bakterii mlekowych *L. acidophilus* i *Leuconostoc*. Potwierdzeniem tego są wyniki wcześniejszych badań, w których sery doświadczalne wyprodukowano przy zastosowaniu zakwasów roboczych namnażanych w podłożach buforowych [7].

Wnioski

1. Zastosowanie w technologii serów dojrzewających typu holenderskiego pałeczek probiotycznych *Lactobacillus rhamnosus* Howaru i *Lactobacillus acidophilus* Howaru pozwala na produkcję serów o nieporównywalnej jakości sensorycznej.
2. Najwyższą jakością sensoryczną charakteryzowały się sery (zarówno kontrolne, jak i doświadczalne) po 6 tygodniach dojrzewania.
3. Stwierdzono wysoką stabilność przechowalniczą wszystkich serów; zmiany smaku i zapachu po 10 tygodniach dojrzewania były niewielkie.

Mgr inż. Marek Aljewicz otrzymał stypendium współfinansowane przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Literatura

- [1] Aljewicz M., Cichosz G., Łaniewska-Trokenheim Ł., Danowska-Oziewicz M., Łukaszuk-Kępka W.: Przeżywalność *Lactobacillus paracasei* LPC-37 w serach dojrzewających typu szwajcarskiego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, **6 (67)**, 7-15.
- [2] Bergamini C.V., Hynes E.R., Zalazar C.A.: Influence of probiotic bacteria on the proteolysis profile of a semi-hard cheese. Int. Dairy J., 2006, **16 (8)**, 856-866.

- [3] Califano A.N., Bevilacqua A.E.: Multivariate analysis of the organic acids content of Gouda type cheese during ripening. *J. Food Cons. Analysis* 2000, **13**, 949-960.
- [4] Cichosz G., Borawska, A.J., M. Cichosz, K. Poprawska.: Ser dojrzewający i sposób wytwarzania sera dojrzewającego. Patent RP nr P 358655 z dnia 10.02.2003 (przyznano 22.09.2008).
- [5] Cichosz G., Borejszo Z., Tomera K., Kornacki M.: Aroma compounds in Gouda cheese produced with addition of probiotic strains. *Pol. J. Natural Sci.* 2006, **21 (2)**, 987-997.
- [6] Cichosz G., Kłukowska L., Cichosz A.J., Kornacki M.: The effect of *Lactobacillus* addition on proteolysis in Gouda cheese during ripening. *Milchwiss.* 2006, **61 (1)**, 49-52.
- [7] Cichosz G., Tomera K., Kornacki M.: Wpływ kultur probiotycznych na jakość sensoryczną serów typu holenderskiego. *Przeł. Mlecz.*, 2004, **1**, 10-15.
- [8] Cichosz G., Zalecka A., Kornacki M.: Effect of paracasein degradation on sensory properties of Gouda cheese. *Nahrung. Food*, 2003, **47 (6)**, 383-387.
- [9] Fox P.F, Guinee T.P, Cogan T.M, McSweeney P.L.H.: *Microbiology of Cheese Ripening Fundamentals of Cheese Science*. Aspen Publication Maryland 2000, pp. 206-232.
- [10] Fox P.F., McSweeney P.L.H.: Proteolysis in cheese during ripening. *Food Rev. Inter.* 1996, **12**, 457-509.
- [11] Kołczak T., Kupiec B.E.: Analiza sensoryczna w opracowaniu nowych produktów spożywczych. *Przem. Spoż.* 2004, **1**, 32-24.
- [12] Leuven I.V. Caelenberg T.V., Dirinck P.: Aroma characterisation of Gouda-type cheeses *Int. Dairy J.* 2008, **18**, 790-800.
- [13] Mäyrä-Mäkinen A., Suomalainen T.: Inhibition of clostridia with lactic acid bacteria. *Bull. IDF* 1996, **317**, 62-63
- [14] McSweeney P.L.H.: Biochemistry of cheese ripening. Introduction and Overview. In: Fox, P.F. (Ed.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (2nd ed.). Chapman & Hall London, UK 2004, Vol. 1, pp. 353-366.
- [15] Ong L., Henriksson A., Shah N.P.: Development of probiotic Cheddar cheese containing *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei* and *Bifidobacterium* spp. and the influence of these bacteria on proteolytic patterns and production of organic acid. *Int. Dairy J.* 2006, **16**, 446-456.
- [16] Ong L., Shah N.P.: Probiotic Cheddar cheese: Influence of ripening temperatures on survival of probiotic microorganisms, cheese composition and organic acid profiles *LWT - Food Sci. Technol.*, 2009, **42 (7)**, 1260-1268.
- [17] PN-68/A-86230. Mleko i przetwory mleczarskie. Sery podpuszczkowe dojrzewające.
- [18] PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [19] PN-ISO 6658:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Wytyczne ogólne.
- [20] Ross R.P., Fitzgerald G., Collins K., Stanton C.: Cheese delivering biocultures- probiotic cheese. *Aust. J. Dairy Technol.*, 2002, **57**, 71-78.
- [21] Shah N.P.: Functional cultures and health benefits. *Int. Dairy J.*, 2007, **17 (11)**, 1262-1277.
- [22] Sorayya A., Lee B.H., Yaylayan V., Kilcawley K.N.: Proteolysis development in enzyme-modified Cheddar cheese using natural and recombinant enzymes of *Lactobacillus rhamnosus* S93, *Food Chem.* 2010, **20**, 174-178.
- [23] Urbach G.: Relations between cheese flavor and chemical composition *Int. Dairy J.* 1993, **3**, 389-422.

EFFECT OF *LACTOBACILLUS RHAMNOSUS* HOWARU AND *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* HOWARU PROBIOTIC CULTURES ON SENSORY QUALITY OF EDAM CHEESE

S u m m a r y

The objective of this study was to determine the effect of two probiotic cultures added, i.e. of *Lactobacillus rhamnosus* Howaru and *Lactobacillus acidophilus* Howaru, on the sensory features of Edam cheese. The effect of applying deep frozen concentrate cultures of lactic acid bacteria was the lack of typical nut flavour and cheese eyes, both in the control and the experimental cheese. It was found that the experimental cheese with *Lactobacillus acidophilus* Howaru added had a softer, flexible consistency (Me-5 after 4 and 6 weeks of ripening) compared with other cheese products (Me-6).

However, the cheese manufactured with *Lactobacillus rhamnosus* Howaru probiotic cultures added was characterized by a considerably more intensive taste and flavour that was typical of a long-ripening cheese (Me-4.5). It was found that between the control cheese and the cheese with *Lactobacillus rhamnosus* Howaru added, statistically significant flavour differences occurred ($p < 0.05$).

The application of probiotic cultures to the production technology of Edam cheese makes it possible to manufacture cheese with modified sensory features, appearing typical, among other things, of the long-ripening cheese.

Key words: Dutch type cheese, sensory quality, *L. rhamnosus*, *L. acidophilus* ☒