

Michał Benet*, Monika Grzeszuk*, Krzysztof Mlynek**

*Spółdzielnia Mleczarnia SPOMLEK w Radzynie Podlaskim,
**Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

PRÓBA ZWIĘKSZENIA EFEKTYWNOŚCI WYTWARZANIA SERA POPURZEC SELEKCJĄ MLEKA ZBIORCZEGO W ZALEŻNOŚCI OD ZAWARTOŚCI KAZEINY

*AN ATTEMPT AT INCREASING THE EFFICIENCY OF CHEESE PRODUCTION
BY SELECTING MILK POOLS ACCORDING TO THE CASEIN CONTENT*

Słowa kluczowe: krowy mleczne, kazeina, składniki chemiczne, wydajność sera

Key words: dairy cow, casein, chemical composition, cheese yield

Abstrakt. Celem pracy była próba określenia przydatności mleka zbiorczego klasyfikowanego na podstawie udziału kazeiny na przykładzie technologii produkcji wytwarzania sera typu Gouda. Wstępne wyniki wykonane na 45 partiach mleka (w lutym i maju 2014 roku) dotyczyły wyróżników decydujących o przydatności technologicznej mleka o różnej zawartości kazeiny. W klasyfikacji mleka przyjęto wartość progową 2,5%. Mleko o większym udziale kazeiny miało przeciętnie większy o 0,20% udział białka ($p \leq 0,014$) i o 0,08% k-kazeiny ($p \leq 0,047$). Wydzielone z niego serwatka i gęstwa serowa miały mniejszy w porównaniu do mleka z klasy o niższym udziale kazeiny o 0,09% udział białka ($p \leq 0,035$) i większą o 1,92% zawartości suchej masy beztłuszczowej ($p \leq 0,049$). Rezultatem selekcji był również większy o 0,4% uzysk sera ($p \leq 0,039$). Selekcja mleka zbiorczego na podstawie zawartej w nim kazeinie, może poprawić efektywność produkcji i wyznaczać nowe trendy w ocenie przydatności mleka przerobowego.

Wstęp

Zauważalny w ostatnich kilkunastu latach dynamizm rozwijającego się rynku rolno-spożywczego w dużym zakresie obejmuje produkcję mleka i branżę mleczarską, w tym serowarstwo. Ze względów ekonomicznych, aby mleko mogło być efektywnie przetworzone na wysokiej jakości sery długo dojrzewające musi mieć najwyższą jakość (PN-A-86002). Niestety, w zakresie tej produkcji często o jej efektywności decydują składniki mleka, na które do tej pory zwracano mniejszą uwagę. Można uznać, że strategicznym składnikiem mleka sygnowanego serowarstwu jest kazeina stanowiąca kompleks białek. Jedną z frakcji kazeiny (κ -CN) stanowi w największym stopniu o uzysku i jakości gęstwy serowej.

Obecne uwarunkowania rynkowe spowodowały, że oprócz podstawowych cech mleka istotne stało się również jego doskonalenie w zakresie zawartości i jakości kazeiny. Poprawę tych cech, choć w niewielkim stopniu, można uzyskać optymalizując oddziaływanie środowiska [Mackle i in. 1999, Havea i in. 2001] oraz poprawiające ogólny stan zdrowia i wymienia [Verdi i in. 1987, Larsen i in. 2004, 2006, Considine i in. 2002]. Niestety nie można tymi działaniami doskonaląc jakości kazeiny. Warunkowana jest ona bowiem genotypem, a jej jakość związana jest z występowaniem różnych wariantów polimorficznych [Ng-Kwai-Hang, Grosclaude 2003, Bobe i in. 1999, Tyrisevä i in. 2004].

Kolejnym ważnym aspektem związanym z doskonaleniem mleka w zakresie jakości kazeiny jest struktura genetyczna stad w Polsce oraz fakt długoletniego doskonalenia bydła w kierunku zwiększania wydajności. Większość hodowanej populacji to homozygoty z allelem A. Natomiast osobnikami, których mleko jest najbardziej pożądane w serowarstwie to homo- i heterozygoty z allelem B [Ikonen i in. 2004, Hallén i in. 2007], które stanowią niewielki odsetek. Zatem dużym wyzwaniem dla podmiotów związanych z produkcją mleka jest wypracowanie reguł, które

z jednej strony pozwolą doraźnie łagodzić oddziaływanie niekorzystnych czynników na jakość mleka, a z drugiej – wypracują i stworzą mechanizmy zachęcające producentów do doskonalenia krów w tym zakresie. Ze względu na czasochłonność i koszty zmian struktury stad, na chwilę obecną należy poszukiwać prostszych rozwiązań uzasadnionych ekonomicznie. Jednym z nich jest klasyfikacja mleka uwzględniająca zawartość kazeiny. W związku z tym, na przykładzie technologii produkcji wytwarzania sera typu Gouda podjęto wstępną próbę określenia przydatności mleka zbiorczego sklasyfikowanego na podstawie udziału kazeiny.

Materiał i metodyka badań

Materiał badawczy stanowiło mleko zbiorcze pozyskiwane w lutym i maju 2014 roku. Do badań kierowano wyłącznie mleko spełniające wymogi normy (PN-A-86002). Doświadczenie przeprowadzono w warunkach produkcyjnych wykorzystując serownie doświadczalną Spółdzielczą Mleczarni SPOMLEK. Na wstępie surowiec sklasyfikowano pod względem zawartości kazeiny na dwie klasy. Przyjęto wartość progową 2,5% ($K1 < 2,5\% \geq K2$). Wartość tę ustalono na podstawie własnych analiz obejmujących indywidualną ocenę mleka od krów objętych Programem Kazeinowym realizowanym od 2013 roku.

Mleko poddawano standardowej obróbce technologicznej. Próby do analiz pobierano z mleka świeżego, pasteryzowanego i szczepionego oraz z serwatki i świeżej gęstwy serowej.

W pozyskanych próbach mleka oznaczono zawartość kazeiny, a w mleku świeżym k-kazeiny. W serwatce i skrzepie określono udział białka ogólnego, tłuszczu, suchej masy i suchej masy beztłuszczowej. Do oznaczeń użyto ogólnie przyjęte metody: Kjeldahla (udział białka ogólnego i kazeiny), Soksleta (udział tłuszczu), suszarkowo-wagowa (sucha masa), HPLC (k-kazeina). Dane opracowano statystycznie wykonując jednoczynnikową analizę wariancji. Do porównania średnich użyto testu Tuckieja LSD.

Wyniki badań

Wyniki kształtowania się zawartości podstawowych składników w badanych klasach mleka na różnych etapach produkcji sera zestawiono w tabeli 1. W porównaniu do mleka z klasy K1 ($K1 < 2,5\%$) mleko z klasy K2 ($K2 \geq 2,5\%$) miało więcej o 0,29 p.p. kazeiny ($p \leq 0,009$), 0,20 p.p. białka ($p \leq 0,014$). W przypadku k-kazeiny (κ -CN) różnica wyniosła 0,08 p.p., jednak potwierdzono ją statystycznie ($p \leq 0,047$).

Istotnym wyróżnikiem gęstwy serowej są jej możliwości zatrzymywania składników zawartych w serwatce. W klasie K2 stwierdzono o 0,09 p.p. mniejszą zawartość białka w serwatce ($p \leq 0,035$). Jego udział w serwatce najsilniej związany był z proporcją kazeiny do białka (-0,607) i udziałem kazeiny w mleku surowym (-0,492).

Według St-Gelais i Hache [2005] oraz Wedholm [2008], wpływ stężenia κ -CN w stosunku do kazeiny ogólnej, jej frakcji oraz do całkowitego udziału białka znacząco wpływa na szybkość koagulacji, uzysk sera oraz ilość wilgoci zatrzymywanej w serze. Dotychczasowe badania dowodzą, że udział i przede wszystkim jakość κ -CN związane są z występowaniem wariantów genetycznych. Mleko od krów rasy Holstein z wariantu κ -CN BB zawiera średnio o 0,13% więcej białka niż mleko od krów AA [Ng-Kwai i in. 1984] oraz częściej ma większy udział κ -CN [van Berg i in. 1992, Bobe i in. 1999, St-Gelais i Hache 2005, St-Gelais i Hache 2005]. Niekorzystne właściwości krzepnięcia i jakości skrzepu związane są również z E-wariantem κ -CN [Hallén i in. 2007, Ikonen i in. 1996, Ikonen i in. 1997]. Wariant B κ -CN ma natomiast na te cechy bardzo pozytywny wpływ [Schaar 1984, Ikonen i in. 2004, Hallén i in. 2007].

Analiza udziału składników w gęstwie serowej (tab. 1) wykazała, że selekcja surowca wpływała jedynie na udział suchej masy beztłuszczowej (s.m.bt.). W gęstwie serowej wytworzonej z mleka klasy K2 stwierdzono większą o 1,92 p.p. wartość tej cechy. W przypadku udziału s.m.bt. stwierdzono relatywnie silne zależności z udziałem kazeiny i κ -CN (tab. 2). Wartości współczynnika korelacji wyniosły odpowiednio 0,450 i 0,492. Silniejszą natomiast zależność stwierdzono

pomiędzy s.m.bt. w gęstwie serowej a uzyskiem sera (0,541). Należy to tłumaczyć m.in. relatywnie dużą zmiennością suchej masy, kształtująca się od 3,85 do 4,92%.

Wedholm [2008] wykazała, że większy udział białka ogólnego sprzyja wydajności serowarskiej nawet o 2,40% w odniesieniu do świeżej masy i o 0,86% – do suchej masy. Stwierdziła również, że zwiększenie udziału białka ogólnego poprawia w serze zdolność utrzymywania wody własnej

Tabela 1. Kształtowanie się podstawowych składników w mleku, serwatce i gęstwie oraz uzysku sera w surowcu o różnej zawartości kazeiny

Table 1. Basic ingredients in milk, whey, curd cheese and cheese yield from raw milk with different casein contents

Składniki/Components	Klasa udziału kazeiny/Class of casein contents						p-value
	K1 < 2,5%			K2 ≥ 2,5%			
	\bar{x}	SD	n	\bar{x}	SD	n	
Mleko zbiorcze/Milk pools:							
– tłuszcz/fat	4,18	0,17	18	4,12	0,18	27	0,943
– białko/protein	3,26	0,06	18	3,46	0,11	27	0,014
– kazeina/casein	2,35	0,13	17	2,64	0,10	27	0,009
– k-kazeina/k-casein	0,25	0,02	6	0,28	0,04	9	0,047
– kazeina białka/casein protein	72,10	3,55	17	73,85	2,46	27	0,512
Serwatka/Whey [%]:							
– białko/protein	1,01	0,08	6	0,92	0,06	9	0,035
Gęstwa serowa/Curd cheese [%]:							
– tłuszcz/fat	14,13	1,14	6	12,97	1,83	9	0,195
– białko/protein	12,21	0,99	6	12,74	1,36	9	0,521
– s.m.bt./solids-not-fat *	13,65	1,78	6	15,57	1,72	9	0,049
– s.m./dry matter *	27,80	3,85	6	28,22	4,92	9	0,699
– uzysk sera/cheese yield	9,31	0,04	6	9,71	0,14	9	0,039

* s.m. – sucha masa/dry matter, s.m.bt. – sucha masa beztłuszczowa/solids-not-fat

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Tabela 2. Współczynniki korelacji prostej Pearsona pomiędzy wybranymi składnikami chemicznymi mleka zbiorczego, gęstwy serowej i uzyskiem sera

Table 2. Coefficients of Pearson's simple correlation between selected chemical ingredients of milk pools, curd cheese and cheese yield

Składniki/Components	Mleko zbiorcze/Milk pools [%]				
	białko/ protein	kazeina/ casein	k-kazeina/ k-casein	kazeina/białko/ casein/protein	uzysk sera/ cheese yield
Kazeina – mleko/Casein – milk	0,684*	-	0,239	0,145	0,367
Białko – serwatka/Protein – whey	0,040	-0,492*	-0,353	-0,607*	-0,244
Gęstwa serowa/ Curd cheese:					
– s.m.bt./solids-not-fat	0,269	0,450*	0,492*	0,385	0,541*
– s.m./dry matter	0,291	0,265	0,253	0,181	0,124
– białko/protein	0,107	0,201	0,146	0,124	0,340
– uzysk sera/cheese yield	0,277	0,367*	0,522*	0,287	-

* $p \leq 0,05$

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

(WHC) średnio o 1,49%. W jej badaniach, podobnie jak w badaniach autorów (tab. 2), jednak nie wykazano zależności pomiędzy ilością białka całkowitego w mleku a jego udziałem w gęstwie serowej. Odmienne wyniki uzyskali Rynne i współautorzy [2004] oraz Lawrence [1991], którzy wykazali zwiększenie w serwatce z mleka pasteryzowanego udziału białka ogólnego sięgające nawet 7%.

Wykonana selekcja mleka zbiorczego korzystnie wpłynęła na uzysk sera (tab. 1). Z mleka zawierającego średnio 2,35% kazeiny (K1) uzyskano średnio 9,31% sera. Natomiast z kazeiny K2 uzysk ten było 0,4 p.p. większy. Tę korzystną zależność potwierdzono wartością współczynnika korelacji – 0,367 (tab. 2). Na podstawie uzyskanych danych (tab. 2) można również stwierdzić, że uzysk sera najbardziej zależał od udziału k-kazeiny (0,522).

Johnson i współautorzy [2001] wykazali, że silna struktura skrzepu (większa siła cięcia) i uzysk sera w przypadku produkcji cheddara związane były z szybkością koagulacji i zawartością w serze wody oraz pośrednio również z udziałem kazeiny. Natomiast Barbano i współautorzy [1991] wykazali, że z mleka o mniejszej proporcji kazeiny do białka ogólnego uzyskuje się mniejszą ilość sera.

Podsumowanie i wnioski

Wynikające z wpływu wielu czynników ograniczenia w doskonaleniu produkcji wysokiej jakości mleka sygnowanego serowarstwu przekładają się w konsekwencji na wymierny rezultat ekonomiczny. Na podstawie zaprezentowanych wyników można uznać, że w serowarstwie o efektywności przetwarzania mleka surowego decyduje m.in. udział kazeiny.

Ważną kwestią pozostają zagadnienia związane z ciągłym doskonaleniem mleka i efektywnością jego wykorzystania w serowarstwie. Wymagają one ciągłych badań, jednak z pewnością nieuniknione jest wyznaczenie przez zakłady przetwórcze nowych trendów oceny przydatności mleka przerobowego.

Z badań wynika, że skuteczną metodą zwiększającą efektywność działań nad doskonaleniem jakości mleka i jego przetwarzania jest selekcja surowca zbiorczego na podstawie udziału w nim kazeiny.

Literatura

- Barbano D.M., Rasmussen R.R., Lynch J.M. 1991: *Influence of milk somatic cell count and milk age on cheese yield*, J. Dairy Sci., 74, 369-388.
- Bobe G., Beitz D.C., Freeman A.E., Lindberg G.L. 1999: *Effect of milk protein genotypes on milk protein composition and its genetic parameter estimates*, J. Dairy Sci., 82, 2797-2804.
- Considine T., Geary S., Kelly A.L., McSweeney P.L. 2002: *Proteolytic specificity of cathepsin G on bovine α S1- and β -caseins*, Food Chemistry, 76, 59-67.
- Hallén E., Allmere T., Näslund J., Andrén A., Lundén, A. 2007: *Effect of genetic polymorphism of milk proteins on rheology of chymosin-induced milk gels*, Inter. Dairy J., 17, 791-799.
- Havea P., Singh H., Creamer L.K. 2001: *Characterization of heat-induced aggregates of β -lactoglobulin, α -lactalbumin and bovine serum albumin in a whey protein concentrate environment*, J. Dairy Res., 68, 483-497.
- Ikonen T., Ruottinen O., Erhardt G., Ojala M. 1996: *Allele frequencies of the major milk proteins in the Finnish Ayrshire and detection of a new κ -casein variant*, Animal Genetics, 27, 179-181.
- Ikonen T., Ojala M., Syväoja E.L. 1997: *Effects of composite casein and β -lactoglobulin genotypes on renneting properties and composition of bovine milk by assuming an animal model*, Agri. Food Sci. in Finland, 6, 283-294.
- Ikonen T., Morri S., Tyrisevä A.M., Ruottinen O., Ojala M. 2004: *Genetic and phenotypic correlations between milk coagulation properties, milk production traits, somatic cell count, casein content, and pH of milk*, J. Dairy Sci., 87, 458-467.
- Johnson M.E., Chen C.M., Jaeggi J.J. 2001: *Effect of rennet coagulation time on composition, yield and quality of reduced-fat cheddar cheese*, J. Dairy Sci., 84, 1027-2356.
- Larsen L.B., Rasmussen M.D., Bjerring M., Nielsen J.H. 2004: *Proteases and protein degradation in milk from cows infected with Streptococcus uberis*, Int. Dairy J., 14, 899-907.

- Larsen L.B., McSweeney P.L.H., Hayes M.G., Andersen J.B., Ingvarsten K.L., Kelly A.L. 2006: *Variation in activity and heterogeneity of bovine milk proteases with stage of lactation and somatic cell count*. International Dairy Journal 16, 1-8.
- Lawrence R.C. 1991: *Incorporation of whey proteins in cheese*, [w:] *Factors affecting the yield of cheese*, Inter. Dairy Fed. Special Issue 9301, 79-87.
- Mackle T.R., Bryant A.M., Petch S.F., Hooper R.J., Auldism, M.J. 1999: *Variation in the composition of milk protein from pasture-fed dairy cows in late lactation and the effect of grain and silage supplementation*, New Zealand J. Agri. Res., 42, 147-154.
- Ng-Kwai-Hang K.F., Haye, J.F., Moxley J.E., Monardes H.G. 1984: *Association of genetic variants of casein and milk serum proteins with milk, fat, and protein production by dairy cattle*, J. Dairy Sci., 67, 835-840.
- Ng-Kwai-Hang K.F., Grosclaude F. 2003: *Genetic polymorphism of milk proteins*, [w:] P.F. Fox, P.L.H. McSweeney (red.), *Advanced dairy chemistry-1. Proteins*, Kluwer Academic, 739-816.
- PN-A-86002. 1999: Mleko surowe do skupu. Wymagania i badania.
- Rollema H.S., Brinkhui J.A. 1989: *H-MNR study of bovine casein micelles; influence of pH, temperature and calcium ions on micellar structure*, J. Dairy Res., 56, 417-425.
- Rynne N.M., Beresford T.P., Kelly A.L., Guinee T.P. 2004: *Effect of milk pasteurisation temperature and in situ whey protein denaturation on the composition, texture and heat-induced functionality of half-fat Cheddar cheese*, Inter. Dairy J., 14, 989-1001.
- Schaar J. 1984: *Effects of κ -casein genetic variants and lactation number on the renneting properties of individual milks*, J. Dairy Res., 51, 397-406.
- St-Gelais D., Hache S. 2005: *Effect of β -casein concentration in cheese milk on rennet coagulation properties, cheese composition and cheese ripening*, Food Res., Res. Inter., 38, 523-531.
- Tyrisevä A.M., Vahlsten T., Ruottinen O., Ojala M. 2004: *Noncoagulation of milk in Finnish Ayrshire and Holstein-Friesian cows and effect of herds on milk coagulation ability*, J. Dairy Sci., 87, 3958-3966.
- Wedholm A. 2008: *Variation in Milk Protein Composition and its Importance for the Quality of Cheese Milk*, Doctoral thesis, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Uppsala, 13, 9-54.
- Van Berg G., Escher J.T.M., Koning P.J., Bovenhuis H. 1992: *Genetic polymorphism of κ -casein and β -lactoglobulin in relation to milk composition and processing properties*, Netherlands Milk Dairy J., 46, 145-168.
- Verdi R.J., Barbano D.M., Dellavalle M.E., Senyk G.F. 1987: *Variability in true protein, casein, nonprotein nitrogen and proteolysis in high and low somatic-cell milks*, J. Dairy Sci., 70, 230-242.

Summary

Socio-economic conditions compel the milk industry and producers to undertake measures aimed at increasing production profitability. Above all, the specifics of long-ripened cheese production requires augmenting the casein content in milk. This is however obstructed by the lack of an established economically justified threshold value for this ingredient that would guarantee the efficiency of cheese production and correct settlement of accounts with the breeders. The presented study results for the 45th batch of milk refer to ingredients that decide the efficiency of the production of cheese from milk with different casein levels. The raw milk with a higher casein content contained 0.20% more protein ($P \leq 0.014$) and 0.08% more κ -casein ($P \leq 0.047$). In comparison to the milk with a lower casein content, the obtained whey and cheese slurry contained 0.09% less protein ($P \leq 0.035$) and 1.92% more dry non-fat matter ($P \leq 0.049$). This milk also yielded 0.4% more cheese ($P \leq 0.039$). It can be assumed that the selection of milk pools on the basis of their casein contents can improve production efficiency and set new trends in assessments of processing milk usability.

Adres do korespondencji
Mgr inż. Monika Grzeszuk
Gen. Fr. Kleeberga St.12
21-300 Radzyń Podlaski
phone (81) 351 14 85
e-mail: monika.grzeszuk@spomlek.pl