

Zawartość kazeiny w mleku krowim z regionu wschodniej Polski i jej zmiany w okresie 5 lat

Joanna Barłowska¹, Aneta Brodziak², Jolanta Król¹,
Monika Kędzierska-Matyssek¹, Zygmunt Litwińczuk²

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ¹Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych, ²Katedra Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Badaniami objęto 8850 próbek mleka pobranych w okresie 5 lat (rok 2006 – 1688, 2007 – 1512, 2008 – 2942, 2009 – 1984 i 2010 – 724) od około 900 krów utrzymywanych w 50 gospodarstwach wschodniej Polski. Przy ocenie zmienności zawartości kazeiny wyznaczono pięć przedziałów: I – $\leq 2,00$; II – 2,01-2,40; III – 2,41-2,80; IV – 2,81-3,20 i V – powyżej 3,20%. Zawartość kazeiny w ocenianych próbkach mleka zawierała się w przedziale od 1,57 do 4%. Najniższą średnią zawartość, wynoszącą 2,51% ($P \leq 0,01$), uzyskano w pierwszym roku badań, a najwyższą (2,68%) w trzecim. Przeciętny udział kazeiny w białku ogólnym dla całego ocenianego materiału wynosił 74,78%, z wahaniami w poszczególnych latach od 74,33 do 75,41% ($P \leq 0,01$). W okresie 5 analizowanych lat zmniejszał się systematycznie udział próbek mleka o zawartości kazeiny poniżej 2%, a od drugiego roku badań także próbek o najwyższej zawartości (powyżej 3,20%).

SŁOWA KLUCZOWE: mleko krowie / kazeina / zmienność zawartości

Polska należy do czołowych producentów mleka w Unii Europejskiej, zajmując 4. miejsce wśród 28 krajów, ze średnią produkcją ponad 12 mln ton rocznie. Systematycznie zwiększa się również produkcja wyrobów mleczarskich, a szczególnie serów podpuszczkowych. Według danych FAO [6], w 2011 r. Polska była na 6. miejscu wśród producentów serów na świecie (650 tys. ton).

Przemysł mleczarski, dostosowując się do upodobań konsumentów ukierunkowuje się na produkcję napojów fermentowanych i serów, zarówno twarogowych, jak i podpuszczkowych. Wymagany jest więc surowiec o wysokiej zawartości białka, a przede wszystkim kazeiny, która ma istotne znaczenie w przetwórstwie z uwagi na zdolność do koagulacji i wiązania wody. Jej zawartość w mleku wynosi średnio około 2,5%, z wahaniami od 2,3 do 3,5% w zależności od rasy krów, żywienia i fazy laktacji [2, 4, 12]. Badania Litwińczuka i wsp. [13] z lat 80. i 90. ubiegłego wieku wskazują na wysoko istotne ($P \leq 0,01$) wartości współczynników korelacji między zawartością kazeiny i białka ogólnego, kształtujące się w granicach 0,53-0,78. Przemysł mleczarski mobilizuje zatem producentów surowca (głównie finansowo) do zwiększania zawartości białka. Niska zawartość kazeiny w mleku zmniejsza

bowiem istotnie wydajność sera z jednostki objętości, co w konsekwencji podnosi koszty produkcji wyrobów mleczarskich. Obniżenie zużycia mleka na wyprodukowanie 1 kg sera tylko o 0,1 litra pozwala na uzyskanie ze 100 tys. litrów mleka o 10 kg sera więcej, a w skali roku (300 dni) 3 tys. kg [5]. Zawartość kazeiny w mleku ma również istotny wpływ na czas jego krzepnięcia pod wpływem podpuszczki [7, 17] i jędrność powstałego skrzepu [8, 17]. W przypadku mleka krowiego krótszy czas krzepnięcia pozwala na uzyskanie bardziej jędrnego i zwięzłego skrzepu, a także zmniejsza straty kazeiny przechodzącej do serwatki.

Z danych przemysłu mleczarskiego wynika, że pomimo wzrostu zawartości białka ogólnego w mleku, norma zużycia surowca w przeliczeniu na kilogram wytwarzanego sera nie uległa w ostatnich latach zmniejszeniu, a nawet wzrosła w nieznacznym stopniu. Oznacza to, że udział kazeiny w białku ogólnym niestety się zmniejsza. Literatura tematu opublikowana 20-30 lat temu [11, 13] podaje, że udział kazeiny w białku ogólnym mleka krowiego wynosił w tamtym okresie blisko 80%.

Celem pracy było określenie ewentualnych zmian w zawartości kazeiny w mleku pozyskiwanym w regionie wschodniej Polski na przestrzeni 5 lat.

Material i metody

Badania prowadzono w latach 2006-2010. Materiał badawczy stanowiło 8850 próbek mleka pobranych od około 900 krów z 50 gospodarstw wschodniej Polski, o obsadzie od 10 do 100 krów. Próby mleka pobierano dwukrotnie w ciągu roku, tj. w sezonie wiosenno-letnim i jesienno-zimowym. Eliminowano próby, które pochodziły od krów z chorym wymieniem (dodatni wynik TOK).

Stada włączone do badań były objęte oceną wartości użytkowej bydła mlecznego i spełniały wymagania niezbędne do produkcji mleka, które określa Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1662/2006 z dnia 6 listopada 2006 r., zmieniające Rozporządzenie (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego.

W każdej próbce mleka oznaczano zawartość kazeiny zgodnie z AOAC [1] oraz białka i tłuszczu aparatem Infrared Milk Analyzer (Bentley Instruments). Na tej podstawie wyliczono udział kazeiny w białku ogólnym i proporcję białka do tłuszczu.

Przy ocenie zmienności zawartości kazeiny wyznaczono pięć przedziałów: I – $\leq 2,00$; II – 2,01-2,40; III – 2,41-2,80; IV – 2,81-3,20 i V – powyżej 3,20%, a uzyskane wyniki przedstawiono na wykresach.

Do obliczeń statystycznych wykorzystano program StatSoft Inc. STATISTICA ver. 6. Analizy dokonano na podstawie Ogólnego Modelu Liniowego (GLM – General Linear Model) – procedura ANOVA. Istotność różnic pomiędzy średnimi wyznaczono testem Tukeya dla różnych liczebności, przy poziomie $p=0,05$ i $p=0,01$.

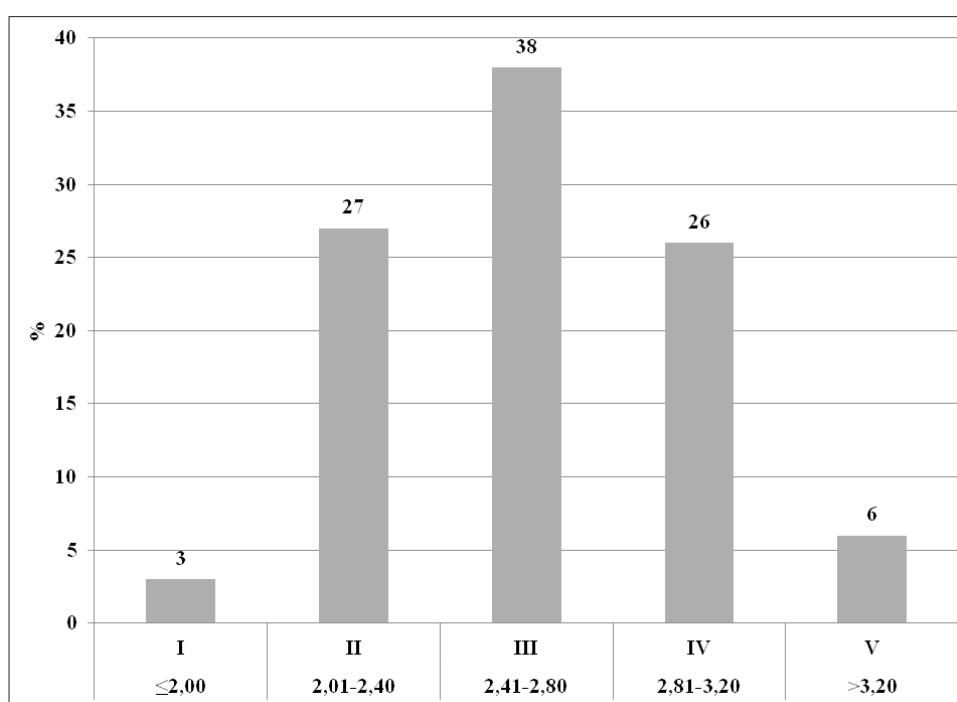
Wyniki i dyskusja

Średnia zawartość tłuszczu, białka i kazeiny w ocenianych w okresie 5 lat prawie 9 tys. próbek mleka wynosiła, odpowiednio: 4,20%, 3,51% i 2,62%. Najniższą średnią zawartość tłuszczu (4,13%) i białka (3,37%), w tym kazeiny (2,51%), przy stosunkowo niskim jej udziale w białku ogólnym (74,46%) zanotowano w pierwszym roku badań (tab.).

Tabela – Table
Zawartość analizowanych składników w mleku w kolejnych latach badań
Content of milk components in successive years of the study

Rok Year	n	Tłuszcz Fat (%)	Białko Protein (%)	Kazeina Casein (%)	Udział kazeiny w białku ogólnym in total protein (%)	Stosunek białka do tłuszczu Protein-to-fat ratio
2006	\bar{x}	4,13 ^a	3,37 ^A	2,51 ^A	74,46 ^A	0,85 ^{ABC}
	SD	0,92	0,41	0,33	4,81	0,20
2007	\bar{x}	4,26 ^b	3,60 ^C	2,67 ^{BC}	74,33 ^A	0,88 ^D
	SD	0,96	0,51	0,41	5,28	0,24
2008	\bar{x}	4,16 ^{ab}	3,55 ^{BC}	2,68 ^C	75,41 ^B	0,86 ^C
	SD	0,56	0,42	0,37	5,38	0,09
2009	\bar{x}	4,24 ^b	3,54 ^{BC}	2,62 ^B	74,35 ^A	0,84 ^{AB}
	SD	0,54	0,42	0,32	4,90	0,09
2010	\bar{x}	4,27 ^b	3,43 ^A	2,57 ^{AB}	75,32 ^{AB}	0,82 ^{ABC}
	SD	0,68	0,43	0,29	5,82	0,13
Ogółem Total	\bar{x}	4,20	3,51	2,62	74,78	0,86
	SD	0,73	0,44	0,36	5,18	0,16

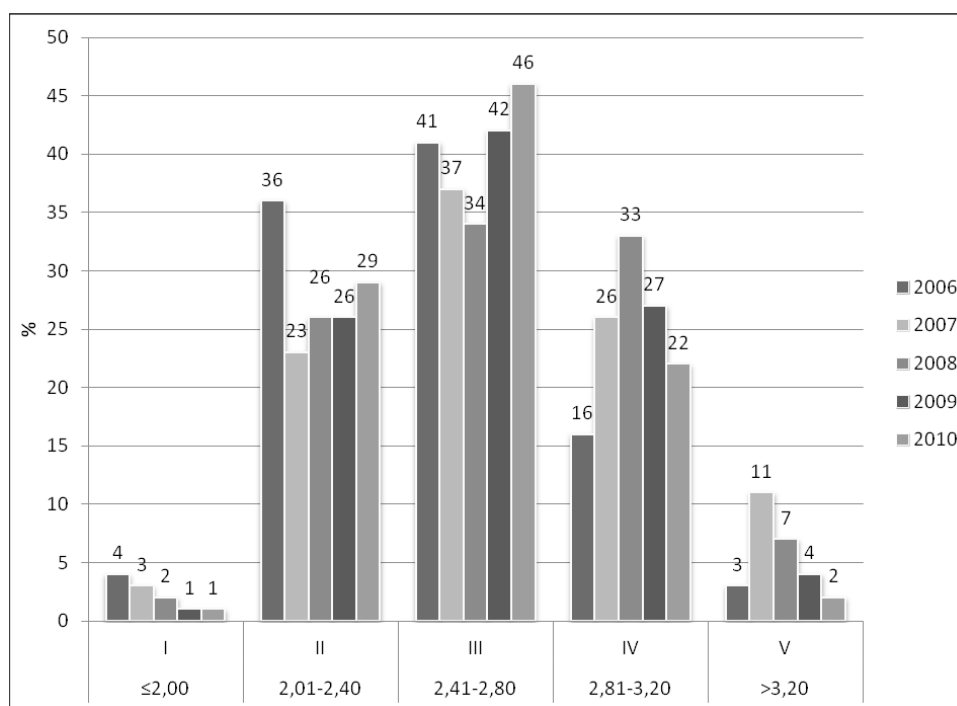
a, b – różnice istotne przy $P \leq 0,05$; A, B – różnice istotne przy $P \leq 0,01$
a, b – differences significant at $P \leq 0,05$; A, B – differences significant at $P \leq 0,01$



Rys. 1. Udział próbek mleka w poszczególnych przedziałach zawartości kazeiny
 Fig. 1. Percentage of milk samples with casein content in each interval

W kolejnym roku (2007) stwierdzono istotny ($P \leq 0,01$ i $P \leq 0,05$) wzrost koncentracji tych składników w mleku (tłuszcz – 4,26% i białko – 3,60%, w tym kazeina – 2,67%), przy jednocześnie najniższym udziale kazeiny w białku ogólnym (74,33%), ale najkorzystniejszej proporcji białka do tłuszczu, wynoszącej 0,88. Najwyższą zawartość kazeiny (2,68%), przy jednocześnie istotnie ($P \leq 0,01$) najwyższym jej udziale (75,41%) stwierdzono w mleku pozyskiwanym w trzecim roku badań (2008). Należy to wiązać prawdopodobnie z bardzo korzystnymi warunkami paszowymi, a przede wszystkim relacjami cenowymi dla produkcji mleka w Polsce w roku 2008. Pewien wpływ mogła mieć również największa liczba ocenianych próbek mleka w tym roku, tzn. około 3 tys. Z badań wykonanych przez Jasińską i wsp. [9] w latach 2009-2010 w regionie zachodniopomorskim wynika, że zawartość białka w mleku zbiorczym pochodzącym z 3 gospodarstw wielkostadnych wahała się od 2,75 do 3,39%, w tym kazeiny od 2,10 do 2,59%. Dane PFHBiPM [15] wskazują, że od 2006 roku zawartość białka w mleku aktywnej populacji krów sukcesywnie wzrastała, średnio o 0,01% na rok.

W ostatnim dziesięcioleciu w regionie Polski wschodniej, a szczególnie na Podlasiu (gdzie pobierano część próbek mleka), nastąpiły istotne zmiany w strukturze gospodarstw mlecznych. Zwiększyła się ilość gospodarstw nastawionych na intensywną produkcję mle-



Rys. 2. Zmienność udziału próbek mleka w poszczególnych przedziałach zawartości kazeiny na przestrzeni 5 lat badań

Fig. 2. Variability in the percentage of milk samples in each casein content interval over the 5 years of the study

ka, w których stosowane są nowoczesne systemy żywienia krów (TMR i PMR), co pozwoliło na zwiększenie wydajności i poprawę składu mleka. Pozostaje jednak nadal duży odsetek drobnych producentów mleka stosujących tradycyjne systemy żywienia, co, jak wskazują liczne badania [3, 10, 16, 18], ma znaczący wpływ na sezonowość produkcji.

Dokonana analiza zawartości kazeiny w prawie 9 tys. próbek mleka wykazała, że mieściła się ona w granicach od 1,57% do 4,00%. Na podkreślenie zasługuje fakt, że aż w 70% próbek zawartość kazeiny wynosiła powyżej 2,40%, co jest ważną informacją dla przemysłu mleczarskiego (rys. 1). W kolejnych latach badań (rys. 2) zmniejszał się systematycznie udział próbek mleka o bardzo niskiej zawartości kazeiny (poniżej 2%), tzn. z 4% w roku 2006 do 1% w dwóch ostatnich latach (2009 i 2010). Bardziej dokładna analiza danych wskazuje, że jedynie w pierwszym roku badań (2006) udział próbek mleka z zawartością kazeiny do 2,40% sięgał 40%. W 4 kolejnych latach (2007-2010) był on już zdecydowanie mniejszy, tzn. w granicach 26-30%.

Wedholm i wsp. [17] podają, że zawartość kazeiny w mleku wahała się od 2,57 do 2,76%, przy bardzo wysokim jej udziale w białku ogólnym (81-82%). Z badań prze-

przeznaczonych ponad 30 lat temu przez Litwińczuka i wsp. [14] wynika, że średnia zawartość kazeiny w ocenianym mleku była zdecydowanie wyższa i wynosiła 2,83%, wyższy był również jej udział w białku ogólnym – 81,3%. W badaniach tego zespołu z końca lat 90. [11] uzyskano już niższą średnią zawartość kazeiny w ocenianym mleku (2,54%), a także jej niższy udział w białku ogólnym (78%). Nawiązując do badań własnych z lat 2006-2010 można stwierdzić, że obserwowany w ostatnich latach wzrost zawartości białka w mleku wynikał w głównej mierze ze wzrostu zawartości białek serwatkowych i związków azotowych niebiałkowych. W konsekwencji udział kazeiny w białku ogólnym zmniejszył się z poziomu około 78%, jaki notowano w końcu XX wieku, do poziomu około 75%. Jest to na pewno zjawisko bardzo niekorzystne dla przemysłu mleczarskiego.

Podsumowując należy stwierdzić, że w okresie 5 analizowanych lat (2006-2010) zmniejszał się sukcesywnie udział próbek mleka z bardzo niską zawartością kazeiny, tj. poniżej 2%. Podobną tendencję stwierdzono także dla próbek o najwyższej zawartości, tj. powyżej 3,20%. Podkreślić jednak należy, że z wyjątkiem pierwszego roku badań (2006) 70% i więcej (73-74%) ocenianych próbek mleka zawierało ponad 2,4% kazeiny.

PIŚMIENNICTWO

1. AOAC, 2000 – Official Methods of Analysis. Casein Nitrogen Content of Milk. 998.06. *AOAC International* 32, p. 52.
2. BARBER D. G., HOULIHAN A. V., LYNCH F. C., POPPI D. P., 2005 – The influence of nutrition, genotype and stage of lactation on milk casein composition. In: Indicators of milk and beef quality (ed. Hocquette J.F. and Gigli S.). Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp. 203-216.
3. BARGO F., MULLER L. D., DELAHOY J. E., CASSIDY T. W., 2002 – Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and Total Mixed Rations. *Journal of Dairy Science* 85, 2948-2963.
4. BARŁOWSKA J., LITWIŃCZUK Z., KRÓL J., TOPYŁA B., 2006 – Technological usefulness of milk cows of six breeds maintained in Poland relative to a lactation phase. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 15/56 (SI 1), 17-21.
5. CHOJNOWSKI W., NOWAK H., 2013 – Czynniki wpływające na wydatek serów dojrzewających. *Przegląd Mleczarski* 1, 8-10.
6. FAOSTAT, 2014 – Statistics Division [Internet]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available from: <http://faostat.fao.org/>.
7. FREDERIKSEN P.D., HAMMERSHOJ M., BAKMAN M., ANDERSEN P.N., ANDERSEN J.B., QVIST K.B., LARSEN L.B., 2011 – Variations in coagulation properties of cheese milk from three Danish dairy breeds as determined by a new free oscillation rheometry-based method. *Dairy Science & Technology* 91, 309-321.
8. HALLÉN E., ALLMERE T., NASLUND J., ANDREN A., LUNDEN A., 2007 – Effect of genetic polymorphism of milk proteins on rheology of chymosin-induced milk gels. *International Dairy Journal* 17, 791-799.

9. JASIŃSKA M., ŁYCZKO K., DMYTRÓW I., MITUNIEWICZ-MAŁEK A., 2011 – Porównanie właściwości fizyko-chemicznych mleka krów żywionych systemem TMR w wybranych gospodarstwach regionu zachodniopomorskiego. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 7 (3), 75-84.
10. KRÓL J., LITWIŃCZUK Z., LITWIŃCZUK A., BRODZIAK A., 2008 – Content of protein and its fractions in milk of Simmental cows with regard to rearing technology. *Annals of Animal Science* 8 (1), 57-61.
11. LITWIŃCZUK A., LITWIŃCZUK Z., FLOREK M., BARŁOWSKA J., ZAKRZEWSKA R., 1998 – Zmiany wydajności i składu chemicznego mleka krów czarno-białych ze szczególnym uwzględnieniem zawartości białka i kazeiny. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kollątaja w Krakowie* 329 (53), 73-82.
12. LITWIŃCZUK Z., BARŁOWSKA J., CHABUZ W., BRODZIAK A., 2012 – The nutritional value and technological suitability of milk from cows of 3 Polish breeds included in the programme of genetic resources conservation. *Annals of Animal Science* 12 (3), 423-432.
13. LITWIŃCZUK Z., ZALEWSKI W., ASARABOWSKA A., LITWIŃCZUK A., 1980/1981 – Współzależność między dzienną wydajnością mleka a zawartością podstawowych jego składników oraz wzajemne zależności pomiędzy nimi określone u krów pierwiastek rasy ncb. *Annales UMCS, Sectio E*, XXXV/XXXVI, 34, 375-385.
14. LITWIŃCZUK Z., ZALEWSKI W., LITWIŃCZUK A., 1982 – Poziom kazeiny, albuminy z globuliną i popiołu w mleku krów w zależności od pory roku, wydajności dziennej i stadium laktacji. *Roczniki Naukowe Zootechniki. Monografie i Rozprawy* 20, 3-15.
15. POLSKA FEDERACJA HODOWCÓW BYDŁA I PRODUCENTÓW MLEKA, 2011 – Ocena i hodowla bydła mlecznego. Dane za rok 2010. Warszawa.
16. SCHROEDER G.F., DELAHOY J.E., VIDAURRETA I., BARGO F., GAGLIOSTRO G.A., MULLER L.D., 2003 – Milk fatty acid composition of cows fed a Total Mixed Ration or pasture plus concentrates replacing corn with fat. *Journal of Dairy Science* 86, 3237-3248.
17. WEDHOLM, A., LARSEN L.B., LINDMARK-MANSSON H., KARLSSON A.H., ANDREN A., 2006 – Effect of protein composition on the cheese making properties of milk from individual dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89, 3296-3305.
18. WHITE S.L., BERTRAND J.A., WADE M.R., WASHBURN S.P., GREEK J.T., JENKINS T.C., 2001 – Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a Total Mixed Ration. *Journal of Dairy Science* 84, 2295-2301.

Joanna Barłowska, Aneta Brodziak, Jolanta Król,
Monika Kędzierska-Matysek, Zygmunt Litwińczuk

Casein content in milk from Eastern Poland and its changes over 5 years

Summary

The study included 8,850 milk samples collected over a 5-year period from about 900 cows kept on 50 farms in Eastern Poland. The number of samples collected in each successive year from 2006 to 2010 was 1,688, 1,512, 2,942, 1,984 and 724. Five intervals were used in evaluating the variability in casein content: I – $\leq 2.00\%$; II – 2.01-2.40%; III – 2.41-2.80%; IV – 2.81-3.20% and V – over 3.20%.

Casein content ranged from 1.57% to 4.00% in the milk samples evaluated. The lowest average casein content, 2.51% ($P \leq 0.01$), was obtained in the first year of the study, and the highest average percentage (2.68%) in the third year. For all the material evaluated the average percentage share of casein in total protein was 74.78%, ranging from 74.33% to 75.41% in different years ($P \leq 0.01$). The percentage of milk samples containing less than 2% casein decreased systematically during five years analysed, and from the second year the percentage of samples with content in the highest range (over 3.20%) decreased as well.

KEY WORDS: cow milk / casein / content variability