

## Zawartość składników mineralnych w mleku krów simentalских w zależności od systemu żywienia\*

Jolanta Król<sup>1</sup>, Aneta Brodziak<sup>2</sup>, Anna Wolanciuk<sup>1</sup>, Monika Wójcik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,  
Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych,

<sup>2</sup>Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,  
Katedra Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła,  
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Badania przeprowadzono w pięciu gospodarstwach utrzymujących krowy rasy simentalskiej. W trzech z nich produkowano mleko systemem tradycyjnym, tzn. w oborach uwięziowych na stanowiskach ściółkowych. Żywienie krów w tych gospodarstwach opierało się w okresie letnim głównie na pastwisku, a w zimie na sianokiszonce i kiszonce z kukurydzy. W obu sezonach podawano siano i paszę treściwą. W dwóch pozostałych gospodarstwach produkcja mleka miała charakter intensywny. Krowy utrzymywano w oborach wolnostanowiskowych. W ciągu całego roku stosowano żywienie systemem TMR. W każdym gospodarstwie w sezonie letnim i zimowym próby mleka pobrano od 15 krów będących w drugiej bądź kolejnych laktacjach. Oznaczano zawartość białka ogólnego, tłuszczu, kazeiny, makro- (Ca, Na, K i Mg) i mikroelementów (Cu, Fe, Zn i Mn) oraz metali ciężkich (Pb i Cd). Mleko produkowane systemem tradycyjnym okazało się bogatszym źródłem wapnia i magnezu oraz żelaza i miedzi. Wyniki te potwierdziły się w obu analizowanych sezonach, przy czym istotnie wyższe zawartości tych pierwiastków stwierdzono w okresie letnim, gdy krowy korzystały z pastwiska. Mleko produkowane systemem intensywnym charakteryzowało się natomiast wyższą zawartością potasu, sodu, cynku i manganu. We wszystkich gospodarstwach średnie stężenie ołowiu i kadmu w produkowanym mleku nie przekroczyło dopuszczalnego poziomu, określonego w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r. Wyższy jednak poziom tych pierwiastków stwierdzono w mleku produkowanym systemem intensywnym.

**SŁOWA KLUCZOWE:** mleko / składniki mineralne / system żywienia

Mleko charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą. Zawiera wszystkie składniki potrzebne do wzrostu i rozwoju organizmu, tj. białko, tłuszcz, witaminy oraz składniki mineralne, które spełniają w organizmie wiele funkcji. Zapewniają między innymi prawidłową mineralizację kości i zębów (Ca, P, Mg); wchodzi w skład związków o podstawowym znaczeniu dla funkcjonowania organizmu (Fe, Zn, Cu, Mn); odgrywają podstawową rolę w

\* Praca wykonana w ramach projektu nr N311028334

gospodarce wodno-elektrolitowej oraz utrzymaniu równowagi kwasowo-zasadowej (Na, K, Cl) [3, 10, 17, 20]. Większość składników mineralnych wykazuje także działanie prozdrowotne. Prawidłowe stężenie wapnia redukuje bowiem ryzyko wystąpienia osteoporozy, nadciśnienia tętniczego, otyłości, raka jelita grubego oraz kamieni nerkowych [11, 19]. Magnez oraz potas pełnią rolę regulacyjną w kontroli ciśnienia krwi, zmniejszając ryzyko wystąpienia chorób układu krążenia. Cynk oraz miedź spełniają rolę antyoksydantów, neutralizując szkodliwe działanie wolnych rodników [17]. Podkreślić należy szczególną rolę mleka i jego produktów jako podstawowego źródła wapnia w diecie człowieka [11, 21]. W Polsce mleko i jego przetwory dostarczają przeciętnie 70% tego pierwiastka pobieranego w racjach pokarmowych.

Chemizacja rolnictwa, w tym produkcji zwierzęcej, wprowadza wiele zanieczyszczeń w łańcuch żywnościowy, w tym również do mleka. Są to między innymi metale ciężkie, tj. kadm, ołów, rtęć.

Celem badań było określenie wpływu różnych systemów produkcji (tradycyjny i intensywny) na zawartość podstawowych i śladowych pierwiastków, w tym metali ciężkich, w mleku krów rasy simentalskiej.

## Material i metody

Badania przeprowadzono w pięciu gospodarstwach utrzymujących krowy rasy simentalskiej. W trzech z nich (grupa I) produkowano mleko systemem tradycyjnym, tzn. w oborach uwięziowych, na stanowiskach ściółkowych. W okresie letnim krowy korzystały z pastwiska (*ad libitum*), pobierając dziennie około 60 kg zielonki, ponadto otrzymywały 5 kg sianokiszonki, 3 kg siana i 2 kg śruty zbożowej. Zimą stosowano dietę o składzie: 20 kg sianokiszonki, 20 kg kiszonki z kukurydzy, 2 kg siana i 2 kg śruty zbożowej. W dwóch pozostałych gospodarstwach (grupa II) produkcja mleka miała charakter intensywny. Krowy utrzymywano w oborach wolnostanowiskowych. W ciągu całego roku stosowano żywienie systemem TMR, o składzie: 20 kg kiszonki z kukurydzy, 15 kg sianokiszonki, 5 kg paszy pełnoporcjowej (zimą 3 kg) i 1 kg koncentratu białkowego. We wszystkich gospodarstwach krowy otrzymywały podobny dodatek standardowej mieszanki mineralno-witaminowej dla krów mlecznych (MMB), w ilości 120-170 g na dobę w zależności od wydajności i rodzaju mieszanki. Zawartość analizowanych pierwiastków w skarmianych mieszankach wynosiła odpowiednio: Ca – 130-205 g/kg; Mg – 60-175 g/kg; Na – 90-100 mg/kg; Zn – 4-6 g/kg; Mn – 2-3 g/kg; Cu – 150-800 mg/kg. W gospodarstwach grupy II dodatkowo podawano około 100 g kredy pastewnej na krowę.

W każdym gospodarstwie próby mleka pobierano od 15 krów będących w drugiej bądź kolejnych laktacjach. Pobrano łącznie 150 prób mleka (90 – grupa I; 60 – grupa II).

Próby pobierano do jałowych pojemników z tworzywa sztucznego. Do czasu analiz przechowywano je w temperaturze  $-20^{\circ}\text{C}$ . Po rozmrożeniu i wymieszaniu, odmierzano 1 ml mleka, a następnie próbę zalewano mieszaniną kwasów  $\text{HNO}_3$  i  $\text{HClO}_4$ . Całość mineralizowano „na mokro”, zgodnie z AOAC 986.15 [1]. Po mineralizacji zawartość kolby rozcieńczano wodą dejonizowaną i przenoszono ilościowo do kolbek miarowych o objętości 50 ml. Równocześnie wykonano „próbę ślepą”. Zawartość makro- (Ca, Na, K i Mg) i mikroelementów (Cu, Fe, Zn i Mn) oznaczano techniką płomieniową atomo-

wej spektrometrii absorpcyjnej, z wykorzystaniem spektrometru SOLAR 939 (Unicam). Natomiast poziom Pb i Cd oznaczono techniką bezpłomieniową atomowej spektrometrii absorpcyjnej, z wykorzystaniem spektrometru SpectrAA 880Z (Varian). W każdej próbce mleka oznaczano również zawartość białka ogólnego i tłuszczu – aparatem Infrared Milk Analyzer (Bentley) oraz kazeiny – zgodnie z AOAC 998.06 [2].

Dane dotyczące wydajności mleka krów uzyskano z dokumentacji hodowlanej prowadzonej przez Polską Federację Hodowców Bydła i Producentów Mleka.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu StatSoft Inc. STATISTICA ver. 6, wykorzystując dwuczynnikową analizę wariancji, podając wartości średnie oraz odchylenia standardowe. Istotność różnic wyznaczono testem NIR Fishera.

## Wyniki i dyskusja

Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że system żywienia w istotny sposób wpływał na wydajność krów oraz skład chemiczny mleka. Krowy żywione systemem TMR (grupa II), niezależnie od sezonu produkcji, produkowały dziennie ponad 7 kg mleka więcej ( $P \leq 0,01$ ) w porównaniu z krowami żywionymi tradycyjnie (grupa I). W mleku krów grupy II wykazano jednocześnie wyższą zawartość białka ogólnego – o 0,15% ( $P \leq 0,01$ ) oraz kazeiny – o 0,09% ( $P \leq 0,05$ ). Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w zawartości tłuszczu,

**Tabela 1 – Table 1**

Wydajność krów oraz zawartość podstawowych składników mleka  
Yield of cows and content of basic components in milk

| Wyszczególnienie<br>Specification                 |                 | Grupa I<br>Group I     |                        |                            | Grupa II<br>Group II   |                        |                            |
|---|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|
|   |                 | lato<br>summer<br>n=45 | zima<br>winter<br>n=45 | ogółem<br>total<br>n=90    | lato<br>summer<br>n=30 | zima<br>winter<br>n=30 | ogółem<br>total<br>n=60    |
| Wydajność mleka (kg/dzień)<br>Milk yield (kg/day) | $\bar{x}$<br>Sd | 17,30<br>5,36          | 14,10<br>5,85          | 16,38 <sup>A</sup><br>6,14 | 24,62<br>4,89          | 21,41<br>5,32          | 23,15 <sup>B</sup><br>5,12 |
| Białko ogólne (%)<br>Total protein (%)            | $\bar{x}$<br>Sd | 3,40<br>0,36           | 3,49<br>0,38           | 3,44 <sup>A</sup><br>0,41  | 3,56<br>0,38           | 3,68<br>0,43           | 3,59 <sup>B</sup><br>0,42  |
| Tłuszcz (%)<br>Fat (%)                            | $\bar{x}$<br>Sd | 4,02<br>0,59           | 4,08<br>0,58           | 4,04<br>0,60               | 3,98<br>0,68           | 4,03<br>0,64           | 3,99<br>0,69               |
| Kazeina (%)<br>Casein (%)                         | $\bar{x}$<br>Sd | 2,49<br>0,33           | 2,52<br>0,35           | 2,51 <sup>A</sup><br>0,38  | 2,56<br>0,40           | 2,65<br>0,39           | 2,60 <sup>B</sup><br>0,40  |

Grupa I – system tradycyjny, grupa II – system intensywny

Group I – traditional system, group II – intensive system

a, b, A, B – różnice pomiędzy grupami: a, b – różnice istotne przy  $P \leq 0,05$ ; A, B – różnice istotne przy  $P \leq 0,01$

a, b, A, B – differences between groups: a, b – differences significant at  $P \leq 0,05$ ; A, B – differences significant at  $P \leq 0,01$

**Tabela 2 – Table 2**

Zawartość wybranych makroelementów w ocenianym mleku (mg/l)  
Content of the chosen macroelements in analyzed milk (mg/l)

| Pierwiastek<br>Element   |                 | Grupa I<br>Group I |                 |                              | Grupa II<br>Group II |                 |                             |
|--------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------------------|
|                          |                 | lato<br>summer     | zima<br>winter  | ogółem<br>total              | lato<br>summer       | zima<br>winter  | ogółem<br>total             |
| Wapń (Ca)<br>Calcium     | $\bar{x}$<br>Sd | 1195,2*<br>121,3   | 972,3*<br>102,3 | 1059,7 <sup>b</sup><br>120,8 | 937,5<br>99,5        | 930,6<br>102,6  | 934,5 <sup>a</sup><br>100,9 |
| Magnez (Mg)<br>Magnesium | $\bar{x}$<br>Sd | 145,6<br>33,2      | 133,8<br>30,8   | 139,2 <sup>b</sup><br>34,6   | 120,3<br>29,8        | 114,5<br>38,5   | 116,8 <sup>a</sup><br>27,8  |
| Potas (K)<br>Potassium   | $\bar{x}$<br>Sd | 1082,6<br>256,6    | 1114,2<br>268,7 | 1099,5<br>303,5              | 1187,2<br>286,3      | 1099,3<br>312,5 | 1159,5<br>287,2             |
| Sód (Na)<br>Sodium       | $\bar{x}$<br>Sd | 358,6*<br>99,8     | 395,3*<br>86,3  | 377,4 <sup>a</sup><br>92,8   | 428,6<br>100,3       | 420,8<br>99,6   | 424,3 <sup>b</sup><br>103,5 |

Grupa I – system tradycyjny; grupa II – system intensywny

Group I – traditional system; group II – intensive system

a, b – różnice pomiędzy grupami istotne przy  $P \leq 0,05$  – differences between groups significant at  $P \leq 0,05$

\* – różnice w grupie pomiędzy sezonami istotne przy  $P \leq 0,05$  – differences between seasons in group significant at  $P \leq 0,05$

przy czym mleko produkowane systemem tradycyjnym (grupa I) zawierało nieznacznie więcej (o 0,05%) tego składnika. Charakteryzowało się również wyższą zawartością analizowanych makroelementów. Zawierało istotnie ( $P \leq 0,05$ ) więcej pierwiastków biorących udział w budowie tkanki kostnej, tj. wapnia (średnio o 125,2 mg/l) i magnezu (średnio o 22,4 mg/l) – tabela 2. Należy zaznaczyć, że w mleku krów z grupy I stwierdzono istotne różnice sezonowe w zawartości wapnia. Najwyższy poziom tego pierwiastka zanotowano w okresie żywienia pastwiskowego (1195,2 mg/l), natomiast w sezonie zimowym było go o ponad 220 mg/l mniej. Uzyskane wyniki sugerują, że skarmiana zielonka pastwiskowa charakteryzowała się wysoką zawartością wapnia oraz korzystnym stosunkiem wapnia do fosforu. Wyższą zawartość Ca i Mg w mleku pozyskiwanym latem, tzn. od krów żywionych głównie zielonkami pastwiskowymi, potwierdzono również w badaniach innych autorów [7, 13, 15]. Gabryszuk i wsp. [5], porównując natomiast zawartość składników mineralnych w mleku produkowanym w gospodarstwach konwencjonalnych i ekologicznych, wyższy poziom Ca i Mg zanotowali w mleku krów użytkowanych intensywnie, tzn. w gospodarstwach konwencjonalnych (gdzie krowy nie korzystały z pastwiska).

W mleku produkowanym systemem intensywnym (grupa II) wykazano nieznacznie wyższy poziom potasu (średnio o 60 mg/l) oraz sodu (średnio o 46,9 mg/l). Najniższą zawartość tych pierwiastków zanotowano w grupie I w sezonie letnim, kiedy zwierzęta korzystały z pastwiska. Według Schonewille i wsp. [18], kiszonki z terenów o intensywnej produkcji oraz nawożonych gnojowicą są zazwyczaj bogate w potas. W badaniach Ga-

**Tabela 3 – Table 3**

Zawartość wybranych mikroelementów w ocenianym mleku (mg/l)  
Content of the selected microelements in analyzed milk (mg/l)

| Pierwiastek<br>Element   |                 | Grupa I<br>Group I |                 |                             | Grupa II<br>Group II        |                |                             |
|--------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
|                          |                 | lato<br>summer     | zima<br>winter  | ogółem<br>total             | lato<br>summer              | zima<br>winter | ogółem<br>total             |
| Cynk (Zn)<br>Zinc        | $\bar{x}$<br>Sd | 3,52<br>0,89       | 3,41<br>1,00    | 3,47 <sup>a</sup><br>0,93   | 5,15<br>1,23                | 4,68<br>0,98   | 4,98 <sup>b</sup><br>1,11   |
| Żelazo (Fe)<br>Iron      | $\bar{x}$<br>Sd | 0,371*<br>0,098    | 0,243*<br>0,106 | 0,311<br>0,113              | 0,250 <sup>a</sup><br>0,086 | 0,208<br>0,097 | 0,231<br>0,100              |
| Miedź (Cu)<br>Copper     | $\bar{x}$<br>Sd | 0,066<br>0,023     | 0,034<br>0,019  | 0,051 <sup>B</sup><br>0,027 | 0,032<br>0,018              | 0,029<br>0,016 | 0,030 <sup>A</sup><br>0,018 |
| Mangan (Mn)<br>Manganese | $\bar{x}$<br>Sd | 0,032*<br>0,012    | 0,071*<br>0,034 | 0,051 <sup>A</sup><br>0,021 | 0,089<br>0,038              | 0,095<br>0,044 | 0,093 <sup>B</sup><br>0,46  |

Grupa I – system tradycyjny; grupa II – system intensywny

Group I – traditional system; group II – intensive system

a, b, A, B – różnice pomiędzy grupami: a, b – różnice istotne przy  $P \leq 0,05$ ; A, B – różnice istotne  $P \leq 0,01$

a, b, A, B – differences between groups: a, b – differences significant at  $P \leq 0,05$ ; A, B – differences significant at  $P \leq 0,01$

\* – różnice w grupie pomiędzy sezonami istotne przy  $P \leq 0,05$  – differences between seasons in group significant at  $P \leq 0,05$

bryzuka i wsp. [5] nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości potasu i sodu w mleku produkowanym systemem intensywnym i ekologicznym. Zawartość tych pierwiastków kształtowała się na poziomie: K – 895-978 mg/l, Na – 474-490 mg/l.

Ważnym mikroelementem jest żelazo, jako pierwiastek niezbędny do budowy erytrocytów, biorący udział w przenoszeniu tlenu i oddychaniu komórkowym. Mleko uważane jest za ubogie źródło żelaza, gdyż 1 litr mleka pokrywa tylko w około 4% dzienne zapotrzebowanie dorosłego człowieka na ten pierwiastek [11, 19]. Największą ilość Fe stwierdzono w mleku krów grupy I (0,31 mg/l), przy czym w sezonie letnim było go istotnie ( $P \leq 0,05$ ) więcej (o 0,13 mg/l) – tabela 3. Niską zawartość (0,20 mg/kg), zbliżoną do wyników własnych dla krów z grupy II, stwierdzono w mleku pozyskiwanym na Podlasiu [6]. W badaniach Gabryszuka i wsp. [5] uzyskano znacznie wyższą zawartość żelaza w mleku, zwłaszcza w gospodarstwach ekologicznych (0,588-0,810 mg/l).

Pierwiastkami niezbędnymi do prawidłowego przebiegu procesów życiowych są również cynk, miedź i mangan [17, 20]. Wyższą zawartość cynku i manganu stwierdzono w mleku produkowanym systemem intensywnym (grupa II). Mleko z gospodarstw tradycyjnych zawierało mniej ( $P \leq 0,01$ ) tych pierwiastków: Zn o 1,51 mg/l i Mn o 0,042 mg/l, charakteryzowało się natomiast wyższą o 0,21 mg/l koncentracją miedzi ( $P \leq 0,05$ ); w okresie żywienia pastwiskowego prawie dwukrotnie większą niż zimą. Badania innych autorów

**Tabela 4 – Table 4**

Zawartość Pb i Cd w ocenianym mleku (mg/l)  
Pb and Cd content in analyzed milk (mg/l)

| Pierwiastek<br>Element |           | Grupa I<br>Group I |                |                     | Grupa II<br>Group II |                |                     |
|------------------------|-----------|--------------------|----------------|---------------------|----------------------|----------------|---------------------|
|                        |           | lato<br>summer     | zima<br>winter | ogółem<br>total     | lato<br>summer       | zima<br>winter | ogółem<br>total     |
| Ołów (Pb)<br>Lead      | $\bar{x}$ | 0,0073             | 0,0085         | 0,0081 <sup>a</sup> | 0,0099               | 0,0130         | 0,0110 <sup>b</sup> |
|                        | Sd        | 0,0042             | 0,0063         | 0,0061              | 0,0056               | 0,0068         | 0,0062              |
| Kadm (Cd)<br>Cadmium   | $\bar{x}$ | 0,0048*            | 0,0030*        | 0,0039 <sup>A</sup> | 0,0073               | 0,0068         | 0,0071 <sup>B</sup> |
|                        | Sd        | 0,0031             | 0,0028         | 0,0021              | 0,0029               | 0,0031         | 0,0030              |

Grupa I – system tradycyjny; grupa II – system intensywny

Group I – traditional system; group II – intensive system

a, b, A, B – różnice pomiędzy grupami: a, b – różnice istotne przy  $P \leq 0,05$ ; A, B – różnice istotne  $P \leq 0,01$

a, b, A, B – differences between groups: a, b – differences significant at  $P \leq 0,05$ ; A, B – differences significant at  $P \leq 0,01$

\* – różnice w grupie pomiędzy sezonami istotne przy  $P \leq 0,05$  – differences between seasons in group significant at  $P \leq 0,05$

[4, 5, 7, 8] wykazały istotnie niższą zawartość cynku oraz manganu w mleku produkowanym w gospodarstwach ekologicznych. Hosnedlova i wsp. [9] wskazują na sukcesywny wzrost stężenia cynku w mleku, przy jednoczesnym spadku miedzi, wraz ze wzrostem wydajności mlecznej krów.

W ocenie mleka jako żywności istotna jest również zawartość metali ciężkich, tj. ołowiu i kadmu. Uzyskane wyniki wskazują, że mleko o wyższym stężeniu tych pierwiastków pozyskiwano od krów utrzymywanych systemem intensywnym (tab. 4). Średnia zawartość ołowiu wynosiła 0,011 mg/l, a istotnie niższe wartości ( $P \leq 0,05$ ) stwierdzono w mleku produkowanym systemem tradycyjnym – 0,0081 mg/l. Zaznaczyć należy, że średnia zawartość ołowiu w mleku produkowanym we wszystkich gospodarstwach nie przekraczała jego maksymalnego dopuszczalnego poziomu, tj. 0,02 mg/l, podanego w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia [16].

Średnie stężenie kadmu w mleku produkowanym w analizowanych gospodarstwach również nie przekroczyło dopuszczalnego poziomu podanego w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia [16], czyli 0,01 mg/l. Wyższą zawartość tego pierwiastka stwierdzono w mleku krów z grupy II – 0,0071 mg/l, natomiast mleko produkowane systemem tradycyjnym zawierało prawie dwukrotnie mniej kadmu, tj. 0,0039 mg/l ( $P \leq 0,01$ ). Dość wysokie stężenie ołowiu i kadmu w mleku produkowanym w gospodarstwach intensywnych tłumaczyć można wyższym, w pewnym sensie, stopniem chemizacji produkcji, czyli większym nawożeniem mineralnym i szerszym stosowaniem środków ochrony roślin [12, 14].

Podsumowując można stwierdzić, że mleko produkowane systemem tradycyjnym okazało się bogatszym źródłem wapnia i magnezu oraz żelaza i miedzi. Wyniki te potwierdziły się w obu analizowanych sezonach, przy czym istotnie wyższe stężenia tych pierwiastków

stwierdzono w okresie letnim, gdy krowy korzystały z pastwiska. Mleko produkowane systemem intensywnym charakteryzowało się natomiast wyższą zawartością potasu, sodu, cynku i manganu. We wszystkich gospodarstwach średnie stężenie ołowiu i kadmu w mleku nie przekraczało dopuszczalnego poziomu określonego w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 2003 r. [16], jednak wyższy poziom tych pierwiastków stwierdzono w mleku krów utrzymywanych systemem intensywnym.

## PIŚMIENICTWO

1. AOAC, 2000 – Official Methods of Analysis of the AOAC 986.15. Multielement method. 17<sup>th</sup> Ed. Arlington – Virginia USA.
2. AOAC, 2000 – Official Methods of Analysis. Casein Nitrogen Content of Milk. 998.06. AOAC International, Chapter 33, 52.
3. BARŁOWSKA J., 2008 – Mleko krowie jako źródło niezbędnych w diecie człowieka składników mineralnych i witamin. *Przegląd Mleczarski* 8, 18-21.
4. DOBRZAŃSKI Z., SKIBA M., BROŻYŃSKA A., KOWALSKA-GÓRALSKA M., 2009 – Zawartość wybranych metali ciężkich w mleku przeżuwaczy (krów i kóz) z rejonów przemysłowych i czystych ekologicznie. *Acta Scientiarum Polonorum, Medicina Veterinaria* 1, 3-14.
5. GABRYSZUK M., SŁONIEWSKI K., SAKOWSKI T., 2008 – Macro- and microelements in milk and hair of cows from conventional vs. organic farms. *Animal Science Papers and Reports* 26, 3, 199-209.
6. GÓRSKA A., OPRZĄDEK K., 2006 – Levels of trace elements in cow milk from farms of Southern Podlasie Region. *Polish Journal of Environmental Study* 15, 2a, 269-272.
7. GUSTAFSON G.M., SALOMON E., JONSSON S., 2007 – Barn balance calculations of Ca, Cu, K, Mg, Mn, N, P, S and Zn in conventional and organic dairy farm in Sweden. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119, 160-170.
8. HERMANSEN J.E., BADSBURG J.H., KRISTENSEN T., GUNDERSEN V., 2005 – Major and trace elements in organically or conventionally produced milk. *Journal of Dairy Research* 72 (3), 362-368.
9. HOSNEDLOVA B., TRAVNICEK J., CHRASTNY V., 2005 – Zink and copper concentration in milk of dairy cows in the South Bohemia region. *ISAH*, vol. 1, 256-259.
10. HURLEY W.L., 1997 – Lactation biology. Minerals and vitamins. Ed. by Univ. Urbana, Illinois, USA.
11. JABŁOŃSKI E., 2001 – Mleko i jego przetwory niezastąpionym źródłem wapnia w racjonalnym żywieniu. *Przegląd Mleczarski* 2, 62-64.
12. JAVED I., JAN I., MUHAMMAD F., RAHMAN Z., KHAN M.Z., ASLAM B., SULTAN J.I., 2009 – Heavy metal residues in the milk of cattle and goats during winter season. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 82, 616-620, 2009.
13. KRÓL J., LITWIŃCZUK Z., BARŁOWSKA J., KĘDZIERSKA-MATYSEK M., 2006 – A macro-and microelements content in milk of cows black-white and simental breed over the summer and winter feeding time. *Polish Journal of Environmental Study* 15, 2a, 395-397.
14. LICATA P., TROMBETTA D., CRISTANI M., GIOFRE.F., MARTINO D., CALO M., 2004 – Levels of “toxic” and “essential” metals in samples of bovine milk from various dairy farms in Calabria, Italy. *Environment International* 30, 1-6.



15. RODRIGUEZ E.M., SANZ ALAEJOS M., DIAZ ROMEO C., 2001 – Mineral Concentration in Cow's Milk from Canary Island. *Journal of Food Composition and Analysis* 14, 419-430.
16. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA z dnia 13 stycznia 2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności (Dz. U. Nr 37, poz. 325 i 326).
17. SCHERZ H., KIRCHHOFF E., 2006 – Trace elements in foods: Zinc contents of raw foods – A comparison of date originating from different geographical regions of the world. *Journal of Food Composition and Analysis* 19, 420-433.
18. SCHONEWILLE J.T., VAN'T KLOOSTER A.T., WOUTERSE H., BEYNEN A.C., 1999 – Effects of intrinsic potassium in artificially dried grass and supplemental potassium bicarbonate on apparent magnesium absorption in dry cows. *Journal of Dairy Science* 82, 1824 -1830.
19. SKORUPKA E., KARCMAREWICZ E., 2004 – Zapotrzebowanie organizmu na wapń. *Twój Magazyn Medyczny* 8, 85-91.
20. ŚMIGIELSKA H., LEWANDOWICZ G., GAWĘCKI J., 2005 – Biopierwiastki w żywności. *Przemysł Spożywczy* 7, 28-32.
21. WĄDOŁOWSKA L., 2000 – Mleko w żywieniu ludzi dorosłych w świetle współczesnych zaleceń żywieniowych. *Przegląd Mleczarski* 8, 244-246.

Jolanta Król, Aneta Brodziak, Anna Wolanciuk, Monika Wójcik

### Elements' content in milk of Simmental cows depending on feeding system

#### Summary

The study was conducted in five farms keeping the Simmental cows. In three of them the milk was produced in the traditional system, i.e. in the tether cowhouses with bedding positions. In these farms the cow feeding in summer season was mainly based on a pasture and in winter season – on haylage and maize silage. In both seasons the hay and concentrate feeding was administered. In the other farms the milk production was intensive. Cows were kept in loose cowhouses. Throughout the year the feeding according to TMR system was employed. In each farm in summer and winter season the milk samples were collected from fifteen cows being in second or subsequent lactations. The content of: total protein, fat, casein, macro- (Ca, Na, K and Mg) and microelements (Cu, Fe, Zn and Mn) as well as heavy metals (Pb and Cd) was determined. It was shown that the milk produced in the traditional system was a richer source of calcium and magnesium as well of iron and copper. These results were confirmed in both analyzed seasons, but the significantly higher content of these elements was stated in summer in the milk of cows, fed pasture forage. Milk produced in the intensive system was characterized by the higher content of potassium, sodium, zinc and manganese. In all analyzed milk samples the concentration of lead and cadmium did not exceed the permissible level specified in the Regulation of the Minister of Health from 13th January 2003. It should be noted, however, that higher levels of these metals were found in milk produced in the intensive system.

**KEY WORDS:** milk / mineral elements / feeding system