

JOLANTA BARAN, WŁADYSŁAW PIECZONKA,
MACIEJ POMPA-ROBORZYŃSKI

SKŁADNIKI MINERALNE W SERACH I W SERWATCE OTRZYMANYCH Z MLEKA OWCZEGO I KOZIEGO

Streszczenie

Celem pracy było określenie zawartości wybranych składników mineralnych w niektórych gatunkach serów owczych i kozich oraz w serwatce po produkcji tych serów. Materiałem doświadczalnym były sery kwasowe i kwasowo-podpuszczkowe przygotowane w trzech wariantach: owcze, owczo-kozie i kozie. W serach i serwatce oznaczono zawartość: Na, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe i Cu. Sery owcze kwasowo-podpuszczkowe były bogatsze w jony Na, K, Ca, Mg, Zn, Fe i Cu od kwasowych serów owczych. Sery kozie kwasowe zawierały więcej Na i Mn w porównaniu z serami kozimi kwasowo-podpuszczkowymi. Uzyskane wyniki pozwoliły na wyodrębnienie czterech grup produktów, które różniły się profilem badanych makro- i mikroelementów. Pierwsza z nich to serwatka kwasowa (owcza i kozia). Druga obejmuje wszystkie trzy gatunki sera kwasowo-podpuszczkowego, a trzecia wszystkie trzy gatunki sera kwasowego. Czwartą grupę tworzą próbki serwatki otrzymanej przy wyrobieniu serów kwasowo-podpuszczkowych. Badane produkty zostały uszeregowane wg malejącej wartości odżywczej w następujący sposób: sery kwasowo-podpuszczkowe (owcze, owczo-kozie, kozie), serwatka kwasowa, sery kwasowe (owcze, owczo-kozie, kozie), serwatka podpuszczkowa.

Słowa kluczowe: sery owcze, sery kozie, serwatka, składniki mineralne

Wprowadzenie

Ze względu na swe walory, mleko owcze i kozie jest cenione jako doskonały surowiec do przerobu na sery. Wartość odżywcza serów owczych i kozich wynika m.in. z lokalizacji hodowli owiec i kóz. Są to głównie górskie regiony o specyficznej runi pastwisk naturalnych, w skład której wchodzi wiele gatunków zaliczanych do roślin zielarskich.

Zawarte w runi tych pastwisk substancje to nie tylko lotne związki aromatyczne, ale i różnorodne związki biologicznie czynne, w tym składniki mineralne. Ponadto

Dr inż. J. Baran, Zakład Towaroznawstwa, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa, ul. Kazimierza Wielkiego 6, 38-400 Krosno, dr W. Pieczonka, prof. dr hab. inż. M. Pompa-Roborzyński, Katedra Ekonomii, Politechnika Rzeszowska, Aleja Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów

małe przeżuwacze różnią się od krów niewybrednością w wyborze paszy, która jednocześnie jest bardzo różnorodna, zatem mleko, a następnie sery wytworzone z tego mleka, są produktami bogatymi w wiele makro- i mikroelementów [4, 5, 6, 10]. Przewagę pod tym względem nad mlekiem krowim wykazali pośrednio Suhaj i Korenowska [9], którzy udowodnili, że zawartość ośmiu pierwiastków: Ba, Cr, Cu, Hg, Mg, Mn, Ni i V pozwala na odróżnienie serów owczych od serów krowich, sery owcze są bowiem bogatsze w te składniki.

Celem przeprowadzonych badań było określenie zawartości podstawowych pierwiastków metalicznych w serach z mleka pozyskiwanego od alpejskich ras owiec (Bergschaf) i kóz (Saanen), utrzymywanych w warunkach klimatycznych Polski południowej oraz w serwatce po produkcji tych serów.

Material i metody badań

Materiałem doświadczalnym były sery wyprodukowane z mleka owczego i koziego oraz pozostała po tej produkcji serwatka. Mleko pochodziło z doju 40 owiec rasy Bergschaf i 40 kóz rasy Saanen, w okresie żywienia pastwiskowego.

Ze świeżego zbiorczego mleka przygotowano czterokrotnie (w 4., 5., 6. i 7. miesiącu laktacji matek) dwa typy serów: kwasowe oraz kwasowo-podpuszczkowe. Każdy z typów sera sporządzano w trzech wariantach: owczy, owczo-kozi (mleko owcze i mleko kozie zmieszane w stosunku 1 : 1) i kozi.

Sery kwasowe wytwarzano z mleka pasteryzowanego, zaszczepionego liofilizowaną szczepionką zawierającą bakterie mezofilne (*Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetylactis*, *Leuconstoc cremoris*), koagulowanego w temp. 20 - 25 °C przez 12 h. Z kolei sery kwasowo-podpuszczkowe produkowano z mleka pasteryzowanego, szczepionego bakteriami termofilnymi *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* i mezofilnymi *L. lactis* i zaprawianego płynną podpuszczką, koagulowanego w temp. 32 - 35 °C przez 90 min.

W serach i serwatce oznaczano zawartość składników mineralnych metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej. Mineralizację próbek wykonywano „na mokro” (stężonym kwasem azotowym) metodą ciśnieniową w piecu mikrofalowym MarsXpres. Zawartość Ca, Na, K, Zn, Mg oznaczano metodą płomieniową z zastosowaniem spektrometru AA240 FS (Varian), natomiast zawartość Mn, Fe, Cu oznaczano metodą elektrotermiczną z użyciem spektrometru AA240 Z (Varian).

Następnie obliczano wartości wskaźnika retencji, stosując w tym celu metodę podaną przez Martina-Hernandeza i Juareza [7]. Wartości te obliczano z równania:

$$R = [C \cdot (Y:100)]/M,$$

w którym:

R – retencja [%],

C – zawartość pierwiastka w serze,
M – zawartość pierwiastka w mleku,
Y – wydajność sera [%].

Wszystkie oznaczenia wykonano w Małopolskim Centrum Monitoringu i Atestacji Żywności w Krakowie.

Wyniki i dyskusja

Zawartość makro- i mikroelementów w serach i serwatce przedstawiono w tab. 1. Wyniki stanowią wartości średnie za cały badany okres (4. - 7. miesiąc laktacji).

Tabela 1

Profil mineralny serów i serwatki, otrzymanych z mleka owczego i koziego.
Mineral profile of cheeses and whey, manufactured from ewe's and goat's milk.

Produkt / Product	Na	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	Cu
	$\bar{X} \pm s_x$							
	[mg/kg]				[µg/kg]			
Ser kwasowy owczy Acid-set, ewe's milk (soft) cheese	400,64 ± 84,35	1266,95 ±154,63	1079,49 ±897,88	161,68 ±22,55	7,197 ±1,05	558,50 ±21,05	1227,39 ±264,11	439,26 ±18,46
Ser kwasowy owczo-kozi Acid-set, ewe's and goat's milk (soft) cheese	414,85 ± 109,26	1257,32 ±102,42	1171,96 ±114,59	136,40 ±18,31	6,481 ±0,84	592,99 ±31,46	925,86 ±146,23	416,25 ±15,22
Ser kwasowy kozi Acid-set, goat's milk (soft) cheese	490,19 ± 78,98	1281,90 ±197,02	1283,23 ±321,01	119,47 ±17,66	4,894 ±0,16	533,19 ±24,09	938,80 ±125,08	382,74 ±12,36
Ser kwasowo-podpuszczkowy owczy Acid-rennet-set, ewe's milk cheese	453,60 ± 85,35	1368,44 ±135,44	4869,60 ±220,06	245,22 ±33,54	16,21 ±2,52	513,99 ±22,58	1414,15 ±124,15	523,87 ±54,16
Ser kwasowo-podpuszczkowy owczo-kozi Acid-rennet-set, ewe's – goat's milk cheese	399,99 ± 76,55	1320,41 ±178,88	5142,12 ±436,68	214,20 ±29,04	17,69 ±3,64	457,35 ±31,79	1721,87 ±216,05	472,10 ±44,59
Ser kwasowo-podpuszczkowy kozi Acid-rennet-set, goat's milk cheese	351,08 ± 73,02	1256,46 ±106,54	4586,64 ±612,04	192,93 ±11,33	18,69 ±2,88	448,26 ±24,61	1118,23 ±106,85	381,82 ±36,35
Serwatka kwasowa kozia Acid-set, goat's milk whey	534,37 ± 110,76	1626,51 ±223,05	1652,61 ±178,90	172,98 ±26,46	2,38 ±0,04	159,30 ±11,63	895,63 ±37,15	29,12 ±1,24
Serwatka kwasowa owcza Acid-set, ewe's milk whey	526,19 ± 69,47	1555,05 ±164,22	2047,32 ±221,05	167,49 ±22,51	2,72 ±0,04	85,15 ±3,41	585,02 ±31,46	41,11 ±1,75
Serwatka kwasowo-podpuszczkowa kozia Acid-rennet-set, goat's milk whey	495,68 ± 94,05	1713,26 ±194,16	192,00 ±16,26	69,37 ±6,35	0,00	16,30 ±1,05	185,03 ±24,22	43,41 ±1,84
Serwatka kwasowo-podpuszczkowa owcza Acid-rennet set, ewe's milk whey	543,16 ± 126,84	1426,49 ±175,95	232,54 ±8,42	83,64 ± 2,05	0,00	29,76 ±1,15	314,62 ±16,79	29,85 ±1,18

Tabela 2

Średni wskaźnik retencji badanych pierwiastków.
Mean retention index of mineral elements studied.

Pierwiastek Mineral component	Ser Cheese					
	owczy From ewe's milk		owczo-kozi From ewe's-goat's milk		kozi From goat's milk	
	kwasowy Acid-set (soft)	kwasowo- podpuszczkowy Acid-rennet-set	kwasowy Acid-set (soft)	kwasowo- podpuszczkowy Acid-rennet-set	kwasowy Acid-set (soft)	kwasowo- podpuszczkowy Acid-rennet-set
	Retencja [%] – $\bar{X} \pm s_x$ Retention [%]					
Sód Sodium	28,1±1,25	20,8±1,15	15,3±1,05	14,8±1,04	15,6±1,06	11,9±0,84
Potas Potassium	26,8±1,51	30,0±1,43	15,9±0,84	18,4±1,32	11,1±1,04	11,6±0,52
Wapń Calcium	17,9±1,05	83,6±4,56	15,3±0,93	73,9±7,65	15,2±0,99	58,0±2,41
Magnez Magnesium	29,6±1,15	46,7±3,41	19,1±0,82	33,4±3,62	14,8±0,74	25,6±2,09
Cynk Zinc	43,2±2,41	100,0±0,0	33,3±1,34	100,0±0,0	25,3±2,51	100,0±0,0
Mangan Manganese	82,6±3,69	80,1±3,89	80,1±4,51	68,5±3,25	80,0±6,51	71,7±4,53
Żelazo Iron	78,4±4,56	93,2±5,74	39,9±2,29	82,1±3,90	31,3±3,05	39,8±2,88
Miedź Copper	59,4±6,05	74,2±5,62	56,5±2,64	70,5±2,65	70,0±3,44	74,2±4,91

Zawartość sodu w serze kwasowym wyprodukowanym z mleka owczego wynosiła średnio ok. 400 mg/kg i była mniejsza od poziomu tego składnika w serze kwasowo-podpuszczkowym (przeciętnie 450 mg/kg) (tab. 1). Odwrotnie proporcja ta ukształtowała się w przypadku serów z mleka koziego. Kozie ser kwasowy zawierał zdecydowanie więcej sodu (około 500 mg/kg) niż ser kwasowo-podpuszczkowy (tylko ok. 350 mg/kg). Pośrednie wartości uzyskano w serach mieszanych. Kozie sery – białe i twarde, badane przez Gajewską i wsp. [2] zawierały ponad 400 mg sodu w 1 kg, również Martin-Hernandez i Juzarez [7] podają podobne wartości: 370 mg/kg w serach świeżych i 475 mg/kg w serach półtwardych. Na podkreślenie zasługuje wysoka zawartość sodu w serwatce (500 - 540 mg/kg), co wskazuje na słabą retencję tego pierwiastka w trakcie wyrobu serów. Przeciętny wskaźnik retencji był niski i zawierał się

w przedziale 12 - 28 % i był wyższy w serach owczych niż w serach kozich oraz wyższy w serach kwasowych niż w serach kwasowo-podpuszczkowych (tab. 2).

Badane sery kwasowe zawierały średnio ponad 1250 mg potasu w 1 kg, a sery kwasowo-podpuszczkowe nawet ponad 1300 mg/kg, przy czym w tej drugiej grupie serów stwierdzono korzystny wpływ mleka owczego na zawartość potasu (tab. 1). Potwierdzają to wartości średniego wskaźnika retencji: w serach owczych wynosił on ok. 30 %, w serach mieszanych 15 - 18 %, a w serach kozich tylko 11 % (tab. 2). Gajewska i wsp. [2] podają mniejszą zawartość potasu w serach kozich, wynoszącą od 630 do 83 mg/kg. Serwatka zawiera więcej potasu (średnio od ponad 1400 do ponad 1700 mg/kg) niż sery, przy czym nieco bogatsza w ten pierwiastek jest serwatka kozia (tab. 1).

Silnie zróżnicowana była retencja wapnia w zależności od typu sera (tab. 2). Sery kwasowe zawierały w 1 kg tylko od 1100 do ok. 1300 mg wapnia (serwatka ponad 1600 do 2000 mg/kg), a sery kwasowo-podpuszczkowe ponad 4500 mg/kg (serwatka tylko około 200 mg/kg). Białe sery kozie badane przez Gajewską i wsp. [2] zawierały od około 1000 do 4000 mg wapnia w 1 kg, a ser twardy ok. 8000 mg/kg. Turecki biały ser Ezine z mleka koziego i owczego również nie był bogaty w ten pierwiastek (tylko do 1000 mg/kg) [3]. Średni wskaźnik retencji wapnia w przypadku serów kwasowych wynosił 15 - 18 %, a w odniesieniu do serów kwasowo-podpuszczkowych od 58 % (sery kozie) do około 85 % (sery owcze); sugeruje to korzystny wpływ mleka owczego na zatrzymywanie jonów wapnia w skrzepie kwasowo-podpuszczkowym. O podobnym silnym zróżnicowaniu retencji wapnia w serach kwasowych i podpuszczkowych informuje Martin-Hernandez i Juarez [7].

Zawartość magnezu w serach kwasowych wynosiła średnio od około 120 do ponad 160 mg/kg, w serach kwasowo-podpuszczkowych była zdecydowanie większa, bo od 190 do 245 mg/kg. Zawartość magnezu w serach owczych była większa o 40 - 50 mg/kg w porównaniu z serami kozimi. Serwatka kwasowa zawierała średnio 2 razy więcej magnezu niż serwatka podpuszczkowa (tab. 1). Według różnych autorów zawartość magnezu w serach owczych i kozich kształtuje się w granicach 150 - 600 mg/kg [2, 3, 7]. Poziom retencji magnezu w badanych serach kwasowych był niższy niż w serach kwasowo-podpuszczkowych (odpowiednio: 15 - 30 % i 25 - 46 %). Martin-Hernandez i Juarez [7] uzyskali wyższy poziom tego wskaźnika w serach kozich – średnio 39 % [8]. Zaznaczył się też korzystny wpływ mleka owczego na retencję magnezu w serach. Wskaźnik retencji serów owczych był o 15 - 25 % wyższy niż serów z mleka koziego (tab. 2).

Przeciętna zawartość cynku w serach kwasowych wynosiła od około 5 do około 7,2 mg/kg i była o ponad 10 mg/kg mniejsza niż w serach kwasowo-podpuszczkowych. Sery kwasowo-podpuszczkowe zatrzymały całą pulę tego pierwiastka; w serwatce był on nieobecny (tab. 1). Dane literaturowe potwierdzają te wy-

niki. Gajewska i wsp. [2] informuj, że białe sery kozie zawierały średnio 11 do 31 mg cynku w 1 kg, a kozie sery twarde – 39 mg/kg. Świeże sery tureckie Ezine zawierały 2,1 do 8,2 mg/kg cynku [3]. Chorwackie twarde sery z mleka owczego były bardzo dobrym Źródłem cynku (35 - 40 mg/kg) [8]. Retencja cynku w serach kwasowo-podpuszczkowych była całkowita, a w serach kwasowych wynosiła od 25 do 43 %. Zaznaczył się tutaj korzystny wplyw mleka owczego (tab. 2).

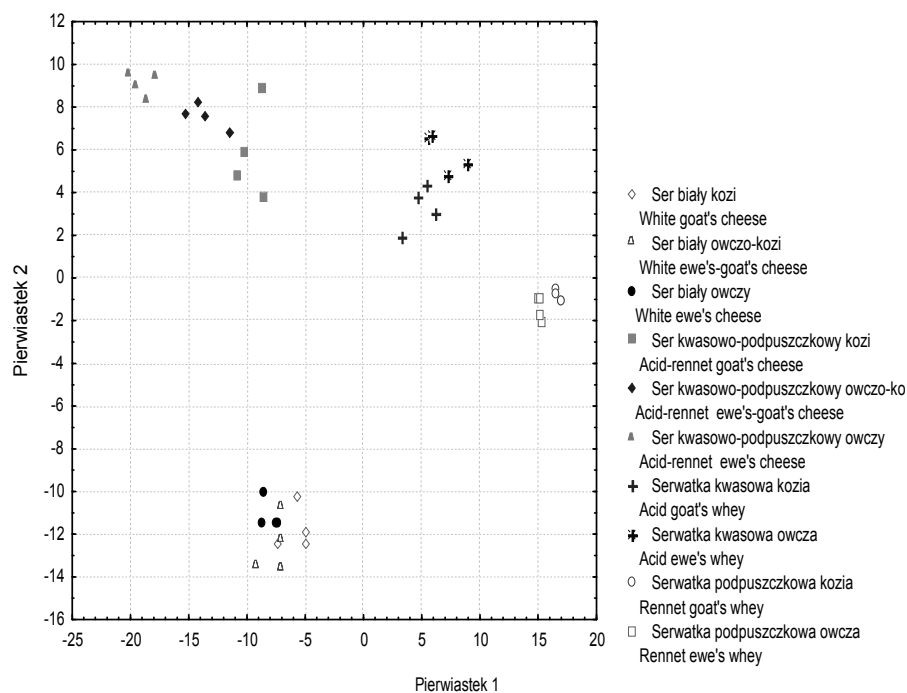
Badane sery kwasowe zawierały więcej manganu (ponad 530 $\mu\text{g/kg}$) ni sery kwasowo-podpuszczkowe – rednio od 450 do ponad 510 $\mu\text{g/kg}$ (tab. 1). Sery kozie analizowane przez Gajewską i wsp. zawierały od 400 do 600 μg manganu w 1 kg [2], a turecki ser Ezine do 600 $\mu\text{g/kg}$ [3]. W serach kwasowo-podpuszczkowych widoczna była wprost proporcjonalna zależność stężenia manganu od udziału surowca owczego (tab. 1). Wskaźnik retencji tego pierwiastka był bardzo wysoki (70 - 80 %) i nie był uwarunkowany ani typem, ani gatunkiem sera (tab. 2). Podobny poziom retencji (79 - 86 %) manganu oznaczyli Martin-Hernandez i Juarez [7].

Sery kwasowo-podpuszczkowe zawierały więcej żelaza, średnio od 1100 $\mu\text{g/kg}$ do 1700 $\mu\text{g/kg}$, w porównaniu z serami kwasowymi, średnio 900 - 1200 $\mu\text{g/kg}$ (tab. 1). Także poziom retencji był wyższy w serach kwasowo-podpuszczkowych, przy czym migracja żelaza do skrzepu była bardzo wysoka, szczególnie przy produkcji serów owczych i owczo-kozich (tab. 2).

Sery kwasowo-podpuszczkowe owcze i mieszane były bogatsze w jony miedzi od serów kwasowych o kilkadziesi μg w 1 kg sera (odpowiednio ok. 500 $\mu\text{g/kg}$ i ok. 420 $\mu\text{g/kg}$). Oba typy sera koziego zawierały ok. 380 μg miedzi w 1 kg (tab. 1). Wg nielicznych doniesień, sery kozie i owcze zawierały od 120 do 750 μg miedzi w 1 kg [2, 3, 7]. Retencja miedzi przez badane sery była wysoka (od okołó 60 do okołó 75 %), ponadto była wyższa w serach kwasowo-podpuszczkowych (tab. 2). Była też wyższa od podanej przez Martina-Hernandeza i Juareza – okołó 50 % [7].

Niektórz autorzy podjęli próbę klasyfikacji produktów z mleka owczego lub koziego na podstawie zawartości makro- i mikroelementów. Samarzija i wsp. [8] po wykonaniu analizy dyskryminacyjnej stwierdzili, że można zidentyfikować pochodzenie produkowanych w Chorwacji twardych serów owczych na podstawie zawartości jonów potasu, żelaza i cynku. Przeprowadzona przez Almenarę i wsp. [1] analiza dyskryminacyjna rozróźniła – na podstawie stężenia siedmiu pierwiastków metalicznych – hiszpańskie kozie sery świeże, półtwarde i twarde oraz mleko i serwatkę. Dlatego też, aby odpowiedzieć na pytanie, czy badane produkty różniły się pod względem zawartości makro- i mikroelementów, wykonano obliczenia metod analizy dyskryminacyjnej. Zmiennymi dyskryminującymi była zawartość ośmiu badanych pierwiastków: sodu, potasu, wapnia, magnezu, manganu, cynku, żelaza i miedzi. Analizę wykonano metod standardową, a jej wyniki przedstawiono za pomocą mapy konfiguracji (rys. 1).

Usytuowanie punktów reprezentujących kolejne próbki serów i serwatki w układzie dwóch pierwiastków pozwoliło na wyodrębnienie czterech grup różniących się profilem badanych makro- i mikroelementów. Pierwsza z nich to serwatka kwasowa (owcza i kozia). Druga obejmuje wszystkie trzy gatunki sera kwasowo-podpuszczkowego, a trzecia wszystkie trzy gatunki sera kwasowego. Czwartą grupę stworzyły próbki serwatki otrzymanej przy wyrobie serów kwasowo-podpuszczkowych. Strukturę tę można wyjaśnić wynikami przedstawionymi w tab. 1.



Rys. 1. Mapa konfiguracji wyznaczona metodą analizy dyskryminacyjnej na podstawie zawartości składników mineralnych w serach i serwatce z mleka owczego i koziego.

Fig. 1. Configuration Map developed using discriminant analysis based on the content of mineral elements in cheeses and whey made from ewe's and goat's milk.

Serwatka (owcza i kozia) otrzymana podczas produkcji serów kwasowych miała podobny profil mineralny. Zawartość prawie wszystkich (z wyjątkiem miedzi) pierwiastków kształtowała się w tych produktach na zbliżonym poziomie. Ponadto zawartość kilku makro- i mikroelementów odróżniała wyraźnie te trzy produkty od pozostałych. Dotyczy to: wapnia, magnezu, cynku (w porównaniu z produktami podpuszczkowymi), manganu i żelaza.

Sery kwasowo-podpuszczkowe stworzyły odrębną grupę pod względem wartości mineralnej, ponieważ zawartość większości pierwiastków była większa od poziomu tych pierwiastków w pozostałych produktach. W serach tych zawartość jonów wapnia była od 2- do 4-krotnie większa, jonów magnezu było o 50 % więcej, jonów cynku przynajmniej 2- do 4-krotnie więcej. Jonów manganu było zdecydowanie więcej niż w serwatce; sery te zawierały także dużo jonów żelaza i miedzi.

Trzecia wyodrębniona grupa – sery kwasowe – wyróżniała się najmniejszą zawartością jonów wapnia, w porównaniu z pozostałymi produktami (z wyjątkiem serwatki podpuszczkowej), potasu i manganu oraz tym, że poziom cynku, żelaza i miedzi był w tych serach wyższy niż w serwatce, a niższy niż w serach kwasowo-podpuszczkowych.

Serwatka podpuszczkowa (zarówno owcza, jak i kozia) stanowiły odrębną grupę na mapie konfiguracji, bowiem nie zawierały w ogóle jonów cynku i odznaczały się zdecydowanie najmniejszą zawartością jonów wapnia, magnezu, manganu i żelaza.

Analiza profilu mineralnego (w zakresie zbadanych pierwiastków metalicznych) serów i serwatki, wykonana na podstawie średniej zawartości (tab. 1), przeciętnych wskaźników retencji (tab. 2) oraz wyników analizy dyskryminacyjnej pozwala uszeregować badane produkty wg malejącej wartości odżywczej w następujący sposób:

- 1) sery kwasowo-podpuszczkowe: owcze > owczo-kozie > kozie,
- 2) serwatka kwasowa,
- 3) sery kwasowe: owcze > owczo-kozie > kozie,
- 4) serwatka podpuszczkowa.

Rangowanie to jest zbliżone do wykonanego przez Almenarę i wsp. [2], którzy na podstawie poziomu siedmiu makro- i mikroelementów produkty kozie uszeregowali następująco (od najwyższej do najniższej wartości): sery twarde, sery półtwarde, sery świeże, serwatka.

Wnioski

1. Sery kwasowe i kwasowo-podpuszczkowe, otrzymane z mleka owiec i kóz ras alpejskich, stanowią pod względem odżywczym wartościową grupę przetworów mlecznych z uwagi na bardzo korzystny profil składników mineralnych.
2. Korzystnym, zarówno z punktu widzenia producentów, jak i konsumentów, ukierunkowaniem przetwarzania mleka owczego i koziego jest produkcja owczych i owczo-kozich serów kwasowo-podpuszczkowych. Produkcja owczych, kozich i owczo-kozich serów kwasowych może stanowić uzupełnienie tego podstawowego kierunku.

Literatura

- [1] Almenara F.J., Alvarez S., Darias J., Rodriguez E., Diaz C., Fresno M.: Effect of the ripening in the mineral composition of the cheeses made with Majorera goat's milk. *Archivos de Zootecnia*, 2007, **56**, 667-671.
- [2] Gajewska R., Ganowiak Z., Nabrzyski M.: Zawartość składników pokarmowych w niektórych przetworach mleka koziego. *Rochniki PZH*, 1997, **4**, 409-414.
- [3] Isleten M., Uysal-Pala C., Karagul-Yuceer Y.: Mineral content of Ezine cheese. *Gida*, 2007, **4**, 173-179.
- [4] Jenness R.: Composition and characteristics of goat milk. *J. Dairy Sci.*, 1980, **10**, 1968-1979.
- [5] Juarez M., Ramos M.: Physico-chemical characteristics of goat's milk in distinct from those of cow's milk. *Bull. Int. Dairy Fed.*, 1986, **202**.
- [6] Kędzior W.: *Owce produkty spożywcze. Aspekty towaroznawcze*. PWE, Warszawa 2005.
- [7] Martin-Hernandez M.C., Juarez M.: Retention of main and trace elements in four types of goat cheese. *J. Dairy Sci.*, 1989, **5**, 1092-1097.
- [8] Samarzija D., Anturac N., Pecina M., Mioc B., Havranek D., Paclovic I.: Mineral value of Croatian artisanal hard sheep cheeses in terms of geographical indication. *Milchwissenschaft*, 2005, **2**, 158-161.
- [9] Suhaj M., Korenovska M.: Identification of cheese species origin by pattern recognition processing of elemental data. *J. Food Nutr. Res.*, 2007, **4**, 174-180.
- [10] Williams A.P., Bishop D.R., Cockburn J.E., Scott K.J.: Composition of ewes milk. *J. Dairy Res.*, 1976, **2**, 325-329.

MINERAL COMPONENTS IN CHEESES AND WHEY MADE FROM EWE'S AND GOAT'S MILK

S u m m a r y

The objective of the research study was to determine the content of several selected mineral components in some types of goat's and ewe's milk cheeses, as well as in the whey obtained after those cheeses had been manufactured. The research material consisted of acid-set (soft) and rennet (hard) cheeses prepared as three variants: ewe's, ewe's-goat's, and goat's milk cheeses. The content of Na, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe, and Cu was determined in both the cheeses and the whey. The acid-rennet set ewe's milk cheeses contained more Na, K, Ca, Mg, Zn, Fe, and Cu ions than the acid-set ewe's milk cheeses. The acid-set goat's milk cheeses had more Na and Mn compared to acid-rennet set goat's milk cheeses. The results obtained made it possible to classify the products analyzed in four groups, which differed in the profile of the macro- and microelements studied. The first group contains acid-set whey (both from the goat's and ewe's milk). The second one comprises all three types of acid-and rennet-set cheeses whereas the third one: all the types of acid-set soft cheeses. The fourth group is made up of whey samples obtained while the acid-rennet-set cheeses have been manufactured. The products analyzed were arranged according to their decreasing nutritional value in the following manner: acid-rennet-set cheeses (from ewe's, sheep's-goat's, and goat's milk), acid-set whey, acid-set soft cheeses (from ewe's, ewe's-goat's, and goat's milk), and rennet whey.

Key words: ewe's milk cheeses, goat's milk cheeses, whey, mineral components 