

## Zawartość składników mineralnych w serach produkowanych z mleka plenno-mlecznej owcy kołudzkiej

Tadeusz Pakulski<sup>1</sup>, Maria Borys<sup>2</sup>, Elżbieta Pakulska<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Zootechniki – Państwowy Institut Badawczy,  
Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka,  
88-160 Janikowo

<sup>2</sup>Institut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego,  
ul. Jubilerska 4, 04-190 Warszawa

W badaniach oznaczono zawartość makro- i mikroelementów oraz wykonano testy na obecność metali ciężkich i arsenu w mleku owczym oraz w wytworzonych z niego serach. W dwóch kolejnych latach badano mleko pozyskiwane od stada plenno-mlecznej owcy kołudzkiej w okresie od maja do września, które przetwarzano na 5 rodzajów serów: twarogowy podpuszczkowy typu „bundz” (Tw); pomazankowy – „Bryndza owcza” (Pom); solankowy typu feta – „Oveta Kołudzka” (Ov); parzony-wędzony – „Kołudzki Wędzonek” (Wk); dojrzewający półtwardy – „Ser Kołudzki” (Dj). Zawartość pierwiastków oznaczono metodą spektrometrii atomowej. Wyprodukowane sery różniły się między sobą zawartością: suchej masy, białka, tłuszczu, popiołu i suchej masy beztłuszczowej. Ser parzony-wędzony (Wk) zawierał najwięcej: Ca (11,08 g/kg), Mg (0,61 g/kg), P (7,45 g/kg), Cr (0,09 mg/kg), Fe (4,04 mg/kg) i Zn (27,78 mg/kg), a najmniej K (0,80 g/kg). W serze solankowym (Ov) odnotowano najniższą zawartość: Ca (4,93 g/kg), Mg (0,30 g/kg), P (3,90 g/kg), Fe (1,42 mg/kg) i Zn (12,78 mg/kg), a najwyższą Na (17,83 g/kg) oraz niższy stosunek Ca : P. Ser dojrzewający półtwardy (Dj) charakteryzował się wyższym poziomem badanych pierwiastków niż ser twarogowy podpuszczkowy typu „bundz” (Tw) i ser pomazankowy (Pom). W mleku i serach nie stwierdzono obecności Cd, Hg, Pb i As.

**SŁOWA KLUCZOWE:** owce / mleko / sery / składniki mineralne

Mleko i produkty mleczne są źródłem wielu cennych składników, w tym i mineralnych, w żywieniu człowieka. Zawartość składników mineralnych w mleku przeżuwa- czy może zależeć od wielu czynników, takich jak: rodzaj paszy, stadium laktacji, rasa zwierząt, warunki środowiskowe czy polimorfizm białek mleka [1, 7, 10, 13]. Oznaczenie poziomu zawartości makro- i mikroelementów w produktach mlecznych pozwala określić, w jakim stopniu dany produkt może pokrywać zapotrzebowanie organizmu człowieka na poszczególne pierwiastki [8]. Z kolei oznaczenie zawartości metali cięż-

kich w produktach zwierzęcych, może pośrednio wskazywać na stopień skażenia środowiska, w którym bytowało zwierzę [13]. W naszym kraju stosunkowo mało badań prowadzono nad określeniem zawartości składników mineralnych w mleku owczym i wytwarzanych z niego produktach, często były one ograniczone do oznaczeń tylko wybranych pierwiastków [2]. W wcześniejszych badaniach autorzy [3] obserwowali różnicowanie zawartości składników mineralnych, w zależności od rodzaju sera produkowanego z mleka merynosów.

Podjęte badania miały na celu określenie zawartości niektórych pierwiastków (w tym metali ciężkich) w mleku owczym, pozyskiwanym w okresie wiosenno-letnim oraz w wytworzonych z niego serach.

### **Materiał i metody**

W dwóch kolejnych latach badano mleko pozyskiwane od stada plenno-mlecznej owcy kołudzkiej, w okresie od maja do września, które przetwarzano na 5 rodzajów serów:

- ◆ ser twarogowy podpuszczkowy typu „bundz” (Tw),
- ◆ ser pomazankowy – „Bryndza owcza” (Pom),
- ◆ ser solankowy typu feta – „Oveta Kołudzka” (Ov),
- ◆ ser parzony-wędzony – „Wędzonek Kołudzki” (Wk),
- ◆ ser dojrzewający półtwardy – „Ser Kołudzki” (Dj).

Dojone maciorki utrzymywano i żywiono alkierzowo, w ograniczonym zakresie korzystały one z zielonki na okólnikach w pobliżu owczarni. W skład dawek pokarmowych wchodziły zielonki z traw i w mniejszym stopniu z lucerny, uzupełniane kiszunką, sianem i paszami treściwymi. Owce dojono mechanicznie 2 x dziennie po odsadzeniu jagniąt w 56. dniu życia.

Badania wykonywano na mleku zbiorczym („kotłowym”) i na uzyskiwanych z niego wymienionych rodzajach serów. Przeroby doświadczalne mleka na sery wykonywano w odstępach 2-3-tygodniowych (4 serie). Każdą serię starano się wykonać w ciągu 7-10 dni, z mleka skolekcjonowanego w ciągu 24-48 godzin. Wszystkie rodzaje serów były produkowane (warzone) z mleka poddanego obróbce termicznej (pasteryzacji) i wytwarzane zgodnie z zakładowymi normami technologicznymi. Do mleka przerobowego po pasteryzacji dodawano bezwodny chlorek wapniowy ( $\text{CaCl}_2$ ) w ilości 0,2 g/l. W procesie produkcji serów pomazankowego, solankowego i dojrzewającego, mleko (po pasteryzacji przed zadaniem podpuszczki) ukwaszono odpowiednimi szczepionkami kultur bakteryjnych. Przy produkcji poszczególnych serów stosowano różny dodatek soli: w przypadku sera twarogowego (Tw) wynosił on 1-2%, pomazankowego (Pom) – 2,5-3,0%. Ser solankowy (Ov) dojrzewał w serwatce z 11-12% zawartością soli, a sery parzony-wędzony (Wk) i dojrzewający półtwardy (Dj) solono w roztworze solanki: odpowiednio 13% i 16% przez 24 godziny.

W próbach mleka i serów oznaczono zawartość: suchej masy; białka; tłuszczu; suchej masy beztłuszczowej (smb); popiołu (tylko w serach); makroelementów – wapnia (Ca), magnezu (Mg), sodu (Na), potasu (K) i fosforu (P); mikroelementów – miedzi

(Cu), żelaza (Fe), cynku (Zn) i chromu (Cr) oraz wykonano testy na obecność metali ciężkich – kadmu (Cd), rtęci (Hg) i ołowiu (Pb) oraz arsenu (As). Podstawowy skład mleka i serów oznaczono metodami laboratoryjnymi [4].

Zawartość pierwiastków (poza rtęcią) w mleku i serach oznaczano metodą emisyjnej spektrometrii atomowej (ICP-AES), na spektrometrze firmy Jobin Yvon, typ 138 Ultrace. Zawartość rtęci oznaczano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej, na aparacie firmy Altec, typ AMA-254.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą dwuczynnikowej analizy wariancji, za pomocą programu STATISTICA (Statistica – Przewodnik, 2002).

## Wyniki i dyskusja

Mleko przetwarzane na poszczególne sery różniło się zawartością suchej masy, była ona wyższa w mleku przetwarzanym na ser twarogowy podpuszczkowy (Tw) i pomazankowy (Pom), w porównaniu z mlekiem przeznaczonym do produkcji pozostałych serów, a zwłaszcza sera dojrzewającego półtwardego (Dj) – tabela 1. Zawartość białka i tłuszczu oraz suchej masy beztłuszczowej (smb) w mleku przetwarzanym na poszczególne sery, wahała się w pewnych granicach, ale poza różnicą w zawartości tłuszczu i smb między mlekiem użytym do produkcji sera twarogowego podpuszczkowego i dojrzewającego półtwardego, pozostałe różnice nie zostały potwierdzone statystycznie.

Mleko przeznaczone do produkcji poszczególnych serów doświadczalnych zasadniczo nie różniło się pod względem zawartości wapnia, fosforu, magnezu, potasu i sodu (tab. 1). Należy jednak zwrócić uwagę na pewne różnice w stosunku Ca : P – był on nieco wyższy w mleku użytym do produkcji sera pomazankowego (Pom) i dojrzewającego półtwardego (Dj), pośredni – w mleku użytym do produkcji sera solankowego (Ov) i parzonego-wędzonego (Wk) oraz niższy w mleku użytym do produkcji sera twarogowego podpuszczkowego (Tw).

Obserwowano pewne zróżnicowanie zawartości mikroelementów w mleku użytym do produkcji serów. I tak, stwierdzono różnice w poziomie zawartości: chromu między mlekiem przeznaczonym do produkcji serów Pom i Ov, cynku i żelaza – między mlekiem do produkcji sera Dj i Ov oraz miedzi między mlekiem przeznaczonym do produkcji sera Dj a mlekiem użytym do wytworzenia serów Tw i Pom (tab. 1).

Średni skład mleka owczego w badaniach własnych pod względem zawartości białka i tłuszczu był zbliżony do wartości podawanych przez Haenlein'a [5], jako średnie dla tego gatunku; natomiast zawartość większości składników mineralnych była wyższa od podawanych przez cytowanego autora. Pirisi i wsp. [9], w mleku owiec zdrowych o podobnej, jak w badaniach własnych, zawartości suchej masy i białka a niższej tłuszczu, podają zbliżone wartości dla poziomu Ca i Mg, a wyższe dla Na oraz niższe dla K i P. W badaniach wykonanych na mleku merynosów odmiany barwnej [3] obserwowano, przy wyższej zawartości suchej masy, podobny poziom zawartości większości makro- i mikroelementów, jedynie zawartość potasu była niższa, a cynku wyższa niż uzyskana w badaniach własnych.

Zawartość metali ciężkich i arsenu w mleku użytym do produkcji poszczególnych serów była poniżej progu wykrywalności, tj.: Cd – <0,009 mg/kg, Hg – <0,001 mg/kg, Pb – <0,07 mg/kg i As – <0,07 mg/kg.

Również rok wykonania badań wpłynął na różnice w składzie mleka; o ile zawartość w mleku suchej masy i białka w obu badanych latach była podobna, to w przypadku pozostałych składników stwierdzono zasadnicze różnice (tab. 1). Mleko w pierw-

**Tabela 1 – Table 1**

Sredni skład mleka owczego przetwarzanego na różne rodzaje serów

Average chemical composition of ewe milk processed into different types of cheese

Wyszczególnienie Specification		Mleko do produkcji różnych rodzajów sera Milk processed into types of cheese					Rok – Year		SEM	Interakcja: ser x rok Interaction: cheese x year
		Tw <sup>1)</sup>	Pom <sup>2)</sup>	Ov <sup>3)</sup>	Wk <sup>4)</sup>	Dj <sup>5)</sup>	2005	2006		
							20	20		
n		8	8	8	8	8	20	20		
Sucha masa (%)	$\bar{x}$	18,60 <sup>Aa</sup>	18,20 <sup>ah</sup>	17,54 <sup>bc</sup>	17,37 <sup>Bc</sup>	17,17 <sup>Bc</sup>	17,50	18,05	0,171	–
Dry matter (%)	V%	6,96	6,74	4,67	3,94	4,42	5,58	6,29		
Białko (%)	$\bar{x}$	6,20	5,54	5,83	5,72	5,67	5,90	5,69	0,094	–
Protein (%)	V%	10,52	8,79	8,06	12,75	9,44	11,22	9,14		
Tłuszcz (%)	$\bar{x}$	7,03 <sup>a</sup>	6,67	6,40	6,36 <sup>a</sup>	6,53	6,07 <sup>B</sup>	7,24 <sup>A</sup>	0,137	–
Fat (%)	V%	15,46	14,50	12,38	13,87	5,87	11,28	8,38		
Sucha masa beztłuszczowa	$\bar{x}$	11,57 <sup>a</sup>	11,23	11,14	11,01	10,64 <sup>b</sup>	11,43 <sup>A</sup>	10,81 <sup>B</sup>	0,122	–
Solids not-fat	V%	6,04	4,88	5,88	8,96	8,35	5,20	7,93		
Cu (g/kg)	$\bar{x}$	2,26	2,41	2,32	2,44	2,44	2,58 <sup>A</sup>	2,18 <sup>B</sup>	0,043	–
	V%	8,38	11,98	7,95	14,14	14,06	8,50	7,28		
K (g/kg)	$\bar{x}$	1,45	1,56	1,57	1,56	1,60	1,71 <sup>A</sup>	1,39 <sup>B</sup>	0,034	–
	V%	19,94	10,73	13,68	13,01	13,35	9,28	8,95		
Mg (g/kg)	$\bar{x}$	0,22	0,23	0,22	0,23	0,23	0,24 <sup>A</sup>	0,21 <sup>B</sup>	0,003	–
	V%	6,84	11,20	7,67	7,71	14,55	9,25	5,73		
Na (g/kg)	$\bar{x}$	0,55	0,55	0,56	0,58	0,55	0,62 <sup>A</sup>	0,50 <sup>B</sup>	0,012	–
	V%	18,50	13,69	10,76	12,42	16,44	10,44	8,23		
P (g/kg)	$\bar{x}$	1,77	1,71	1,73	1,80	1,75	1,84 <sup>A</sup>	1,67 <sup>B</sup>	0,024	–
	V%	9,59	11,76	8,12	9,43	5,63	7,86	6,39		
Ca : P	$\bar{x}$	1,283	1,415	1,342	1,359	1,390	1,404 <sup>a</sup>	1,310 <sup>b</sup>	0,021	–
	V%	6,32	11,16	4,09	13,16	9,71	11,04	6,33		
Cr (mg/kg)	$\bar{x}$	0,027	0,030 <sup>a</sup>	0,026 <sup>b</sup>	0,028	0,029	0,022 <sup>B</sup>	0,034 <sup>A</sup>	0,001	–
	V%	20,37	27,95	23,03	26,17	30,67	16,62	11,08		
Zn (mg/kg)	$\bar{x}$	4,86	4,72 <sup>b</sup>	4,72 <sup>b</sup>	4,90	5,27 <sup>a</sup>	5,05 <sup>a</sup>	4,74 <sup>b</sup>	0,080	**
	V%	7,63	12,98	9,83	13,06	4,03	8,32	11,48		
Fe (mg/kg)	$\bar{x}$	0,62	0,63	0,59 <sup>b</sup>	0,66	0,69 <sup>a</sup>	0,69 <sup>A</sup>	0,59 <sup>B</sup>	0,015	–
	V%	11,95	16,41	20,90	9,67	11,58	12,12	13,12		
Cu (mg/kg)	$\bar{x}$	0,084 <sup>b</sup>	0,076 <sup>b</sup>	0,089	0,095	0,121 <sup>a</sup>	0,106	0,080	0,006	–
	V%	25,48	36,38	14,04	19,49	57,89	45,34	21,07		

Tw<sup>1)</sup> – ser twarogowy podpuszczkowy – rennet curd cheese; Pom<sup>2)</sup> – ser pomazankowy – soft cheese; Ov<sup>3)</sup> – ser solankowy – brine cheese; Wk<sup>4)</sup> – ser parzony-wędzony – scalded-smoked cheese; Dj – ser dojrzewający półtwardy – semi-hard maturing cheese

A, B – P≤0,01; a, b, c – P≤0,05

\*\* – interakcja: ser x rok istotna statystycznie – przy P≤0,01 – interaction: cheese x year statistically significant – at P≤0,01

szym roku badań miało niższą zawartość tłuszczu i chromu, a wyższą zawartość: suchej masy beztłuszczowej; makroelementów – wapnia, fosforu, magnezu, potasu, sodu; mikroelementów – cynku i żelaza oraz korzystniejszy stosunek Ca : P (tab. 1).

Wyprodukowane sery różniły się między sobą podstawowym składem i zawartością składników mineralnych (tab. 2). Zawartość suchej masy była wyższa w serach: pomazankowym (Pom), parzonym-wędzonym (Wk) i dojrzewającym półtwardym (Dj) niż w serze twarogowym podpuszczkowym (Tw) i solankowym (Ov). Najwyższa zawartość białka i najniższa tłuszczu była w serze parzonym-wędzonym (Wk), a tym samym wyższy był poziom suchej masy beztłuszczowej. W pozostałych serach zawartość białka była wyższa w serze dojrzewającym półtwardym (Dj), pośrednia – w pomazankowym (Pom) i niższa w serze twarogowym podpuszczkowym (Tw), a zwłaszcza w serze solankowym (Ov); natomiast nie było między nimi zasadniczych różnic w zawartości tłuszczu, z wyjątkiem sera Dj i Tw (tab. 2). W serach twarogowym podpuszczkowym (Tw) i dojrzewającym półtwardym (Dj) stwierdzono niższą zawartość popiołu niż w pozostałych, między którymi nie było różnic w tym względzie.

Badane sery różniły się zawartością makro- i mikroelementów. Zawartość wapnia była najwyższa w serze parzonym-wędzonym (Wk), niższa o: 23,5% – w dojrzewającym półtwardym (Dj), 37,7% – w twarogowym podpuszczkowym (Tw), 39,6% – w pomazankowym (Pom) i 55,5% – w solankowym (Ov) (tab. 2). Podobne zależności między porównywanymi serami obserwowano w zawartości magnezu i fosforu. Zawartość sodu w serach była wynikiem interakcji między jego poziomem w mleku przerobowym i wielkością dodatku soli w procesie technologicznym, w rezultacie zawartość tego składnika we wszystkich serach wzrosła w znaczący sposób w stosunku do jego zawartości w mleku. Najwyższy poziom sodu był w serze solankowym (Ov) i pomazankowym (Pom), pośredni w parzonym-wędzonym (Wk) i znacznie niższy w dojrzewającym półtwardym (Dj), a zwłaszcza w twarogowym podpuszczkowym (Tw). Należy nadmienić, że zawartość Na w serach, jak i innych produktach spożywczych, jest istotną informacją ze względu na zalecenia do ograniczenia wysokości jego spożycia w diecie [8]. Zawartość potasu była najniższa w serze parzonym wędzonym (Wk), wyższa, ale zbliżona – w twarogowym podpuszczkowym (Tw) i w dojrzewającym półtwardym (Dj) oraz najwyższa w pomazankowym (Pom) i w solankowym (Ov) – tabela 2. Ser solankowy cechował się niższym od pozostałych stosunkiem Ca : P, a więc mniej korzystnym z punktu wartości odżywczej.

Stosunkowo mało jest prac dotyczących zawartości składników mineralnych w serach z mleka owczego, zwłaszcza produkowanych przy stosowaniu porównywalnych technologii. Jak podaje Kędzior [6], zawartość wapnia w bryndzy owczej wynosiła 6,4 g/kg, a w tradycyjnym oscypku – 8,9 g/kg. W pierwszym przypadku była zatem zbliżona do stwierdzonej zawartości wapnia w badaniach własnych w serze pomazankowym, natomiast w drugim – była niższa od zawartości tego składnika w serze parzonym-wędzonym (Wk). W tego samego typu serach produkowanych z mleka merynosów [3] obserwowano, że średnia zawartość w nich makroelementów: Ca, Mg i P była na porównywalnym poziomie, K – na niższym, a mikroelementów (Fe, Cr, Cu i Zn) – na wyższym poziomie. Ponadto w cytowanych badaniach [3] autorzy wykazali, że zasto-

**Tabela 2 – Table 2**

Zawartość składników, makro- i mikroelementów w serach owczych

Chemical composition and the content of major and trace elements in the sheep cheeses

Wyszczególnienie Specification	Rodzaj sera – Types of cheese					Rok – Year		SEM	Interakcja: ser x rok Interaction: cheese x year	
	Tw <sup>1)</sup>	Pom <sup>2)</sup>	Ov <sup>3)</sup>	Wk <sup>4)</sup>	Dj <sup>5)</sup>	2005	2006			
	n	8	8	8	8	20	20			
Sucha masa (%)	$\bar{x}$	45,14 <sup>B</sup>	54,63 <sup>A</sup>	46,31 <sup>B</sup>	52,24 <sup>A</sup>	55,31 <sup>A</sup>	49,58 <sup>b</sup>	51,87 <sup>a</sup>	0,987	**
Dry matter (%)	V%	3,36	14,72	8,40	5,05	9,29	12,10	12,39		
Popiół (%)	$\bar{x}$	3,17 <sup>B</sup>	5,20 <sup>A</sup>	5,14 <sup>A</sup>	5,41 <sup>A</sup>	3,87 <sup>B</sup>	4,79 <sup>A</sup>	4,32 <sup>B</sup>	0,182	–
Ash (%)	V%	20,98	12,11	9,50	18,87	23,80	22,57	27,81		
Białko (%)	$\bar{x}$	15,34 <sup>C</sup>	18,87 <sup>Bb</sup>	13,82 <sup>C</sup>	27,76 <sup>A</sup>	21,90 <sup>Ba</sup>	18,00 <sup>B</sup>	21,08 <sup>A</sup>	0,912	*
Protein (%)	V%	8,63	24,10	17,41	13,77	3,88	27,31	29,65		
Tłuszcz (%)	$\bar{x}$	19,21 <sup>Ab</sup>	21,95 <sup>A</sup>	20,46 <sup>A</sup>	9,47 <sup>B</sup>	22,56 <sup>Aa</sup>	18,79	18,67	0,876	*
Fat (%)	V%	8,75	15,72	8,68	34,59	15,46	28,89	31,04		
Sucha masa beztłuszczowa	$\bar{x}$	25,93 <sup>C</sup>	32,68 <sup>B</sup>	25,85 <sup>C</sup>	42,77 <sup>A</sup>	32,75 <sup>B</sup>	30,79 <sup>B</sup>	33,20 <sup>A</sup>	1,157	**
Solids not-fat	V%	5,78	20,23	9,23	9,82	9,58	19,86	25,09		
Ca (g/kg)	$\bar{x}$	6,90 <sup>C</sup>	6,69 <sup>C</sup>	4,93 <sup>D</sup>	11,08 <sup>A</sup>	8,57 <sup>B</sup>	7,42	7,84	0,362	–
	V%	4,61	12,61	12,89	15,12	8,72	27,13	32,72		
K (g/kg)	$\bar{x}$	1,09 <sup>Ab</sup>	1,20 <sup>A</sup>	1,23 <sup>Aa</sup>	0,80 <sup>B</sup>	1,07 <sup>Ab</sup>	1,11	1,04	0,032	**
	V%	11,47	14,45	12,21	18,04	9,53	22,04	14,47		
Mg (g/kg)	$\bar{x}$	0,42 <sup>C</sup>	0,41 <sup>C</sup>	0,30 <sup>D</sup>	0,61 <sup>A</sup>	0,53 <sup>B</sup>	0,43 <sup>b</sup>	0,48 <sup>a</sup>	0,020	–
	V%	12,44	10,52	18,26	18,05	9,11	27,91	27,91		
Na (g/kg)	$\bar{x}$	5,21 <sup>D</sup>	14,44 <sup>Ba</sup>	17,83 <sup>A</sup>	12,09 <sup>Bb</sup>	8,48 <sup>C</sup>	12,48 <sup>a</sup>	10,74 <sup>b</sup>	0,813	*
	V%	21,55	18,02	17,54	20,74	40,29	44,69	43,28		
P (g/kg)	$\bar{x}$	4,74 <sup>C</sup>	4,67 <sup>C</sup>	3,90 <sup>D</sup>	7,45 <sup>A</sup>	5,84 <sup>B</sup>	5,28	5,36	0,213	–
	V%	5,53	10,17	7,29	13,01	6,81	22,69	28,24		
Ca : P	$\bar{x}$	1,456 <sup>A</sup>	1,435 <sup>A</sup>	1,263 <sup>B</sup>	1,494 <sup>A</sup>	1,468 <sup>A</sup>	1,395	1,451	0,023	–
	V%	3,41	10,31	8,59	13,05	3,98	8,83	11,12		
Cr (mg/kg)	$\bar{x}$	0,074 <sup>B</sup>	0,071 <sup>B</sup>	0,080 <sup>B</sup>	0,097 <sup>A</sup>	0,080 <sup>B</sup>	0,068 <sup>B</sup>	0,093 <sup>A</sup>	0,003	**
	V%	30,73	15,59	36,51	26,08	10,61	19,29	23,70		
Zn (mg/kg)	$\bar{x}$	15,12 <sup>Ca</sup>	15,41 <sup>Ca</sup>	12,78 <sup>Ch</sup>	27,78 <sup>A</sup>	21,19 <sup>B</sup>	18,16	18,49	0,945	**
	V%	11,75	17,01	9,72	17,15	15,92	26,63	38,18		
Fe (mg/kg)	$\bar{x}$	1,55 <sup>CDb</sup>	2,57 <sup>B</sup>	1,42 <sup>D</sup>	4,04 <sup>A</sup>	2,47 <sup>Bcb</sup>	2,36	2,46	0,188	–
	V%	9,60	17,10	25,07	34,06	32,56	40,04	57,61		
Cu (mg/kg)	$\bar{x}$	0,31 <sup>b</sup>	0,24 <sup>B</sup>	0,31 <sup>b</sup>	0,41	0,52 <sup>A</sup>	0,38	0,33	0,031	**
	V%	36,50	28,09	47,50	20,14	65,70	63,87	42,06		

Tw<sup>1)</sup> – ser twarogowy podpuszczkowy – rennet curd cheese; Pom<sup>2)</sup> – ser pomazankowy – soft cheese; Ov<sup>3)</sup> – ser solankowy – brine cheese; Wk<sup>4)</sup> – ser parzony-wędzony – scalded-smoked cheese; Dj – ser dojrzewający półtwardy – semi-hard maturing cheese

A, B, C, D –  $P \leq 0,01$ ; a, b, c –  $P \leq 0,05$

\* – interakcja istotna statystycznie – przy  $P \leq 0,05$  – interaction statistically significant – at  $P \leq 0,05$

\*\* – interakcja istotna statystycznie – przy  $P \leq 0,01$  – interaction statistically significant – at  $P \leq 0,01$

sowana technologia produkcji serów wpływała na zróżnicowanie zawartości makro- i mikroelementów.

W badaniach własnych, w serach: twarogowym (Tw), solankowym (Ov) i dojrzewającym (Dj) uzyskano wyższą zawartość wapnia, potasu, sodu i magnezu, porówny-

walną – fosforu i niższą – żelaza, w porównaniu ze średnimi podawanymi dla odpowiadających im serów z mleka krowiego [8].

W serze parzonym-wędzonym (Wk) wyższa była zawartość: chromu, cynku i żelaza oraz pośrednia miedzi, w stosunku do pozostałych serów. Pozostałe sery nie różniły się między sobą zawartością Cr, natomiast różniły się poziomem cynku, żelaza i miedzi. W serze dojrzewającym półtwardym (Dj) obserwowano wyższy poziom występowania Cu i Zn niż w pozostałych. Zawartość Fe była wyższa i podobna w serach pomazankowym (Pom) i dojrzewającym półtwardym (Dj), w porównaniu do sera twarogowego podpuszczkowego (Tw) i sera solankowego (Ov) – tabela 2.

W badanych serach poziom zawartości metali ciężkich (Cd, Hg i Pb) i arsenu (As) był poniżej poziomu wykrywalności, tj.: Cd –  $<0,009$  mg/kg, Hg –  $<0,001$  mg/kg, Pb  $<0,07$  mg/kg i As  $<0,07$  mg/kg. Powyższe wyniki są potwierdzeniem wyników uzyskanych w testach na obecność metali ciężkich i arsenu dla podobnego typu serów z mleka merynosów [3].

Stwierdzono różnice pomiędzy serami wyprodukowanymi w pierwszym i drugim roku badań, dotyczące średniej zawartości suchej masy, popiołu, białka, suchej masy beztłuszczowej oraz składników mineralnych – magnezu, sodu i chromu. I tak, podobnie jak w mleku, w drugim roku badań w serach była średnio wyższa zawartość suchej masy, suchej masy beztłuszczowej oraz chromu, a niższa sodu; natomiast zawartość magnezu w serach była wyższa, podczas gdy w mleku było na odwrót – wyższy poziom Mg był w pierwszym roku. W drugim roku badań w serach było średnio więcej białka, a mniej popiołu ( $P \leq 0,01$ ). Dla zawartości w serach: suchej masy, białka, tłuszczu, suchej masy beztłuszczowej, K, Na, Cr, Zn i Cu wystąpiły statystycznie istotne interakcje: rodzaj sera x rok.

Uzyskane wyniki wskazują, że badane sery różniły się między sobą podstawowym składem oraz zawartością makro- i mikroelementów w zależności od zastosowanej technologii ich wyrobu.

## PIŚMIENNICTWO

1. BIS-WENCEL H., 2003 – Mineral Elements Level in Milk of the Cows with Mineral Dietary Supplementation. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Lublin-Polonia*, vol. XXI, 2, 88, 259-264.
2. BONCZAR G., 2006 – Jakość oscypków z uwzględnieniem oceny mleka owczego i zętycy. Program Aktywizacji Gospodarczej i Ochrony Dziedzictwa Małopolskich Karpat – OWCA PLUS – 2006. Materiały szkoleniowe. Kraków 2006, 18-22.
3. BORYS M., PAKULSKI T., BORYS B., PAKULSKA E., WĘGRZYN E., 2006 – The content and retention of some major and trace minerals in sheep's milk and cheese. *Archiv für Tierzucht*, vol.49 (special issue), 263-267.
4. BUDSŁAWSKI J., 1963 – Chemia i analiza mleka oraz jego przetworów. PWRiL Warszawa.
5. HAENLEIN G.F.W., 1995 – Nutritional value of dairy products of ewe and goat milk. Production and utilization of ewe and goat milk. Proceedings of the IDF/Greek National Committee of IDF/ CIRVAL Seminar held in Crete (Greece), 19-21 October 1995; 159-178.
6. KĘDZIOR W., 2005 – Owcze produkty spożywcze. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.

7. KRZYŻEWSKI J., RYNIEWICZ Z., STRZAŁKOWSKA N., BAGNICKA E., 2002 – Koncentracja wybranych makro- i mikroelementów w mleku kóz zależnie od polimorficznej formy  $\alpha$ -S1 kazeiny. *Prace i Materiały Zootechniczne*, Zeszyt Specjalny 14, 93-102.
8. KUNACHOWICZ H., NADOLNA I., IWANOW K., PRZYGODA B., 2005 – Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. Wyd. IV. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
9. PIRISI A., GASPARD C.E., PIREDDA G., JAUBERT A., LEDDA A., 1999 – Relation entre CCS et les caractéristiques du lait de brebis et de chèvre. Milking and milk production of dairy sheep and goats. Athens, Greece, September 26 – October 1, 1998. EAAP Publication no. 95, 495-500.
10. SABA L., NOWAKOWICZ-DĄBEK B., WNUK W., BIS-WENCEL H., NIEDŹWIADEK T., 2003 – Poziom wybranych elementów mineralnych u owiec z Pomorza Środkowego z uwzględnieniem poszczególnych ogniw łańcucha troficznego. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Lublin-Polonia*, vol. XXI, nr 2, 94, 315-321.
11. SURĄŻYŃSKI A., NOWAK H., KŁOBUKOWSKI J., 1977 – Sery typu „Ricotta” otrzymane z mleka koagulowanego metodą termiczno-kwasową. *Przegląd Mleczarski* 3, 83.
12. SZYMANOWSKA A., LIPECKA C., PATKOWSKI K., 1997 – Zawartość pierwiastków w mleku owiec mieszańców. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 34, 145.
13. WĘGLARZY K., 2005 – Wpływ zawartości wybranych metali ciężkich w glebie na ich odkładanie w produktach i tkankach wypasanych zwierząt. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, Rozprawy habilitacyjne. 21, 1-65.

Tadeusz Pakulski, Maria Borys, Elżbieta Pakulska

## Mineral content of cheeses, produced from the milk of prolific-dairy Kołuda sheep

### S u m m a r y

The aim of the study was to determine the macro- and microelement content of sheep milk and sheep milk cheeses and to test them for the presence of heavy metals and arsenic. The study was carried out in two successive years based on the milk obtained from the prolific-dairy Kołuda sheep during May – September. The milk was processed into 5 types of cheese: rennet curd rennet cheese of „bundz” type (Tw), soft white cheese – „Bryndza owcza” (Pom), brine cheese feta-like – „Oveta Kołudzka (Ov), scalded-smoked cheese – „Kołudzki Wędzonek” (Wk), and semi-hard maturing cheese – „Ser Kołudzki” (Dj). The element content was determined using atomic spectrometry. The cheeses obtained differed in the content of solids, protein, fat, ash and solids not-fat. Scalded-smoked cheese (Wk) had the highest content of Ca (11.1g/kg), Mg (0.6 g/kg), P (7.4 g/kg), Cr (0.10 mg/kg), Fe (4.04 mg/kg) and Zn (27.78 mg/kg) and the lowest content of K (0.80 g/kg). Brine cheese (Ov) was the lowest in Ca (4.93 g/kg), Mg (0.30 g/kg), P (3.90 g/kg), Fe (1.42 mg/kg) and Zn (12.78 mg/kg) and the highest in Na (17.83 g/kg) with a lower Ca : P ratio. Semi-hard maturing cheese (Dj) was characterized by a higher content of the analysed elements compared to Tw and Pom cheeses. Any presence of Cd, Hg, Pb and As in the milk or cheeses was not found.