

GENOWEFA BONCZAR, MONIKA WSZOŁEK, MARIA WALCZYCKA,
ANETA ŻEBROWSKA, KRZYSZTOF MACIEJOWSKI

WPLYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW NA AKTYWNOŚĆ WODY I JAKOŚĆ MIKROBIOLOGICZNĄ MIĘKKICH SERÓW Z MLEKA OWCZEGO

Streszczenie

Materiał badawczy stanowiło mleko owcze i miękkie sery podpuszczkowe. W mleku oznaczono zawartość: suchej masy, tłuszczu, związków azotowych ogółem oraz kwasowość miareczkową, pH i gęstość. Mleko podzielono na dwie części – jedną część spasteryzowano w temp. 72 °C, pozostałej nie pasteryzowano. Do obu części mleka dodano podpuszczkę (o mocy 1:1000). Po uzyskaniu skrzepu i pokrojeniu uformowano sery. Po 24 h jeden ser z mleka pasteryzowanego i jeden z surowego poddano soleniu w solance o stężeniu 16 % przez 1 h. Podobnie po jednym serze z mleka surowego i jednym z pasteryzowanego zaparzano w wodzie w temp. 70 °C przez 3 min.

Świeże sery – surowe i pasteryzowane poddano analizie, która obejmowała oznaczenie zawartości suchej masy, pH, aktywności wody, parametrów tekstury, a także badania mikrobiologiczne, dotyczące oznaczenia ogólnej liczby drobnoustrojów, liczby bakterii z grupy coli, liczby bakterii kwaszących oraz liczby pleśni i drożdży. Po 14 dniach przechowywania w temp. 4 °C w serach oznaczano zawartość suchej masy, aktywność wody, pH, parametry tekstury i przeprowadzono badania mikrobiologiczne. Wyniki opracowano statystycznie.

Stwierdzono, że pasteryzacja wpłynęła na obniżenie badanych parametrów w serach, statystycznie istotnie w przypadku pH, spoistości i żujności oraz liczby drobnoustrojów (ogólnej, coli i drożdży). Solenie istotnie zredukowało aktywność wody w serach. Liczba drobnoustrojów (ogólna, coli i drożdży) zmniejszyła się nieznacznie, lecz w sposób statystycznie nieistotny. Zaparzenie spowodowało istotny statystycznie wzrost zawartości suchej masy oraz parametrów tekstury: twardości, spoistości, sprężystości i żujności. Współczynniki korelacji między aktywnością wody i pozostałymi analizowanymi parametrami serów zmieniały się w zależności od zastosowanego czynnika doświadczalnego.

Słowa kluczowe: mleko owcze, sery, pasteryzacja, solenie, zaparzenie, aktywność wody, jakość mikrobiologiczna

Wprowadzenie

Aktywność wody w produktach spożywczych wskazuje na stopień powiązania cząsteczek wody ze składnikami żywności. Jej wartość świadczy o dostępności wody dla mikroorganizmów, a tym samym o możliwości ich rozwoju, co wpływa na jakość produktów i ich trwałość. Spośród produktów mleczarskich mleko w proszku odtłuszczone charakteryzuje się aktywnością wody 0,254 i trwałością wynoszącą 6 miesięcy, podczas gdy aktywność wody sera twarogowego wynosi 0,955, a jego trwałość 48 h [4]. Gdy aktywność wody wynosi powyżej 0,95 w mleku i produktach mleczarskich rozwijają się bakterie z rodzaju *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Proteus*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Clostridium perfringens* i niektóre drożdże, od 0,91 - 0,95 *Salmonella*, *Clostridium botulinum*, *Serratia*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Bacillus* i niektóre pleśnie, a od 0,87 - 0,91 drożdże m.in. *Candida* oraz bakterie *Micrococcus*. Zaobserwowano, że produkty spożywcze o $a_w < 0,65$ mają trwałość ponad 6 miesięcy, o $0,65 < a_w < 0,91$ charakteryzuje trwałość ponad 2 miesiące, a o $a_w > 0,91$ są mniej trwałe (od 2 dni do kilku tygodni). Wyniki niektórych badań wskazują, że aktywność wody ulega zmianie w produktach mleczarskich, w tym w serach, w zależności od wpływu prowadzonych procesów technologicznych, czasu dojrzewania, przechowywania, a także gatunku zwierzęcia od którego pochodzi mleko [6, 7, 11, 13, 16, 18]. Aktywność wody w serach zmienia się w zależności od stopnia dojrzałości sera (niedojrzały, dojrzały, przejrzaly), rodzaju sera (twardy, półtwardy, miękki), solenia i in. [8, 9, 17].

Celem niniejszej pracy było określenie poziomu aktywności wody i liczby drobnoustrojów (ogólna, z grupy coli, grzybów oraz bakterii kwaszących) w serach miękkich z mleka owczego surowego lub pasteryzowanego, które poddawano soleniu lub zaparzeniu. Ponadto celem było określenie zależności między aktywnością wody a niektórymi właściwościami serów oraz liczbą drobnoustrojów.

Material i metody badań

Materiałem badawczym były sery miękkie podpuszczkowe, wyprodukowane z mleka owczego w warunkach laboratoryjnych. W okresie wiosennym (żywienie pastwiskowe) trzykrotnie w odstępach dwutygodniowych pobierano po rannym doju po około 15 l mleka zbiorczego od stada polskich owiec górskich z baczki k. Nowego Targu. Po przewiezieniu do laboratorium Katedry Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, w czasie nie dłuższym niż 2 h, świeże mleko poddawano analizie, a następnie produkowano z niego sery.

Badania mleka obejmowały oznaczenie zawartości: suchej masy metodą suszenia, zawartości tłuszczu metodą Gerbera, zawartości związków azotowych ogółem metodą Kjeldahla przy użyciu aparatu Buchi oraz kwasowość miareczkową metodą Soxhleta-Henkla, pH przy użyciu pehametru, gęstość metodą laktodensymetryczną [1].

Mleko cedzono i dzielono na dwie części – jedną część poddawano pasteryzacji w temp. 72 °C, drugiej nie pasteryzowano. Do obu części mleka dodawano podpuszczkę o mocy 1:1000 w takiej ilości, aby skrzep zwięzły uzyskać po około 1 h. Skrzep krojono na kostki o boku około 2 cm i delikatnie mieszano. Następnie kostki przenoszono do foremek, kilkakrotnie je odwracając. W ten sposób uzyskano po trzy sery z mleka surowego i trzy z mleka pasteryzowanego. Po 24 h formowania poddawano soleniu przez 1 h w solance o stężeniu soli 16 % po jednym serze z mleka surowego i pasteryzowanego. Kolejne dwa sery (z mleka surowego i pasteryzowanego) zaparzano w wodzie o temp. 70 °C przez 3 min, co kilkanaście sekund wyciągając z wody i ugniatając. Pozostałe sery (1 z mleka surowego i 1 z pasteryzowanego) nie poddawano dodatkowym zabiegom. Próbki wszystkich serów poddawano badaniom, a następnie po schłodzeniu przetrzymywano w temp. 4 °C przez 14 dni. W serach świeżych oznaczano: zawartość suchej masy metodą suszenia [1], pH przy użyciu pehametru, aktywność wody przy użyciu aparatu typu Lab Master firmy Novasina, parametry tekstury przy użyciu teksturometru TA-XT2 firmy Stable Micro System sprzężonym z komputerem PC (twardość, adhezyność, sprężystość, spoistość, żujność) [14]. Przeprowadzono badania jakości mikrobiologicznej serów uzyskanych z mleka surowego i pasteryzowanego, oznaczając ogólną liczbę drobnoustrojów, liczbę bakterii z grupy coli, liczbę bakterii kwaszących oraz ogólną liczbę grzybów metodą posiewów na pożywkach selektywnych [15].

Po 14 dniach przechowywania w serach powtórzono oznaczenia zawartości suchej masy, a także pomiar aktywności wody, pH, parametrów tekstury oraz ponownie przeprowadzono analizę mikrobiologiczną.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, wykorzystując program komputerowy Statistica v. 8. Przeprowadzono analizę wariancji ANOVA, w celu sprawdzenia istotności wpływu pasteryzacji, solenia, zaparzenia i czasu przechowywania na badane parametry serów, a istotność różnic między wartościami średnimi oszacowano przy zastosowaniu wielokrotnego testu rozstępu Duncana. Obliczono również współczynniki korelacji między aktywnością wody i pozostałymi badanymi właściwościami serów.

Wyniki badań i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono właściwości mleka owczego, będącego surowcem do produkcji miękkich serów podpuszczkowych. Mleko pochodziło od owiec rasy polskiej górskiej, użytkowanych wielostronnie, których mleko przerabiane jest w Polsce na regionalne produkty, w tym twarde sery z masy parzonej tzw. oscypki oraz miękkie sery bundz i bryndzę. Właściwości mleka były zbliżone do podawanych w innych pracach odnośnie mleka tej samej rasy owiec, analizowanego w początkowym okresie doju (maj – czerwiec), a także mleka owiec innych ras [12, 18].

Tabela 1

Skład chemiczny i cechy fizyczne mleka owczego użytego do produkcji serów.
Chemical composition and physical parameters of ewe's milk used to produce cheeses.

Właściwości mleka Properties of Milk	\bar{x}	δ
Gęstość / Density [g/cm ³]	1,034	0,0004
pH	6,60	0,06
Kwasowość / Acidity [°SH]	8,20	1,25
Zawartość suchej masy / Total solids content [%]	16,90	0,67
Zawartość związków azotowych ogółem / Total nitrogen compounds content [%]	5,10	0,22
Zawartość kazeiny / Casein content [%]	4,20	0,29
Zawartość tłuszczu / Fat content [%]	7,00	0,50

Wyniki analizy wariancji, dotyczące wpływu pasteryzacji, solenia i czasu przechowywania na różne właściwości serów przedstawiono w tab. 2. Pasteryzacja wpłynęła na zmniejszenie wartości wszystkich badanych parametrów, w tym statystycznie istotnie na zmniejszenie spoistości i żujności, a także ogólnej liczby drobnoustrojów, liczby bakterii z grupy coli oraz ogólnej liczby grzybów.

Aktywność wody w serach z mleka surowego wyniosła 0,978, a w serach z mleka pasteryzowanego 0,975 (tab. 2). W literaturze podawane są zróżnicowane wartości aktywności wody w serach. W przypadku sera parmezan podawana jest średnia wartość $a_w = 0,916$ [10], sera świeżego białego meksykańskiego $a_w = 0,95$ [6], podobnie paneera [16], a serów znajdujących się w handlu w Polsce $a_w = 0,955$ (twaróg) - 0,924 (ser typu gouda) [4].

Zmniejszenie zawartości suchej masy oraz parametrów tekstury (twardości, adhezyjności, sprężystości, spoistości i żujności) w świeżej masie serowej uzyskanej z mleka pasteryzowanego w porównaniu z masą serową uzyskaną z mleka surowego stwierdzono również w poprzednich pracach [2, 3].

Solenie serów w solance o stężeniu 16 % przez 60 min spowodowało zmniejszenie w nich zawartości suchej masy, istotne statystycznie obniżenie aktywności wody i wartości pH (tab. 2). Również nieznacznie zmniejszyła się w serach solonych, w porównaniu z niesolonymi, ogólna liczba drobnoustrojów, liczba bakterii z grupy coli oraz ogólna liczba grzybów, natomiast zwiększyła liczba bakterii kwaszących. Zmiany liczby drobnoustrojów związane z soleniem serów okazały się jednak nieistotne statystycznie (tab. 2). Guinee i Fox [9] podają, że aktywność wody w serach młodych solonych, szczególnie o zawartości wody > 40 % ulega obniżeniu. Również Saurell i wsp. [17] stwierdzili, że lokalne stężenie soli w serze ementaler wpływa na aktywność wody

Tabela 2

Wyniki analizy wariancji dotyczące wpływu pasteryzacji, solenia i czasu przechowywania na wybrane parametry serów miękkich z mleka owczego (średnie najmniejszych kwadratów).

Results of Variance Analysis referring to the effect of pasteurisation, brining, and storage time on selected parameters of ewe's milk soft cheeses (least squared means).

Parametry Parameters	Pasteryzacja Pasteurisation		Solenie Brining		Czas przechowywania [dni] Days of storage		Ogółem Total
	nie no	tak yes	nie no	tak yes	1	14	
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	
Aktywność wody Water activity	0,978 $\pm 0,004$	0,975 $\pm 0,044$	0,987** $\pm 0,001$	0,965** $\pm 0,003$	0,973* $\pm 0,005$	0,979* $\pm 0,002$	0,976 $\pm 0,003$
Zawartość suchej masy [%] Total solids content [%]	42,52 $\pm 1,52$	39,59 $\pm 1,13$	42,45 $\pm 1,20$	39,67 $\pm 1,47$	39,45 $\pm 1,38$	42,66 $\pm 1,26$	41,06 $\pm 0,97$
pH	5,52** $\pm 0,10$	4,67** $\pm 0,04$	5,15 $\pm 0,15$	5,04 $\pm 0,15$	5,25** $\pm 0,16$	4,94** $\pm 0,12$	5,10 0,10
Twardość [KG] Hardness [KG]	13,27 $\pm 1,79$	10,53 $\pm 1,95$	11,04 $\pm 1,50$	12,80 $\pm 2,16$	12,86 $\pm 1,53$	10,98 $\pm 2,24$	11,96 $\pm 1,32$
Adhezyjność [KG·s] Adhesiveness [KG·s]	-0,83 $\pm 0,36$	-1,01 $\pm 0,26$	-0,76 $\pm 0,20$	-1,09 $\pm 0,39$	-0,58 $\pm 0,12$	-1,27 $\pm 0,41$	-0,92 $\pm 0,22$
Sprężystość TPA Springiness TPA	0,85 $\pm 0,07$	0,67 $\pm 0,05$	0,68 $\pm 0,14$	0,85 $\pm 0,08$	0,79 $\pm 0,03$	0,74 $\pm 0,09$	0,76 $\pm 0,05$
Spoistość TPA Cohesiveness TPA	0,47** $\pm 0,03$	0,27** $\pm 0,01$	0,36 $\pm 0,03$	0,39 $\pm 0,05$	0,42** $\pm 0,04$	0,32** $\pm 0,03$	0,37 0,03
Żujność [KG] Chewiness [KG]	5,36** $\pm 1,02$	1,86** $\pm 0,38$	2,93 $\pm 0,71$	4,29 $\pm 1,07$	4,99** $\pm 1,09$	2,23** $\pm 0,44$	3,61 0,64
Ogólna liczba drobnoustrojów [jtk/cm ³] Aerobic bacteria count [cfu/cm ³]	8,61** $\pm 0,31$	3,38** $\pm 2,15$	6,28 0,79	5,72 $\pm 1,04$	6,60 $\pm 0,80$	5,40 $\pm 1,01$	6,00 $\pm 0,64$
Liczba bakterii z grupy coli [jtk/cm ³] Coliform count [cfu/cm ³]	7,46** $\pm 0,38$	2,17** $\pm 0,36$	5,04 $\pm 0,79$	4,59 $\pm 0,95$	5,04 $\pm 0,80$	4,59 $\pm 0,94$	4,81 $\pm 0,61$
Ogólna liczba grzybów [jtk/cm ³] Mould count [cfu/cm ³]	4,93** $\pm 0,19$	2,40** $\pm 1,86$	3,82 $\pm 0,52$	3,50 $\pm 0,58$	4,01 $\pm 0,44$	3,31 $\pm 0,63$	3,66 $\pm 0,38$
Liczba bakterii kwaszących [jtk/cm ³] Acidifying bacteria count [cfu/cm ³]	3,48 $\pm 0,33$	2,30 $\pm 0,52$	2,88 $\pm 0,41$	2,90 0,52	3,39 $\pm 0,38$	2,39 $\pm 0,50$	2,89 $\pm 0,33$

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* – stwierdzone statystycznie istotne różnice między wartościami średnimi w obrębie czynnika ($p \leq 0,05$) / statistically significant differences found between mean values within one factor ($p \leq 0,05$);

** – stwierdzone statystycznie wysoko istotne różnice między wartościami średnimi w obrębie czynnika ($p \leq 0,01$) / high statistically significant differences found between mean values within one factor ($p \leq 0,01$).

w czasie solenia, jak i dojrzewania serów. Według Guinee i Foxa [9] na aktywność wody, szczególnie serów solonych twardych i półtwardych, podczas ich dojrzewania wpływają również inne składniki popiołu, a także mleczany, peptydy i aminokwasy. Petkova i Kozhev [12] zaobserwowali, że w serach kashkaval, szczególnie w wyprodukowanych z mleka owczego, po 8 i 12 miesiącach dojrzewania aktywność wody ulegała istotnemu obniżeniu. Inni autorzy, badając sery teleme z mleka owczego, krowiego, koziego i mieszanego nie zaobserwowali istotnych zmian aktywności wody w serach w czasie ich dojrzewania [10]. Czas przechowywania wpłynął na zmiany wartości badanych parametrów, przy czym statystycznie istotnie na wzrost aktywności wody, i wysokoistotnie na obniżenie pH, spoistości i żujności serów (tab. 2).

W tab. 3 przedstawiono wyniki analizy wariancji dotyczącej wpływu pasteryzacji, zaparzania i czasu przechowywania na badane parametry serów miękkich. Również w tym doświadczeniu, podobnie jak w poprzednim, pasteryzacja wpłynęła na zmiany badanych parametrów, przy czym obniżenie aktywności wody okazało się statystycznie istotne. Proces zaparzania masy serowej statystycznie istotnie wpłynął na wzrost zawartości suchej masy, twardości, spoistości i żujności serów. Stwierdzono obniżenie aktywności wody w serach pod wpływem zaparzania, jednak było ono nieistotne statystycznie. W czasie przechowywania obniżyła się istotnie aktywność wody, a także twardość, sprężystość, spoistość i żujność serów. Rao i Patil [16] badali właściwości sera paneer, wytrącanego kwasem cytrynowym i stwierdzili zmniejszenie twardości serów, a wzrost spoistości w czasie ich przechowywania.

Zmniejszenie ogólnej liczby drobnoustrojów, bakterii z grupy coli, bakterii kwaszących (fermentacji mlekowej) i grzybów po 14 dniach przechowywania okazało się, podobnie jak w poprzednim przypadku, nieistotne statystycznie. Wszolek i Bonczar [19], w badaniach dotyczących oscypków z masy parzonej tradycyjnie produkowanych z mleka owczego, stwierdziły po 60 dniach przechowywania zmniejszenie ogólnej liczby drobnoustrojów, bakterii kwaszących, z grupy coli oraz pleśni, a wzrost liczby drożdży.

Między aktywnością wody a pozostałymi badanymi parametrami obliczono współczynniki korelacji, uwzględniając wszystkie analizowane sery i dodatkowo oddzielnie sery z mleka surowego, pasteryzowanego, solone z mleka surowego i pasteryzowanego, zaparzone z mleka surowego i pasteryzowanego. Uzyskane współczynniki przedstawiono w tab. 4.

Tabela 3

Wyniki analizy wariancji dotyczące wpływu pasteryzacji, parzenia i czasu przechowywania na wybrane parametry serów miękkich z mleka owczego (średnie najmniejszych kwadratów).

Results of Variance Analysis referring to the effect of pasteurisation, scalding, and storage time on selected parameters of ewe's milk soft cheeses (least squared means).

Parametry Parameters	Pasteryzacja Pasteurisation		Parzenie Scalding		Czas przechowywania [dni] Days of storage		Ogółem Total
	nie no	tak yes	nie no	tak yes	1	14	
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	
Aktywność wody Water activity	0,988* ± 0,001	0,985* ± 0,001	0,987 ± 0,001	0,985 ± 0,001	0,989** ± 0,001	0,984** 0,001	0,986 ± 0,001
Zawartość suchej masy [%] Total solids content [%]	47,85 ± 1,75	46,16 ± 1,92	42,45** ± 1,20	51,57** ± 1,29	45,64 ± 1,91	48,38 ± 1,71	47,01 ± 1,28
pH	5,47** ± 0,09	4,89** ± 0,11	5,16 ± 0,15	5,21 ± 0,11	5,28 ± 0,15	5,08 ± 0,10	5,18 ± 0,09
Twardość [KG] Hardness [KG]	26,96 ± 5,15	25,50 ± 5,97	10,30** ± 1,56	42,16** ± 3,69	31,03* ± 6,43	21,43* ± 4,08	26,23 ± 3,86
Adhezyjność [KG·s] Adhesiveness [KG·s]	-0,63 ± 0,15	-0,87 ± 0,21	-0,76 ± 0,20	-0,74 ± 0,15	-0,54 ± 0,15	-0,95 ± 0,18	-0,75 ± 0,12
Sprężystość [TPA] Springiness [TPA]	0,77** ± 0,02	0,64** ± 0,05	0,68 ± 0,04	0,73 ± 0,04	0,77** ± 0,03	0,64** ± 0,04	0,70 ± 0,03
Spoistość [TPA] Cohesiveness [TPA]	0,48** ± 0,03	0,34** ± 0,03	0,35** ± 0,03	0,46** ± 0,03	0,46** 0,04	0,35** ± 0,03	0,41 ± 0,02
Żujność [KG] Chewiness [KG]	10,93* ± 2,44	7,51* ± 2,65	2,93** ± 0,71	15,51** ± 2,41	12,92** ± 2,98	5,51** ± 1,46	9,22 ± 1,80
Ogólna liczba drobnoustrojów [jtk/cm ³] Aerobic bacteria count [cfu/cm ³]	8,55** ± 0,28	3,97** ± 0,44	6,28 ± 0,79	6,24 ± 0,78	6,60 ± 0,80	5,92 ± 0,75	6,26 ± 0,54
Liczba bakterii z grupy coli [jtk/cm ³] Coliform count [cfu/cm ³]	7,46** ± 0,36	2,77** ± 0,28	5,04 ± 0,79	5,18 ± 0,76	5,04 ± 0,80	5,18 ± 0,75	5,11 ± 0,54
Liczba grzybów [jtk/cm ³] Mould count [cfu/cm ³]	4,96** ± 0,18	2,90** ± 0,44	3,82 ± 0,52	4,03 ± 0,39	4,01 ± 0,44	3,84 ± 0,48	3,93 ± 0,32
Liczba bakterii kwaszących [jtk/cm ³] Acidifying bacteria count [cfu/cm ³]	3,39 ± 0,33	2,61 ± 0,45	2,88 ± 0,41	3,12 ± 0,40	3,39 ± 0,38	2,61 ± 0,41	3,00 ± 0,28

Objaśnienia, jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Tabela 4

Współczynniki korelacji (r) między aktywnością wody (a_w) a pozostałymi parametrami analizowanymi w serach miękkich solonych lub parzonych wyprodukowanych z mleka owczego surowego i poddanego pasteryzacji.

Coefficients of Correlation (r) between water activity (a_w) and all other parameters analysed in brined or scalded soft cheeses produced from raw or pasteurised ewe's milk.

Parametry Parameters	Sery Cheeses					
	z mleka surowego from raw milk	z mleka pasteryzowanego from pasteurised milk	z mleka surowego solone from raw milk brined	z mleka pasteryzowanego solone from pasteurised milk brined	z mleka surowego parzone from raw milk scalded	z mleka pasteryzowanego parzone from pasteurised milk scalded
Sucha masa Total solids	0,53	0,10	0,11	-0,19	-0,53	0,11
pH pH	0,84*	0,80	-0,03	-0,87*	-0,40	0,49
Ogólna liczba drobnoustrojów Total aerobic bacteria count	-0,35	0,01	-0,67	-0,76	0,14	0,47
Liczba bakterii z grupy coli Coliform count	-0,55	-0,45	-0,35	-0,83*	0,20	0,13
Ogólna liczba grzybów Total mould count	-0,56	0,04	-0,51	-0,46	0,37	0,54
Liczba bakterii kwaszących Acidifying bacteria count	0,65	0,60	0,36	-0,45	-0,25	0,64
Twardość Hardness	0,28	-0,83	-0,26	-0,01	0,54	-0,08
Adhezyjność Adhesiveness	0,70	0,66	-0,31	-0,38	0,06	0,72
Sprężystość Springiness	0,66	0,07	-0,05	-0,92*	0,36	0,68
Spoistość Cohesiveness	0,10	0,26	-0,79	-0,93*	0,78	0,40
Żujność Chewiness	0,38	-0,54	-0,60	-0,60	0,71	0,23

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* – współczynniki korelacji statystycznie istotne na poziomie $p \leq 0,05$ / statistically significant correlation coefficients at $p \leq 0.05$

Współczynniki korelacji, obliczone dla każdego rodzaju sera, przyjęły wartości zróżnicowane i tak np. między zawartością suchej masy a aktywnością wody wahają się od $r = 0,53$ (sery z mleka surowego) do $r = -0,53$ (sery z mleka surowego, poddane zaparzeniu). Jeszcze większe zróżnicowanie dotyczy współczynników korelacji między pH a aktywnością wody, które w przypadku serów z mleka surowego wyniosły $r = +0,84$, a w przypadku serów z mleka pasteryzowanego poddanych soleniu $r = -0,87$ (obydwa statystycznie istotne). Ogólna liczba drobnoustrojów, liczba bakterii z grupy coli i ogólna liczba grzybów były ujemnie skorelowane z aktywnością wody w serach z mleka surowego i w serach solonych, a dodatnio skorelowane w serach zaparzanych. Liczba bakterii kwaszących była ujemnie skorelowana z aktywnością wody w serach z mleka surowego poddanych zaparzeniu i pasteryzowanego poddanych soleniu, w pozostałych przypadkach współczynniki korelacji przyjęły wartość dodatnią. Współczynniki korelacji między aktywnością wody a twardością serów przyjęły wartości od $r = 0,54$ (z mleka surowego zaparzane) do $r = 0,83$ (z mleka pasteryzowanego). Równie duże rozbieżności dotyczyły wartości współczynników korelacji między aktywnością wody a pozostałymi parametrami tekstury.

Wnioski

1. Proces pasteryzacji wpłynął na obniżenie w serach wartości wszystkich badanych parametrów, przy czym statystycznie istotnie – pH, spoistości i żujności serów, a także liczby drobnoustrojów (ogólnej, z grupy coli i grzybów).
2. Proces solenia wysoko istotnie statystycznie obniżył aktywność wody w serach. Liczba drobnoustrojów (ogólna, z grupy coli i grzybów) zmniejszyła się nieznacznie, lecz w sposób statystycznie nieistotny.
3. Proces zaparzania serów statystycznie wysoko istotnie wpłynął na wzrost zawartości suchej masy, twardości serów, spoistości, sprężystości i żujności. Aktywność wody serów zaparzanych uległa nieistotnemu statystycznie obniżeniu w porównaniu z serami niezaparzonymi.
4. Współczynniki korelacji między aktywnością wody a pozostałymi parametrami przyjmowały zróżnicowane wartości, w zależności od zastosowanych czynników doświadczalnych.

Literatura

- [1] AOAC: Official Methods of Analysis Dairy Products, 1990.
- [2] Bonczar G., Grega T., Domagała J., Walczycka M., Reguła A.: The influence of different factors on syneresis of renet curd obtained from ewe's milk. EJPAU, s. Food Science and Technology, 2003, vol. 6 issue <http://www.ejpau.media.pl>

- [3] Bonczar G., Walczycka M., Gamrat M., Janiec J., Szpak B.: The influence of some factors on texture of fresh cheese. *EJPAU*, s. Food Science and Technology, 2001, vol. 4 issue 2, <http://www.ejpau.media.pl>
- [4] Ćwiertniewski K., Polak E., Egierski K.: Aktywność wody – parametr trwałości produktów spożywczych. *Przem. Spoż.*, 2005, **11**, 16-19, 41.
- [5] Estaban M.A., Marcos A.: Equations for calculation of water activity in cheese from its chemical composition. *Food Chem.*, 1990, **35 (3)**, 179-186.
- [6] Diaz-Cinco M.E., Fraijo O., Grajeda P., Lozano-Taylor J., Gonzales de Mejia E.: Microbial and chemical analysis of Chihuahua cheese and relationship to histamine and tyramine. *J. Food Sci.*, 1992, **57 (2)**, 355-356, 365.
- [7] Doering-Gasparin-Carvalho J., Hanada-Vioto W., Yoshiteru-Kuaye A.: The quality of Minas Frescal cheese produced by different technological processes. *Food Control*, 2007, **18 (3)**, 262-267.
- [8] Frau M., Simal S., Femenia A., Rossello C.: Application of principal component analysis to chemical characteristics of mahon cheese. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 1997, **205 (6)**, 429-432.
- [9] Guinee T.P., Fox P.F.: Salt in Cheese: Physical, Chemical and Biological Aspects. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* vol. 1, General Aspects edited by Fox P.F., Elsevier Applied Science London 2004.
- [10] Maldonado A.G., Menici A.O.P., Balian S de C, Telles E.O.: Sanitary-hygiene evaluation of samples of grated Parmesan cheese in the city of Sao Paulo. *Higiene Alimentar.*, 2006, **20 (141)**, 103-105.
- [11] Mallatou H., Pappa E.C.: Comparison of the characteristics of Teleme Cheese made from ewe's, goat's and cow's milk or a mixture of ewe's and goat's milk. *Int. J. Dairy Technol.*, 2005, **58(3)**, 158-163.
- [12] Paciorek A., Bonczar G.: Jakość oszczypków z uwzględnieniem oceny mleka owczego i żętycy. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **1 (26)**, 103-115.
- [13] Petkova D., Kozhev A.: Determination of water activity in Kachkaval cheese. *Khranitelna Promishlennost*, 1991, **40 (3/8)**, 31-33.
- [14] PN-ISO 11036:1999. Analiza sensoryczna. Metodologia. Profilowanie tekstury.
- [15] PN 93/A-86034:1993. Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne.
- [16] Rao K.J., Patil G.R.: Changes in textural characteristics of paneer in ready-to-eat canned curry during storage. *J. Text. St.*, 2006, **37 (2)**, 156-164.
- [17] Saurel R., Pajonk A., Andrieu J.: Modelling of French Emmental cheese water activity during salting and ripening periods. *J. Food Eng.*, 2004, **63 (2)**, 163-170.
- [18] Schebor C., Chirife J.: A survey of water activity and pH values in fresh pasta packed under modified atmosphere manufactured in Argentina and Uruguay. *J. Food Prot.*, 2000, **63 (7)**, 965-967.
- [19] Wszolek M., Bonczar G.: Jakość oscypków z mleka owczego, owczo-krowiego i krowiego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003 **3 (36) Supl.** 103-117.

EFFECT OF SELECTED FACTORS ON WATER ACTIVITY AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF EWE'S MILK SOFT CHEESES

S u m m a r y

The materials investigated constituted an ewe's milk and soft rennet cheeses. In the milk, the following contents were determined: total solids; fat; total nitrogen compounds; as were the titratable acidity; pH; and density. The milk was divided in two portions; one portion was pasteurised at 72 °C, and the

second portion was not pasteurised. Rennet was added to the two milk portions (rate 1:1000). The curd produced was cut into cubes and cheeses were moulded. 24 hours later, one cheese made from pasteurized milk and one cheese from non-pasteurised milk were placed in 16 % brine for 1 hour. The remaining cheeses (one from raw and one from pasteurised milk) were scalded in water at 70 °C for 3 minutes.

Fresh cheeses, raw and pasteurised, were assessed in order to determine: total solids; pH; water activity, texture profile/ Microbiological analyses were also performed in order to determine the total count of micro-organisms, *coliform* count, acidifying bacteria count, and yeast and mould. After storing the cheeses for 14 days at 4 °C, once more the same parameters were determined, i.e.: content of total solids, water activity, pH, texture parameters; microbiological analyses were performed, too. The results obtained were statistically analysed and elaborated.

It was found that the pasteurisation caused all the examined parameters in cheeses to decrease; statistically significant was the decrease of pH, cohesiveness, chewiness, and counts of micro-organisms (total count, *coliform*, and moulds). The brining process significantly reduced water activity in cheeses. The microbial count (total, *coliforms*, and moulds) was also reduced, but not statistically significantly. The scalding process significantly increased the content of total solids and the values of texture parameters: hardness, cohesiveness, springiness, and chewiness. Correlation coefficients between water activity and other examined cheese parameters varied depending on the experimental factor applied.

Key words: ewe's milk, cheeses, pasteurization, brining, scalding, water activity, microbiological quality

