

GENOWEFA BONCZAR, MARIA WALCZYCKA

ZALEŻNOŚCI MIĘDZY PARAMETRAMI CHEMICZNYMI A TEKSTURĄ ŚWIEŻEJ I PARZONEJ MASY SEROWEJ Z MLEKA OWCZEGO

Streszczenie

Badano parametry chemiczne i teksturę świeżej masy serowej, wyprodukowanej według zmodyfikowanej metody produkcji serów w typie oszczyпка. Dokonano również pomiaru tekstury masy serowej po jej zaparzeniu. Stwierdzono, że zawartość wapnia w masie serowej oraz jej gumistość są najbardziej skorelowane z pozostałymi badanymi cechami masy serowej. Stwierdzono, że zaparzanie masy serowej spowodowało wzrost jej twardości, gumistości, przeżuwalności i spoistości, a obniżenie sprężystości.

Wstęp

Tekstura dojrzałych serów uzależniona jest od jakości mleka surowego, procesów technologicznych oraz przemian biochemicznych zachodzących podczas wyrobu i dojrzewania serów. Badania serów podpuszczkowych, dojrzewających wykazały, że ich tekstura różni się w zależności od rodzaju sera i jego składu chemicznego [6, 7, 8, 9, 10, 12, 14]. Według Prentice [12], właściwości reologiczne serów uzależnione są głównie od zawartości w nich białka i wody. Klasyfikacja serów podawana przez Foa [6] wskazuje na istnienie zależności między zawartością wody w serach, a ich teksturą. Niektórzy autorzy uważają, że istnieje ścisły związek między wartością pH sera jednodniowego, zawartością w nim wapnia a jego teksturą [5, 8]. W oparciu o wartość pH sera świeżego i zawartość w nim wapnia można przewidzieć jakość sera dojrzałego, a szczególnie jego teksturę i ocenić czy będzie prawidłowa i charakterystyczna dla danego rodzaju sera.

Celem niniejszej pracy było zbadanie zależności między parametrami fizykochemicznymi, a właściwościami tekstury świeżej masy serowej oraz sprawdzenie w jakim stopniu zaparzanie masy serowej zmienia jej teksturę.

Material i metody badań

Mleko do badań pochodziło od polskich owiec długowłnistych z owczarni AR w Krakowie. Pobierano je dwunastokrotnie w czasie doju rannego, w ilości po około 5 l, poddawano analizie, oznaczając w nim: zawartość suchej masy metodą suszenia, związków azotowych ogółem i kazeiny metodą Kjeldahla, przy użyciu aparatu Büchi (kazeinę wytrącano roztworami octanu sodu i kwasu octowego), tłuszczu metodą Gerbera, laktozy metodą Bertranda, wapnia metodą miareczkową, kwasowość miareczkową metodą Soxhleta-Henkla, a także mierzono jego pH pehametrem, gęstość laktodensymetrem i określano czas krzepnięcia metodą Scherna [2].

Z mleka produkowano masę serową według zmodyfikowanej metody produkcji serów w typie oszczyпка [10]. Mleko pasteryzowano w 72°C przez 15 sekund, chłodzono do temp. 30°C, dodawano 1% zakwasu bakterii mezofilnych do bezpośredniego stosowania (dbs) (*Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lc. lactis ssp. cremoris*, *Lc. lactis ssp. diacetylactis*), następnie dodawano podpuszczkę i uzyskiwany, po około 30 minutach inkubacji, skrzep krojono na graniastosłupy o boku od 4 do 6 mm. Gęstwą mieszano, podgrzewano do 37°C i osuszano przez 5 minut. Następnie masę serową formowano w bryłę. Próbkę masy serowej pobierano do analizy fizykochemicznej oraz badania tekstury, a pozostałą część masy serowej zaparzano w temp. 70°C, przez 30 sekund. Z uzyskanej, zaparzonej masy serowej ponownie pobierano próbkę do badania tekstury.

Analiza masy serowej przed zaparzeniem obejmowała oznaczanie zawartości suchej masy metodą suszenia, tłuszczu metodą butyrometryczną w tłuszczomierzach van Gulika, związków azotowych ogółem metodą Kjeldahla w aparacie Büchi, wapnia metodą Mattsona i Swartlinga oraz poziomu pH pehametrem [2]. Teksturę masy serowej oceniano przed i po zaparzeniu przy użyciu teksturometru TA-XT2 firmy Stable Micro System. Próbkę masy serowej wyciętej w postaci sześciangu o boku 20 mm ścisano z prędkością 1 mm/sek, przy założeniu 60% odkształcenia próbki. Badając teksturę masy serowej obliczano twardość, adhezyjność, spoistość, sprężystość, gumiaistość i przeżuwalność [11, 13]. Twardość określano jako końcową siłę wymaganą do osiągnięcia ustalonej deformacji (na krzywej jest to punkt maksymalnego wychylenia podczas pierwszego cyklu ścisania), adhezyjność obliczano jako pole powierzchni piku ujemnego, spoistość – jako iloraz pól powierzchni wyznaczonych przez krzywe drugiego i pierwszego ścisania, sprężystość – jako stosunek pomiędzy czasem mierzonym od rozpoczęcia drugiego cyklu ścisania do osiągnięcia maksymalnego odkształcenia podczas tego cyklu, a czasem mierzonym od rozpoczęcia pierwszego cyklu ścisania do osiągnięcia maksymalnego odkształcenia podczas tego cyklu, gumiaistość – jako iloczyn twardości i spoistości, przeżuwalność – jako iloczyn twardości, spoistości i sprężystości.

Wyniki opracowano statystycznie stosując program komputerowy Statgrafic v. 3.0.

Wyniki i ich omówienie

Przeprowadzona analiza mleka wykazała (tab. 1), że jego skład chemiczny i cechy fizyczne nie odbiegały od wartości podawanych w literaturze [1], chociaż zawartość wapnia była w nim nieco wyższa.

Tabela 1

Charakterystyka mleka owczego.
Characteristics of ewe's milk.

Parametry jakości mleka Quality parameters of milk	Wartość średnia Mean value \bar{x}	Odchylenie standardowe Standard deviation δ
Sucha masa [%] / Dry matter [%]	17,07	0,62
Tłuszcz [%] / Fat [%]	5,23	0,12
Związki azotowe ogółem [%] / Total nitrogen compounds [%]	5,39	0,13
Kazeina [%] / Casein [%]	4,35	0,12
Laktoza [%] / Lactose [%]	4,57	0,31
Wapń [%] / Calcium [%]	0,31	0,06
Gęstość [g/cm ³] / Density [g/cm ³]	1,037	0,0001
Kwasowość [°SH] / Acidity [°SH]	11,9	0,23
pH	6,65	0,07
Czas krzepnięcia [s] / Coagulation time [s]	230	4,4

Wyniki analizy świeżej masy serowej przedstawiono w tab. 2. Świeża masa serowa zawierała 59,3% wody, 21,4% związków azotowych ogółem, 0,92% wapnia i 14,2% tłuszczu. Zbliżona zawartość wody i związków azotowych jest podawana w literaturze dla świeżych i miękkich serów [9], natomiast stwierdzona w niniejszej pracy wysoka zawartość wapnia jest wyższa od wartości podawanej w literaturze odnośnie serów miękkich i półtwardych, a zbliżona do wartości charakteryzujących sery twarde [9, 15].

W celu określenia zależności między składem chemicznym masy serowej, jej wartości pH a parametrami tekstury, obliczono współczynniki korelacji, które zestawiono w tabeli 3. Najwięcej wysokich i istotnych statystycznie współczynników korelacji stwierdzono między zawartością wapnia i związków azotowych ogółem, a pozostałymi badanymi właściwościami masy serowej. Również wartość pH jest istotnie skorelowana ze składem chemicznym i teksturą masy serowej. Jak wynika z tab. 3., zawartość wody w badanej masie serowej jest skorelowana ujemnie prawie ze wszyst-

kimi ocenianymi parametrami. Zawartość tłuszczu w masie serowej, w mniejszym stopniu niż pozostałe składniki, wiąże się z jej twardością, natomiast w wysokim stopniu ze sprężystością i adhezyjnością.

Tabela 2

Charakterystyka świeżej masy serowej.
Characteristics of soft cheese mass.

Parametry jakości świeżej masy serowej Quality parameters of soft cheese mass	Wartość średnia \bar{x}	Odchylenie standardowe δ
Woda [%] Water [%]	59,31	0,89
Związki azotowe ogółem [%] Total nitrogen compounds [%]	21,38	0,61
Tłuszcz [%] Fat [%]	14,20	0,65
Wapń [%] Calcium [%]	0,92	0,04
pH	5,08	0,02
Twardość TPA [KG] Hardness TPA [KG]	1,72	0,19
Adhezyjność TPA [KG-s] Adhesiveness TPA [KG-s]	-0,011	0,004
Sprężystość TPA Springiness TPA	0,88	0,01
Spoistość TPA Cohesiveness TPA	0,38	0,02
Przeżuwalność TPA [KG] Chewiness TPA [KG]	0,60	0,09
Gumiastość TPA [KG] Gumminess TPA [KG]	0,63	0,09

Z badań niektórych autorów wynika, że na podstawie poziomu pH i zawartości wapnia w świeżym serze, można określić jego strukturę i przewidzieć jakość dojrzałego sera [8]. Prentice [12] podaje, że wraz ze wzrostem zawartości białka w serach wzrasta również ich twardość, a według Jack'a i wsp. [7] parametry tekstury sera cheddar są uzależnione od zawartości wody.

Spśród badanych właściwości tekstury szczególnie gumiastość i twardość są silnie skorelowane z pozostałymi parametrami masy serowej, co wskazuje na ich istotne znaczenie w ocenie jakości sera (tab. 3). Najmniej istotnych statystycznie współczynników korelacji stwierdzono między adhezyjnością a pozostałymi parametrami masy

serowej. Zdaniem Surmackiej-Szcześniak [13], adhezyjność jest dodatnio i wysoce skorelowana z gumistością, a ujemnie z zawartością wody w produktach spożywczych. Casiraghi i wsp. [4] uważają, że twardość serów włoskich, w większym stopniu niż inne parametry tekstury, jest skorelowana z zawartością suchej masy i białka.

Tabela 3

Współczynniki korelacji między cechami świeżej masy serowej i parametrami tekstury.
Coefficients of correlation between properties of fresh cheese mass and texture parameters.

Parametry jakości Quality parameters	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Woda 1. Moisture	-	-0,86**	-0,53	-0,64*	-0,66*	-0,44	0,04	-0,49	-0,17	-0,41	-0,39
2. Związki azotowe 2. Nitrogen substances		-	0,43	0,82**	0,73**	0,64*	-0,12	0,34	0,30	0,58*	0,76*
3. Tłuszcz 3. Fat			-	0,24	0,14	0,10	0,44	0,64*	-0,10	0,07	-0,01
4. Wapń 4. Calcium				-	0,82**	0,59*	-0,23	0,27	0,62*	0,66*	0,83**
5. pH					-	0,41	-0,56	0,38	0,30	0,43	0,72**
6. Twardość 6. Hardness						-	-0,20	0,32	0,70**	0,97**	0,97**
7. Adhezyjność 7. Adhesiveness							-	0,14	-0,11	-0,17	-0,20
8. Sprężystość 8. Springiness								-	0,05	0,34	0,27
9. Spoistość 9. Cohesiveness									-	0,83**	0,85**
10. Przeżuwalność 10. Chewiness										-	1,0**
11. Gumistość 11. Gumminess											-

* współczynnik korelacji istotny statystycznie ($p \leq 0,05$) / correlation coefficient statistically significant ($p \leq 0,05$)

** współczynnik korelacji istotny statystycznie ($p \leq 0,01$) / correlation coefficient statistically significant ($p \leq 0,01$)

Spośród parametrów tekstury najbardziej skorelowane ze sobą są twardość, spoistość, przeżuwalność i gumistość (tab. 3). Najwyższy współczynnik korelacji stwierdzono między przeżuwalnością, a gumistością (około 1,0). Natomiast zależności między adhezyjnością, sprężystością, a innymi parametrami tekstury nie są statystycznie istotne.

W tab. 4. przedstawiono wyniki badania tekstury masy serowej przed zaparzeniem i po zaparzeniu. Stwierdzono statystycznie istotną zmianę wszystkich parametrów tekstury z wyjątkiem adhezyjności. Sprężystość masy serowej po zaparzeniu obniżyła się, natomiast wartości wszystkich pozostałych parametrów tekstury znacznie wzrosły. Fox i Guinee [6] podają za Chen i wsp., że mozzarella, ser z masy parzonej charakteryzuje się niższą twardością, natomiast wyższą spoistością, adhezyjnością, żujnością i gumowatością w porównaniu z innymi serami.

Tabela 4

Tekstura masy serowej przed zaparzeniem i po zaparzeniu.
Texture of cheese mass before and after texturing in hot water.

Parametry tekstury TPA Parameter of texture	Przed zaparzeniem Befor texturing in hot water		Po zaparzeniu After texturing in hot water	
	Wartość średnia \bar{x}	Odchylenie standardowe δ	Wartość średnia \bar{x}	Odchylenie standardowe δ
Twardość [KG] Hardness [KG]	1,72 A	0,19	2,85 B	0,30
Adhezyjność [KG·s] Adhesiveness [KG·s]	-0,011	0,004	-0,010	0,004
Sprężystość Springeness	0,88 a	0,01	0,85 b	0,01
Spoistość Cohesiveness	0,38 a	0,02	0,43 b	0,02
Przeżuwalność [KG] Chewiness [KG]	0,60 a	0,09	1,08 b	0,15
Gumiastość [KG] Gumminess [KG]	0,63 A	0,09	1,19 B	0,15

a, b – statystycznie istotna różnica między średnimi oznaczonymi różnymi literami w wierszu przy $p \leq 0,05$

a, b – statistically significant differences between the averages with different letters in rows at $p \leq 0,05$

A, B – statystycznie wysokoistotna różnica między średnimi oznaczonymi różnymi literami w wierszu przy $p \leq 0,01$

A, B – statistically highly significant differences between the averages with different letters in rows at $p \leq 0,01$

Badania wykazały, że zaparzenie masy serowej wpłynęło na wzrost zależności między niektórymi cechami tekstury (por. tab. 4 i tab. 5). Zmiany te prawdopodobnie wynikają ze zmian parametrów fizykochemicznych i strukturalnych masy serowej, wywołanych zaparzeniem. Carić [3] uważa, że zaparzenie masy serowej wpływa na

denaturację części białek, na obniżenie zawartości wody, substancji rozpuszczalnych w wodzie oraz tłuszczu, a także na mikrostrukturę sera.

Tabela 5

Współczynniki korelacji między parametrami tekstury masy serowej po zaparzeniu.

The correlation coefficients between texture parameters of textured in hot water cheese mass.

Parametry tekstury Texture parameters	1	2	3	4	5	6
1. Twardość 1. Hardness [KG]	–	0,42	0,37	0,72*	0,98*	0,99*
2. Adhezyjność 2. Adhesiveness		–	0,36	0,43	0,40	0,40
3. Sprężystość 3. Springiness			–	0,46	0,46	0,39
4. Spoistość 4. Cohesiveness				–	0,81*	0,81*
5. Przeżuwalność 5. Chewiness					–	1,0*
6. Gumiaistość 6. Gumminess						–

* współczynnik korelacji istotny statystycznie ($p \leq 0,01$)

* correlation coefficient statistically significant ($p \leq 0,01$)

W niniejszych badaniach sprawdzono również zależności między tymi samymi parametrami tekstury masy serowej niezaparzonej i zaparzonej, obliczając odpowiednie współczynniki korelacji. Współczynnik korelacji w odniesieniu do twardości obu mas wyniósł $r = 0,81^*$, adhezyjności $r = -0,18$, sprężystości $r = 0,01$, spoistości $r = 0,60^*$, przeżuwalności $r = 0,91^*$ i gumiaistości $r = 0,89^*$. Uzyskane wartości wskazują, że twardość, spoistość, przeżuwalność i gumiaistość masy serowej przed zaparzeniem istotnie wpływają na te same parametry tekstury po zaparzeniu, natomiast sprężystość i adhezyjność nie ma istotnego wpływu.

Wnioski

1. Najwięcej statystycznie istotnych współczynników korelacji o wysokich wartościach stwierdzono między zawartością wapnia i związków azotowych, a pozostałymi parametrami świeżej masy serowej, co wskazuje na istotną rolę tych składników w kształtowaniu jakości sera.
2. Spośród parametrów tekstury, najbardziej skorelowana z pozostałymi cechami masy serowej jest gumiaistość, a następnie twardość i przeżuwalność.

3. Zaparzenie masy serowej wpływa na wzrost jej twardości, przeżuwalności, gumia-
stości i spoistości, a obniżenie sprężystości.

LITERATURA

- [1] Alichanidis E., Polychroniadou A.: Special features of dairy products from ewe and goat milk from the physicochemical and organoleptic point of view. Proceedings of the IDF Greek National Committee of IDF CIRVAL. Seminar held in Creta (Greece), 19-21 October, 1995, 21.
- [2] Budślawski J.: Badania mleka i jego przetworów, PWRiL, Warszawa 1973.
- [3] Carić M.: Mediterranean Cheese Varieties: Ripened Cheese Varieties. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Elsevier Applied Science London & New York, **Vol. 2**, Chapter 8, 1987, 257.
- [4] Casiraghi E., Lucisano M., Pompei C.: Correlation among instrumental texture, sensory texture and chemical composition of five Italian cheeses. *Ital. J. Food Sci.*, **1** (1), 1989, 53.
- [5] Choisy C., Desmazeaud M., Gripon J.C., Lamberet G., Lenoir L., Tourneur C.: Microbiological and biochemical aspects of ripening. Chapter 4. Cheesemaking Science and Technology, Paris 1987, 62.
- [6] Fox P.F., Guinee T.P.: Cheese: An Overview. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Elsevier Applied Science London & New York, **Vol. 1**, Chapter 1, 1987, 1.
- [7] Jack F.R., Paterson A., Piggott J.R.: Relationships between rheology and composition of Cheddar cheeses and texture as perceived by consumers. *Int. J. Food Sci. & Technol.*, **28** (3), 1993, 293.
- [8] Lawrence R.C., Gilles J.: Cheddar Cheese and Related Dry-Salted Cheese Varieties. Elsevier Applied Science London & New York, **Vol. 2**, Chapter 1, 1987, 1.
- [9] Marcos A.: Spanish and Portuguese Cheese Varieties. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Elsevier Applied Science London & New York, **Vol. 2**, Chapter 6, 1987, 185.
- [10] Paciorek A.: Właściwości oszczypek produkowanych metodą tradycyjną i zmodyfikowaną. Praca doktorska. Akademia Rolnicza w Krakowie, maszynopis, 2000.
- [11] PN-ISO 11036: 1999: Analiza sensoryczna. Metodologia. Profilowanie tekstury.
- [12] Prentice J.H.: Cheese, Chemistry, Physics and Microbiology, Cheese Rheology. **Vol. 1**, Chapter 8., Elsevier Applied Science London & New York, 1987, 299.
- [13] Surmacka-Szcześniak A.: Classification of Textural Characteristics. *J. Food Sci.*, **28**, 1963, 385.
- [14] Surówka K.: Texture characteristics of some Polish cheeses, *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, **6/47**, 3, 1997, 103.
- [15] Steffen C., Flueckiger E., Bosset J.O., Ruegg M.: Swiss-type Varieties. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Elsevier Applied Science, London & New York, **Vol. 2**, Chapter 3, 1987, 93.

RELATIONSHIP BETWEEN THE CHEMICAL PROPERTIES AND TEXTURE OF FRESH AND TEXTURED EWE'S CHEESE

Summary

Chemical properties and texture parameters of the fresh cheese mass produced according to modified method for „oszczypek” type cheeses were evaluated. The measurements of texture of textured in hot water cheese mass were performed. The analyses showed that calcium content in the cheese mass, and gumminess were the most correlated to other cheese properties. It was concluded that texturing in hot water of cheese mass caused the increase of its hardness, gumminess, chewiness and cohesiveness and decreased springiness. ❖