

ANTONI PLUTA, ANNA BERTHOLD, JAROSŁAW KIELAK

**ZMIANY WYBRANYCH CECH FIZYKOCHEMICZNYCH,  
REOLOGICZNYCH I SENSORYCZNYCH W CZASIE DOJRZEWANIA  
SERA TYPU HOLENDERSKIEGO O RÓŻNEJ ZAWARTOŚCI  
TŁUSZCZU**

Streszczenie

Celem badań było określenie zmian wybranych cech fizykochemicznych, reologicznych i sensorycznych zachodzących w czasie dojrzewania serów podpuszczkowych typu holenderskiego o obniżonej zawartości tłuszczu, w porównaniu z serami pełnotłustymi.

Materiał do badań stanowiły sery podpuszczkowe typu holenderskiego o obniżonej zawartości tłuszczu i pełnotłuste wyprodukowane w warunkach przemysłowych. Sery poddawano badaniom po 1, 2, 4, 6 i 8 tygodniach dojrzewania. W badanych serach oznaczono: zawartość wody, tłuszczu, substancji azotowych ogółem, azotu rozpuszczalnego, pH, aktywność wody oraz twardość i sprężystość. Sery po 8 tygodniach dojrzewania poddano także sensorycznej ocenie: smaku, zapachu, konsystencji i wyglądu. Stosowano skalę 5-punktową poszerzoną o noty połówkowe.

Zawartość wody w serach niskotłuszczowych, o zawartości tłuszczu ogółem około 15%, nie powinna przekraczać 48–49%, gdyż sery takie wykazywać mogą zbyt małą twardość w porównaniu z serami pełnotłustymi. Zmiany kwasowości czynnej serów niskotłuszczowych typu holenderskiego przebiegały podobnie, jak w serach pełnotłustych. Zawartość azotu rozpuszczalnego w czasie dojrzewania serów niskotłuszczowych i pełnotłustych były zbliżone, co świadczy o podobnym stopniu rozkładu białek, jednak ze względu na niższą ocenę sensoryczną serów o obniżonej zawartości tłuszczu (gorzyczka) należy stosować odpowiednie zakwasy kultur mlekowych wykazujące się zdolnościami rozkładu gorzkich peptydów.

**Słowa kluczowe:** sery o obniżonej zawartości tłuszczu, dojrzewanie, cechy fizykochemiczne

### **Wprowadzenie**

Sery podpuszczkowe dojrzewające stanowią jeden z ważniejszych składników diety większości ludzi w strefie klimatu umiarkowanego i są jednym z najlepszych

---

*Dr inż. A. Pluta, dr inż. A. Berthold, mgr inż. J. Kielak, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, Wydz. Technologii Żywności Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa*

źródeł wapnia w żywieniu. W Polsce spożywa się około 4 kg sera podpuszczkowego i 6,5 kg serów twarogowych rocznie. Spożycie serów podpuszczkowych dojrzewających mogłoby być znacznie większe, gdyby nie zbyt duża zawartość tłuszczu, nieakceptowana przez niektórych konsumentów. Panująca obecnie tendencja do spożywania produktów niskokalorycznych i dietetycznych nie sprzyja popytowi na sery pełnotłuste. W celu zaspokojenia potrzeb konsumentów i otrzymania serów o obniżonej zawartości tłuszczu badano różne modyfikacje technologii produkcji pełnotłustych serów podpuszczkowych dojrzewających. Jednak sery o obniżonej zawartości tłuszczu często wykazują wady cech sensorycznych. Badania dotyczące zmian w technologii pełnotłustych serów w celu otrzymania ich niskotłuszczowych odpowiedników polegały najczęściej na dodatku proszku mlecznego, lecytyny do mleka serowarskiego czy też obniżeniu temperatury dogrzewania gęstwy serowej. Zastosowanie termicznie inaktywowanych zakwasów dotyczyło najczęściej niskotłuszczowych serów typu Mozzarella i Cheddar, które na rynku krajowym mają niewielkie znaczenie [6]. W literaturze z tego zakresu jest bardzo mało badań odnoszących się do serów o obniżonej zawartości tłuszczu typu holenderskiego, które stanowią zdecydowaną większość spożywanych serów podpuszczkowych w kraju [9].

Celem niniejszych badań było określenie zmian wybranych cech fizykochemicznych, reologicznych i sensorycznych zachodzących w czasie dojrzewania serów podpuszczkowych typu holenderskiego o obniżonej zawartości tłuszczu w porównaniu z serami pełnotłustymi.

### **Materiał i metody badań**

Materiał do badań stanowiły sery podpuszczkowe typu holenderskiego o obniżonej zawartości tłuszczu (N) i pełnotłuste (P) wyprodukowane w warunkach przemysłowych według technologii sera „Gouda”. Modyfikacje technologii zastosowane w przypadku produkcji serów N polegały na obniżeniu zawartości tłuszczu w mleku serowarskim z około 2,8 do 1,5% i dodatku mleka w proszku do mleka serowarskiego w ilości 1,2%, zwiększeniu ilości odczerpywanej serwatki z 20 do 30%, zmniejszeniu temp. dogrzewania gęstwy serowej z 38 do 33°C oraz skróceniu czasu prasowania serów. Próbkę pobierano z 3 równoległych warów serów N i 3 równoległych warów serów P, a przedstawione wyniki są wartościami średnimi.

W próbkach serów pobranych po 1, 2, 4, 6 i 8 tygodniach dojrzewania oznaczano: zawartość wody metodą techniczną [7], tłuszczu metodą butyrometryczną [7], azotu ogółem metodą Kjeldahla [7], azotu rozpuszczalnego [7], pH [7], aktywność wody (Ro-tronic-Hygroskop DT zgodnie z instrukcją urządzenia). Dodatkowo oznaczano sprężystość i twardość przy użyciu aparatu Zwick 1120 zgodnie z instrukcją urządzenia. Próbkami do badań były walce sera o średnicy 20 mm i wysokości 30 mm. Próbkę poddawano ściskaniu pomiędzy dwiema równoległymi płytkami stosując

głowicę pomiarową o zakresie do 1 kN, prędkość przesuwu głowicy wynosiła 30 mm/min, a próbki ściskano 2-krotnie do 50% ich wysokości początkowej. Na podstawie tych pomiarów określano sprężystość badanych serów. Próbki do badań na penetrację poddawano działaniu głowicy z trzpieniem o średnicy 8 mm, trzpień zagłębiał się w próbce do głębokości 10 mm z prędkością przesuwu 50 mm/min. Tak oznaczona siła penetracji była wskaźnikiem twardości serów. Po 8 tygodniach dojrzewania próbki serów poddawano ocenie sensorycznej, przez co najmniej 5 osób, obejmującej wyróżniki: smak, zapach, konsystencja i wygląd, którym przyporządkowano współczynniki ważkości, odpowiednio 0,3; 0,2; 0,3; 0,2. Stosowano skalę 5-punktową poszerzoną o noty połówkowe.

### Wyniki i dyskusja

Otrzymane wyniki przedstawiono w tab. 1.

Zawartość wody w serach P po 7 dniach dojrzewania wynosiła 41,3%, a po 56 dniach dojrzewania uległa zmniejszeniu do 40,2%. Sery N po 7 dniach dojrzewania wykazywały zawartość wody - 48,1%, a po 8 tygodniach dojrzewania - 47,2%. Niewielkie zmiany zawartości wody w serach można wytłumaczyć faktem, że dojrzewały one zamknięte w opakowaniach foliowych, które silnie ograniczały ususzkę. Nieznaczne zmniejszenie zawartości wody o ok. 1% można wytłumaczyć niewielką przepuszczalnością folii lub zużyciem wody w przemianach biochemicznych białek i tłuszczów.

W kolejnych tygodniach dojrzewania notowano zmniejszanie zawartości tłuszczu w serach N z początkowej zawartości 15% do 14,8% po 14 dniach dojrzewania oraz do 13,8% pod koniec okresu dojrzewania. Podobną tendencję zaobserwowano w serach P. Zmniejszenie zawartości tłuszczu w przeliczeniu na suchą substancję szczególnie po 6 i 8 tygodniach mógł być spowodowany częściową lipolizą tłuszczu mlecznego. W butyrometrycznej metodzie oznaczenia zawartości tłuszczu krótko- i średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe mogły pozostawać w fazie wodnej i powodować „pozorne” obniżenie zawartości tłuszczu.

W produkcji serów niskotłuszczowych, których najczęstszą wadą jest zbyt duża twardość, wzrost zawartości wody pozwala na zachowanie ich miękkiej konsystencji podobnej do serów pełnotłustych. Zawartość wody w serach niskotłuszczowych, o zawartości tłuszczu około 15%, nie powinna jednak przekraczać 48–49%, gdyż sery takie wykazywać mogą z kolei zbyt małą twardość. W serach o obniżonej zawartości tłuszczu, zawartość wody zmieniała się w zakresie od 46,2% do 49,1%. Twardość tych serów była średnio o około 3 N mniejsza w porównaniu z ich pełnotłustymi odpowiednikami. Podwyższanie zawartości wody w serach o obniżonej zawartości tłuszczu ponad ten zakres mogłoby spowodować jeszcze większą miękkość tych serów. Zastąpienie tłuszczu wodą przy relatywnie niskim wzroście zawartości białka

może także poprawiać opłacalność produkcji. Średnia zawartość wody w serach N była większa o 7%, a średnia zawartość białka tylko o 3,2% w porównaniu z serami P, przy zmniejszeniu zawartości tłuszczu w serach N o około 11% w odniesieniu do ich pełnotłustych odpowiedników.

Tabela 1

Wyniki oznaczeń fizykochemicznych i oceny sensorycznej serów: o obniżonej zawartości tłuszczu i pełnotłustych w czasie dojrzewania.

The results of the examination of physical and chemical features and the sensorial evaluation of reduced fat and full fat cheeses during the ripening.

Cecha Parameter	Ser Cheese	Czas dojrzewania [dni] Ripening time [days]					
		7	14	21	28	42	56
Zawartość wody [%] Water content [%]	N	48,1	49,1	48,2	48,0	46,2	47,2
	P	41,3	40,2	40,3	40,1	39,5	40,2
Zawartość tłuszczu [%] Fat content [%]	N	15,0	14,8	14,7	14,5	14,0	13,8
	P	27,3	27,3	27,1	26,8	26,2	25,7
Zawartość tłuszczu w suchej masie [%] Fat content in dry matter [%]	N	28,9	29,0	28,4	27,9	26,0	26,1
	P	46,5	45,7	45,4	44,7	43,3	43,0
Zawartość substancji azotowych ogółem x 6,38 [%] Total nitrogen x 6,38 content [%]	N	30,2	30,2	30,2	30,4	30,2	30,2
	P	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
Zawartość azotu rozpuszczalnego, jako N rozp./N ogółem [%] Soluble N content as N soluble/N total [%]	N	5,14	8,40	10,83	15,10	19,11	21,56
	P	4,16	6,75	10,05	14,28	17,90	21,12
pH	N	5,26	5,36	5,37	5,44	5,47	5,44
	P	5,33	5,36	5,42	5,42	5,41	5,45
Twardość [N] Hardness [N]	N	44,59	38,25	38,98	36,81	36,25	35,92
	P	47,11	44,65	40,29	40,82	40,09	38,88
Sprężystość Springiness	N	0,810	0,800	0,790	0,793	0,790	0,787
	P	0,767	0,760	0,765	0,765	0,760	0,753
Aktywność wody Water activity	N	0,974	0,974	0,967	0,965	0,964	0,963
	P	0,988	0,980	0,976	0,972	0,965	0,958
Ocena sensoryczna [pkt] Sensory evaluation [scores]	N	-	-	-	-	-	3,3
	P	-	-	-	-	-	4,2

Po 7 dniach dojrzewania sery N wykazywały pH równe 5,26, natomiast sery P – pH = 5,33. W miarę postępowania procesu dojrzewania pH wzrastało w obu rodzajach

badanych serów do wartości 5,44 (ser N) i 5,42 (ser P) w 28. dniu dojrzewania. W serach N pH nie uległo już zmianom natomiast w serach P odnotowano jeszcze pewien niewielki jego wzrost do wartości pH = 5,45 w 56. dniu dojrzewania. Otrzymane wyniki są zbieżne z wynikami, jakie uzyskali Anderson i wsp. [1] oraz Ardö [2].

Pomijając niewielkie wahania można stwierdzić, że zawartość azotu ogółem pozostawała na tym samym poziomie w czasie dojrzewania w obu rodzajach badanych serów. W serach N zaobserwowano stopniowy wzrost zawartości azotu rozpuszczalnego z początkowej ilości 5,14% w 7. dniu dojrzewania do 21,56% po 8 tygodniach dojrzewania. Sery P, pomimo niższej początkowej zawartości azotu rozpuszczalnego ogółem – 4,16%, co wynikało z dużego udziału tłuszczu w masie sera, pod koniec składowania zawierały podobną zawartość azotu rozpuszczalnego, co sery N (21,12%). Lane i Fox [5] badając przebieg proteolizy w serze typu Cheddar stwierdzili wzrost udziału azotu rozpuszczalnego z 5%, bezpośrednio po wytworzeniu, do 16,5% po 25 tygodniach dojrzewania.

Twardość zmierzona po 7 dniach dojrzewania w serach N wynosiła 44,59 N i była o 2,52 N niższa niż serów P. Przez cały okres dojrzewania sery N były twardsze niż ich pełnotłuste odpowiedniki. Po 56 dniach dojrzewania twardość serów N wynosiła około 36 N, a serów P – około 39 N. Po 7 dniach dojrzewania sery N były wyraźnie bardziej sprężyste (współczynnik sprężystości 0,810) niż sery P (0,767). Natomiast po 56 dniach dojrzewania różnica w sprężystości uległa zmniejszeniu (sery N - 0,750, a sery P - 0,753). Zmiany tekstury były odwrotnie proporcjonalne do zawartości azotu rozpuszczalnego w serach.

Aktywność wody w badanych serach N do 14. dnia dojrzewania wynosiła 0,974. Od 3. tygodnia dojrzewania aktywność wody stopniowo malała aż do wartości 0,963 w ostatnim dniu dojrzewania. W serach P początkowa aktywność wody była wyższa niż w serach N i wynosiła po 7 dniach dojrzewania 0,988, ale w czasie kolejnych tygodni dojrzewania zaobserwowano gwałtowne zmniejszenie tej wielkości do 0,958 w 56. dniu dojrzewania. Zmniejszenie aktywności wody w trakcie dojrzewania serów stwierdzili także Cuesta i wsp. [3], Todorova i Kozev [10] oraz Schlessler i wsp. [8].

Analizując cechy sensoryczne badanych serów, wykazano, że wyższe oceny otrzymały sery P. Końcowy wynik oceny sensorycznej serów N wynosił 3,3 pkt, a serów P 4,2 pkt. Sery N w ocenie sensorycznej uzyskiwały niższe noty głównie za smak, czego przyczyną były najprawdopodobniej zbyt daleko posunięte procesy rozkładu białek po 8 tygodniach dojrzewania i tworzenie się gorzkich peptydów. Z tego względu sery N przy stosunkowo dużej zawartości wody (47 - 48%) powinny dojrzewać krócej, aby nie wystąpiło pogorszenie ich cech w ostatnich tygodniach dojrzewania. Badania niniejsze potwierdzają wyniki, jakie uzyskali Drake i wsp. [4].

## Wnioski

1. Zawartość wody w serach o zawartości tłuszczu ogółem około 15% nie powinna przekraczać 48–49%, gdyż sery takie wykazywać mogą zbyt małą twardość w porównaniu z serami pełnotłustymi.
2. Zmiany kwasowości czynnej serów o obniżonej zawartości tłuszczu przebiegały podobnie, jak w przypadku ich pełnotłustych odpowiedników.
3. Zawartość azotu rozpuszczalnego w czasie dojrzewania serów o obniżonej zawartości tłuszczu i serów pełnotłustych były zbliżone, co świadczy o podobnym stopniu rozkładu białek, jednak ze względu na niższą ocenę sensoryczną serów o obniżonej zawartości tłuszczu (goryczka) należy stosować odpowiednie zakwasy kultur mlekowych, wykazujące się zdolnościami rozkładu gorzkich peptydów.

## Literatura

- [1] Anderson, D.L., Mistry, V.V., Brandsma, R.L., Baldwin, K.A.: Reduced fat cheddar cheese from condensed milk. I. Manufacture, composition and ripening. *J. Dairy Sci.*, 1993, **76**, 2832-2844.
- [2] Ardö, Y.: Characterizing ripening in low – fat, semi – hard round – eyed cheese made with undefined mesophilic DL – starter. *Int. Dairy J.*, 1993, **3**, 343-357.
- [3] Cuesta, P., Fernández-García, E., González de Llano, D., Montilla, A., Rodríguez, A.: Evolution of the microbiological and biochemical characteristics of Afuega'l Pitu cheese during ripening. *J. Dairy Sci.*, 1996, **79**, 1693-1698.
- [4] Drake, M.A., Herrett, W., Boylston, T.D., Swanson, B.G.: Sensory evaluation of reduced fat cheeses. *J. Food Sci.*, 1995, **60** (5), 898-901.
- [5] Lane, C.N., Fox, P.F.: Contribution of starter and adjunct Lactobacilli to proteolysis in cheddar cheese during ripening. *Int. Dairy J.*, 1996, **6**, 715-728.
- [6] Mistry, V.V.: Low fat cheese technology. *Int. Dairy J.*, 2001, **11**, 413-422.
- [7] PN-73/A-86232. Mleko i przetwory mleczarskie – sery. Metody badań.
- [8] Schlessler, J.E., Schmidt, S.J., Speckman, R.: Characterization of chemical and physical changes in camembert cheese during ripening. *J. Dairy Sci.*, 1992, **75** (7), 1753-1759.
- [9] Skeie S., Narvhus J., Ardö Y., Abrahamsen R.K.: Influence of liposome– encapsulated Neutrase and heat – treated lactobacilli on quality of low - fat Gouda – type cheese. *J. Dairy Res.*, 1995, **62**, 131-139.
- [10] Todorova, D., Kozhev, A.: Kashkaval durability predicted by water activity. *Bulgarian J. Agric. Sci.*, 1995, **1**, 465-468.

## CHANGES OF THE CHOSEN PHYSICAL, CHEMICAL, RHEOLOGICAL AND SENSORIAL FEATURES OF DUTCH TYPE CHEESES OF DIFFERENT FAT CONTENT DURING RIPENING

### S u m m a r y

The aim of this research was to determine and compare the changes of the chosen physical, chemical, rheological and sensorial features during the ripening of Dutch type reduced fat and full fat cheeses. The research was conducted on commercially produced cheeses. They were examined after first, second, fourth, sixth and eighth week of ripening.

The cheeses samples were analyzed for: the water content, fat content, total nitrogen content, soluble nitrogen, pH, water activity, hardness and elasticity. The sensorial evaluation of the cheeses was done by a 5-member team after the eighth week of the ripening period. The following properties were assessed: the flavour (significance factor 0,3), the fragrance (0,2), consistency (0,3) and appearance (0,2). A 5-point scale extended by half-point ranges was applied.

The water content in reduced fat cheeses, containing approx. 15% fat, should not exceed 48-49%, since these cheeses may exhibit too little hardness when compared with full fat cheeses. The changes of pH of Dutch type reduced fat cheeses were similar to the ones observed in the full fat cheeses. The content of soluble nitrogen during the ripening period of reduced fat and full fat cheeses was similar, which is a sign of a similar degree of protein degradation. However, because of the lower results in the organoleptic evaluation of the reduced fat cheeses (slight bitterness), milk starters that have the ability to decompose the bitter peptides should be applied.

**Key words:** reduced fat cheeses, ripening, physical and chemical features ☒