

BARTOSZ SOŁOWIEJ

## ANALIZA TEKSTURY ANALOGÓW SERÓW TOPIONYCH Z DODATKIEM PREPARATÓW SERWATKOWYCH

### Streszczenie

Celem niniejszej pracy było otrzymanie i analiza tekstury analogów serów topionych, w których zastąpiono częściowo kazeinę kwasową przez sproszkowane preparaty serwatkowe o różnym stężeniu białka. Właściwości teksturalne otrzymanych analogów serów topionych badano przy użyciu analizatora tekstury TA-XT2i. Analogi badano próbnikiem cylindrycznym o średnicy 15 mm przy prędkości przesuwu 1 mm/s w stałej temperaturze (21°C). Pomiary lepkości analogów wykonywano za pomocą reometru rotacyjnego Brookfield DV II+ przy użyciu przystawki Helipath (F). Dodatek wszystkich preparatów serwatkowych powodował wzrost twardości analogów serów topionych w porównaniu do analogów otrzymanych wyłącznie na bazie kazeiny kwasowej. Przylegalność, spójność i żujność analogów serów topionych zwiększała się w miarę wzrostu stężenia serwatki o obniżonej zawartości laktozy (SOZL) i serwatki zdemineralizowanej (S D50). Wzrost stężenia białka w serze spowodowany dodatkiem preparatów serwatkowych powodował wzrost lepkości analogów serów topionych z dodatkiem serwatki zdemineralizowanej (SD 50), natomiast spadek lepkości analogów z dodatkiem serwatki o obniżonej zawartości laktozy (SOZL) i serwatki słodkiej (SS). W przypadku analogów serów topionych otrzymywanych na bazie kazeiny, badane preparaty serwatkowe mogą spowodować znaczne oszczędności poprzez zmniejszenie ilości kazeiny w produkcie, przy lepszych właściwościach teksturalnych.

**Słowa kluczowe:** sery topione, analogi serów topionych, kazeina kwasowa, preparaty serwatkowe, tekstura, lepkość

### Wprowadzenie

Powodem rozwoju produkcji serów topionych jest ich wysoka wartość odżywcza, wyższa strawność i przyswajalność, w porównaniu z serami dojrzewającymi, oraz znaczna trwałość. Sprzedaż serów topionych w Polsce w okresie od czerwca 2003 do maja 2004 wyniosła 25,3 tys. t, z tego około 42% stanowiły sery topione w bloczkach i kostkach. Produkcja krajowa serów topionych wykazuje tendencję wzrostową o około 8% rocznie [7]. Sery topione należą do grupy produktów mleczarskich, w których sub-

stytucja jednego lub kilku składników mleka nie powoduje technicznych ani technologicznych problemów [4]. W produkcji serów topionych i innych produktów mleczarskich białka serwatkowe pozwalają skutecznie zastąpić tłuszcz, składniki beztłuszczowe mleka czy dodatek sera [11, 13, 18].

Sery topione otrzymywane są poprzez zmieszanie ze sobą naturalnych serów, soli i wody z pomocą ogrzewania i środków emulgujących, natomiast analogi serów topionych otrzymywane są poprzez częściowe lub całkowite zastąpienie naturalnych serów przez białka mleka lub inne białka [10]. Analogi serów topionych produkuje się głównie na bazie kazeiny podpuszczkowej [16], ale również zaczęto stosować do produkcji analogów kazeinę kwasową [6, 19].

Celem niniejszej pracy było otrzymanie i analiza tekstury analogów serów topionych, w których zastąpiono częściowo kazeinę kwasową przez sproszkowane preparaty serwatkowe o różnym stężeniu białka.

### **Material i metody badań**

Do badań użyto sproszkowanej serwatki zdeminiarizowanej w 50% (SD 50) produkcji Lacma sp. z o. o. w Nadarzynie o zawartości białka 12,75%, sproszkowanej serwatki słodkiej (SS) produkcji Laktopol sp. z o. o. w Warszawie o zawartości białka 11,92%, sproszkowanej serwatki o obniżonej zawartości laktozy (SOZL) produkcji DAVISCO Foods International (Le Sueur, MN, USA) o zawartości białka 22,18%, kazeiny kwasowej (KK) produkcji ZPK w Murowanej Goślinie, bezwodnego tłuszczu mlecznego produkcji SM Mlekovita w Wysokiem Mazowieckiem, bezwodnego kwasnego fosforanu disodowego i kwasu cytrynowego produkcji P.P.H. POCH w Gliwicach. Zawartość białka oznaczano metodą Kjeldahla [1].

### **Proces produkcji analogu sera topionego**

Sporządzono roztwory białek serwatkowych (SS, SD 50, SOZL) w wodzie destylowanej przez jednogodzinne mieszanie w temperaturze pokojowej przy użyciu mieszadła magnetycznego Heidolph MR 3002S (Schwabach, Niemcy). Roztwory te miały takie stężenie, by otrzymany analog sera zawierał odpowiednio 1, 2 lub 3% białek serwatkowych. Następnie dodano roztopiony w temp. 45°C bezwodny tłuszcz mleczny (30%) i kazeinę (10% - stała wartość stężenia do każdego rodzaju wytwarzanego analogu sera). Całą mieszaninę umieszczono w pojemniku homogenizatora (H 500 Pol-Eko Aparatura, Polska). Mieszano przez 2 min przy 10000 obr./min. Następnie dodano roztworu topnika (2%), ustalono pH na poziomie 6,2 za pomocą kwasu cytrynowego przy użyciu pH-metru CP-315 firmy Elmetron i zanurzono w łaźni wodnej o temp. 80°C. Całość homogenizowano przez 10 min przy 10000 obr./min. Gotowy analog sera topionego wylewano do zlewki w ilości 40 ml. Produkt przechowywano w temp. pokojowej przez 30 min celem ostygnięcia, a następnie magazynowano przez 21 godz.

W temp. 5°C. Jako wzorca użyto analogów serów topionych, do produkcji których wykorzystano te same surowce (30% bezwodnego tłuszczu mlecznego, 10% kazeiny, 2% topnika, kwas cytrynowy i wodę), z tym że zamiast preparatów serwatkowych dodano 1, 2 i 3% kazeiny. Proces produkcji analogów wzorcowych przebiegał tak samo jak analogów z dodatkiem preparatów serwatkowych.

### **Analiza profilowa tekstury (TPA)**

Pomiary wykonywano za pomocą teksturometru TA-XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, Wielka Brytania). Próbki sera badano za pomocą próbnika cylindrycznego o śr. 15 mm, przy prędkości przesuwu głowicy 1 mm/s. Uzyskane wyniki rejestrowano w programie Texture Expert version 1.22. W profilowej analizie tekstury (TPA) określano: twardość, przylegalność, spójność, sprężystość i żujność analogów serów topionych.

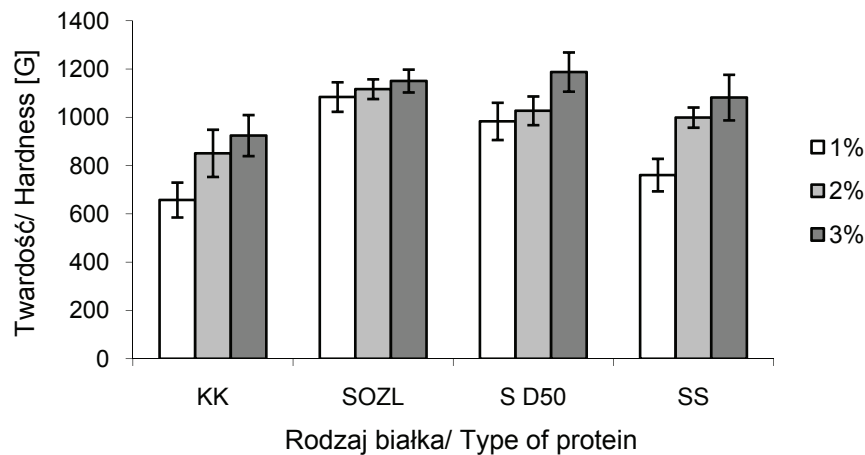
### **Reometria rotacyjna**

Pomiary wykonywano za pomocą reometru rotacyjnego Brookfield DV II+ (Stoughton, MA, USA) przy użyciu przystawki Helipath (F). Podczas pomiaru wrzeciono było zanurzone w badanej próbce. Pomiary wykonywano w stałej temp. 20°C i przy stałej prędkości wrzeciona  $V=10$  obr./min. Wyniki rejestrował komputer o oprogramowaniu Win Gather V1,0. W badaniach tych określano lepkość otrzymanych analogów serów topionych.

### **Wyniki i dyskusja**

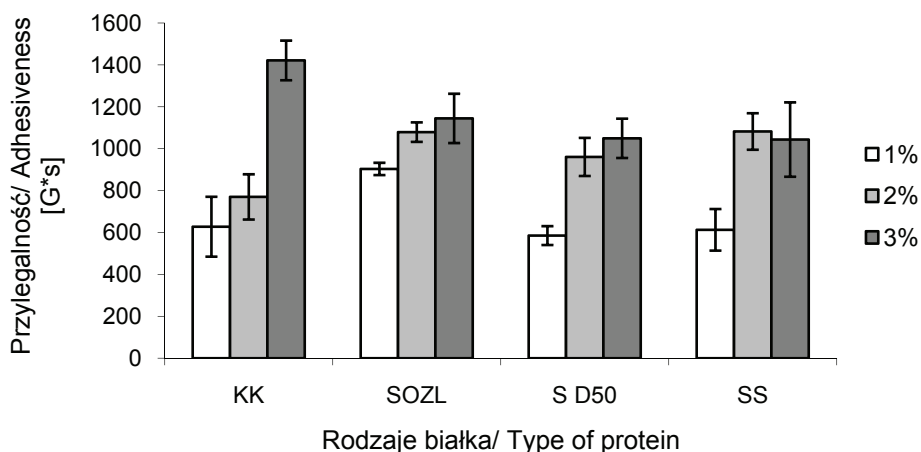
Na rys. 1. zobrazowano wpływ stężenia dodatku sproszkowanych preparatów serwatkowych (SS, SD 50, SOZL) na teksturę analogów serów topionych. W przypadku wszystkich analogów serów topionych nastąpił wzrost ich twardości wraz ze wzrostem stężenia białka w produkcji. Największą twardością charakteryzowały się analogi serów topionych otrzymane z 3% dodatkiem serwatki zdemineralizowanej (S D50 – 1187,4 G) oraz serwatki o zmniejszonej zawartości laktozy (SOZL – 1150,3 G). Najmniejszą twardością charakteryzowały się zaś analogi otrzymane z samej kazeiny kwasowej (KK).

Gupta i Reuter [8] wykazali, że wzrost twardości sera z dodatkiem preparatów serwatkowych może być spowodowany tworzeniem się kompleksów pomiędzy białkami serwatki a micelami, szczególnie pomiędzy  $\beta$ -laktoglobuliną a  $\kappa$ -kazeiną. Zastąpienie kazeiny polimerami białek serwatkowych również powodowało wzrost twardości analogów serów topionych [6, 16, 17].



Rys. 1. Wpływ stężenia i rodzaju sproszkowanych preparatów serwatkowych na twardość analogów serów topionych.

Fig. 1. The effect of different whey powders concentration on hardness of processed cheese analogs.



Rys. 2. Wpływ stężenia i rodzaju sproszkowanych preparatów serwatkowych na przylegalność analogów serów topionych.

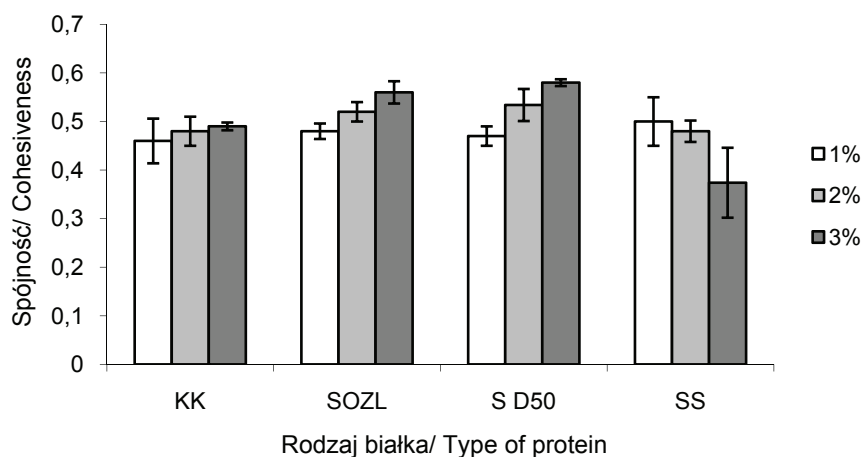
Fig. 2. The effect of different whey powders concentration on adhesiveness of processed cheese analogs.

Wysoka przylegalność serów i analogów serów topionych do opakowania jest jednym z parametrów ograniczających ich spożycie. Konsumenci nie preferują kupowania produktów, od których trudno oddziela się opakowanie. Przylegalność wszystkich analogów wzrastała w miarę wzrostu stężenia białka (rys. 2). Jedynie 3% dodatek

SS do analogów zmniejszał ich przylegalność, z uwagi na występowanie kruchości przy większych stężeniach białka. Największą przylegalnością charakteryzowały się analogi otrzymane z samej kazeiny kwasowej (KK – 1421,58 G·s), natomiast spośród analogów z dodatkiem preparatów serwatkowych największą przylegalność wykazywały analogi z dodatkiem SOZL (1144,8 G·s).

Thapa i Gupta [21] wykazali, że zastąpienie kazeiny przez białka serwatkowe powodowało istotny wzrost przylegalności [21], a Awad i wsp. [2] stwierdzili, że przylegalność serów wzrasta wraz ze zmniejszaniem zawartości tłuszczu w produkcie. Większa zawartość tłuszczu przyczyniła się do otrzymania analogów serów też bardziej miękkich, spójnych i przylegalnych w pracy Stampanoni i Noble [20].

Spójność analogów serów topionych zwiększała się nieznacznie w miarę wzrostu stężenia białka w próbkach. Natomiast spójność analogów z dodatkiem SS zmniejszała się (rys. 3). Największą spójnością charakteryzowały się próbki z 3% dodatkiem S D50 (0,58) i SOZL (0,56), natomiast najmniejszą z 3% dodatkiem SS (0,37).



Rys. 3. Wpływ stężenia i rodzaju sproszkowanych preparatów serwatkowych na spójność analogów serów topionych.

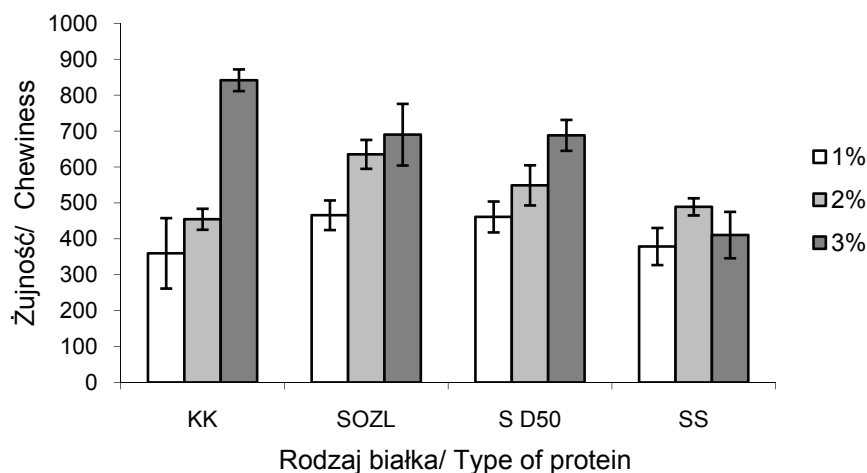
Fig. 3. The effect of different whey powders concentration on cohesiveness of processed cheese analogs.

Gupta i Reuter [9] stwierdzili, że dodatek koncentratów białek serwatkowych powodował spadek spójności analogów serów topionych. Bryant [3] wykazał, że sery o obniżonej zawartości tłuszczu były bardziej spójne, niż sery pełnotłuste.

Sprężystość analogów serów topionych nie zależała w istotnym stopniu ani od typu preparatu serwatkowego, ani stężenia białek, ani też od interakcji tych dwóch zmiennych (dane nie zamieszczone). Lobato-Calleros i wsp. [14] doszli do wniosku, że odchylenia wartości sprężystości analogów sera topionego wskazywały na różnice

w stopniu adsorpcji białka na powierzchni tłuszczu, w zależności od stopnia nienasyceń użytego tłuszczu. Kanawija i wsp. [12] wykazali, że spadek sprężystości serów podczas przechowywania może być spowodowany hydrolizą micel i para- $\kappa$ -kazeiny, które są odpowiedzialne za sprężystość skrzepu serowego.

Na rys. 4. zobrazowano wpływ stężenia dodatku preparatów serwatkowych (SS, SD 50, SOZL) na żujność analogów serów topionych. W przypadku wszystkich analogów serów topionych, wraz ze wzrostem stężenia białka w produkcie nastąpił wzrost ich żujności. Jedynie przy 3% dodatku SS żujność analogów obniżała się, ze względu na wzrost ich kruchości przy większym stężeniu białka (410,53). Najwyższą żujnością charakteryzowały się analogi serów topionych otrzymane z samej kazeiny kwasowej przy najwyższym jej stężeniu (841,55), natomiast spośród analogów z dodatkiem preparatów serwatkowych próbki z 3% dodatkiem SOZL (690,02) oraz S D50 (688,09).



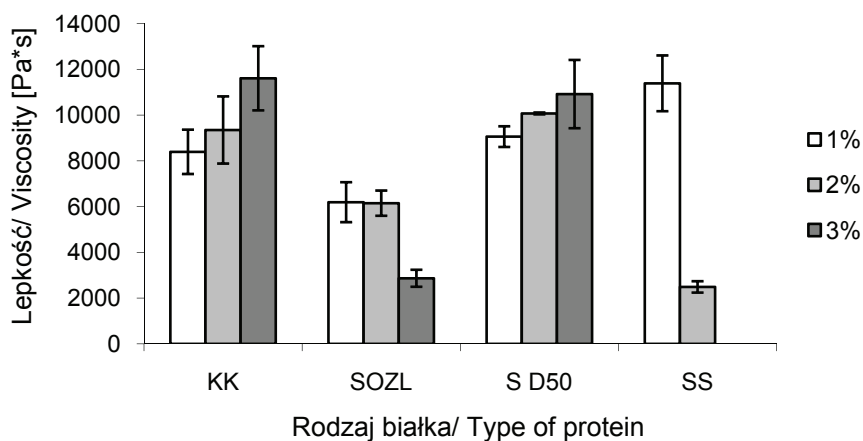
Rys. 4. Wpływ stężenia i rodzaju sproszkowanych preparatów serwatkowych na żujność analogów serów topionych.

Fig. 4. The effect of different whey powders concentration on chewiness of processed cheese analogs.

W badaniach przeprowadzonych przez Mleko i Lucey'a [15], w przypadku serów topionych otrzymywanych z dodatkiem serwatki o obniżonej zawartości laktozy metodą „na zimno”, otrzymywano sery topione o większej twardości, żujności, zaś o mniejszej sprężystości. Gupta i Reuter [9] wykazali, że żujność analogów wzrastała w miarę dodatku koncentratów białek serwatkowych.

Odnosnie analogów serów topionych otrzymanych z samej kazeiny (KK) i analogów z dodatkiem S D50 ich lepkość wzrastała w miarę wzrostu stężenia białka. Natomiast przy dodatku SOZL, jak i SS lepkość analogów znacznie malała i jej wartość wyniosła analogicznie 2867 Pa·s i 2490 Pa·s. W przypadku SOZL mogło to być spo-

wodowane znacznym zmniejszeniem zawartości laktozy w tym preparacie, natomiast w przypadku SS dużą zawartością popiołu, gdyż analog z ww. preparatem charakteryzował się znaczną kruchością.



Rys. 5. Wpływ stężenia i rodzaju sproszkowanych preparatów serwatkowych na lepkość analogów serów topionych.

Fig. 5. The effect of different whey powders concentration on viscosity of processed cheese analogs.

Mleko i Foegeding [16] stwierdzili, że białka serwatkowe prawdopodobnie współdziałają z matrycą białkową kazeiny, działając jako aktywny wypełniacz albo tworząc razem z nią mieszany żół o większej lepkości. Damodaran [5] stwierdził, że lepkość roztworów białkowych wzrasta w miarę koncentracji białka, co może świadczyć o interakcji uwodnionych cząsteczek białka.

### Wnioski

1. Dodatek wszystkich preparatów serwatkowych powodował wzrost twardości analogów serów topionych w porównaniu z analogami otrzymanymi wyłącznie na bazie kazeiny kwasowej.
2. Przylegalność, spójność i żujność analogów serów topionych zwiększała się w miarę wzrostu stężenia SOZL i S D50. Sprężystość analogów serów topionych nie zależała w istotnym stopniu ani od typu preparatu serwatkowego, ani stężenia białka.
3. Wzrost stężenia białka w serze, spowodowany dodatkiem preparatów serwatkowych, powodował wzrost lepkości analogów serów topionych z dodatkiem SD 50, a zmniejszenie lepkości analogów z udziałem SOZL i SS.
4. W przypadku analogów serów topionych otrzymywanych na bazie kazeiny, dodatek preparatów serwatkowych może przyczynić się do znacznych oszczędności su-

rowcowych poprzez zmniejszenie zawartości kazeiny w produkcji, z jednoczesnym uzyskaniem lepszych właściwości teksturalnych wyrobu. Ponadto zastosowanie proszków serwatkowych tj. S D50, SOZL i SS umożliwi redukcję kosztów produkcji.

*Praca była prezentowana podczas XII Ogólnopolskiej Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Lublin, 23–24 maja 2007 r.*

### Literatura

- [1] Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis (14<sup>th</sup> Ed.). Arlington, VA, 1984.
- [2] Awad S., Hassan A.N., Muthukumarappan K.: Application of exopolysaccharide-producing cultures in reduced-fat Cheddar cheese: Texture and melting properties. *J. Dairy Sci.*, 2005, **88**, 4204-4213.
- [3] Bryant A., Ustunol Z., Steffe J.: Texture of Cheddar cheeses as influenced by fat reduction. *J. Food Sci.*, 1995, **60**, 1216-1219.
- [4] Cichosz G.: *Technologia serów topionych*. Oficyna Wydawnicza Hoża, Warszawa 2000.
- [5] Damodaran S.: Food proteins: an overview. In: S. Damodaran & A. Paraf (Eds.). *Food proteins and their applications* (pp. 1-24). Marcel Dekker, Inc., New York 1997.
- [6] Glibowski P., Mleko S., Gustaw W., Janas P.: Production and rheological characteristics profile of processed cheese analogues. *Pol. J. Natur. Sci.*, 2002, **11 (2)**, 207-214.
- [7] Górską-Warsewicz, H.: Smarowanie jest trendy. *Forum Mleczarskie*, 2004, **5**, 28-29.
- [8] Gupta V.K., Reuter W.: Firmness and melting quality of processed cheese foods with added whey protein concentrates. *Lait*, 1993, **73**, 381-388.
- [9] Gupta V.K., Reuter H.: Processed cheese foods with added whey protein concentrates. *Lait*, 1992, **72**, 201-212.
- [10] Gustaw W., Mleko S.: The effect of polysaccharides and sodium chloride on physical properties of processed cheese analogs containing whey proteins. *Milchwiss.*, 2007, **62 (1)**, 59-62.
- [11] Gustaw W., Sołowiej B., Mleko S.: Otrzymywanie deserów mlecznych z białek serwatkowych z dodatkiem skrobi i karagenu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **4 (45) Supl.**, 100-109.
- [12] Kanawjia S.K., Rajesh P., Sabikhi L. Singh S.: Flavor, chemical and texture profile changes in accelerated ripened Gouda cheese. *Lebensmittel-Wiss. Technol.*, 1995, **28**, 577-583.
- [13] Lee S.K., Klostermeyer H.: The effect of pH on the rheological properties of reduced-fat model processed cheese spreads. *Lebensmittel-Wiss. Technol.*, 2001, **34**, 288-292.
- [14] Lobato-Calleros C., Vernon-Carter E.J., Guerrero-Legarreta I., Soriano-Santos J., Escalona-Beundia, H.: Use of fat blends in cheese analogs: Influence on sensory and instrumental textural characteristics. *J. Texture Stud.*, 1997, **28**, 619-632.
- [15] Mleko S., Lucey J.A.: Production and properties of processed cheese with reduced lactose whey. *Milchwiss.*, 2003, **58**, 9-10.
- [16] Mleko S., Foegeding E.A.: Physical properties of rennet casein gels and processed cheese analogs containing whey proteins. *Milchwiss.*, 2000, **55**, 513-516.
- [17] Mleko S., Foegeding E.A.: Formation of protein polymers: Effects of a two-step heating process on rheological properties. *J. Texture Stud.*, 1999, **30**, 137-149.
- [18] Raval D.M., Mistry V.V.: Application of ultrafiltered sweet buttermilk in manufacture of reduced fat process cheese. *J. Dairy Sci.*, 1999, **82**, 2334-2343.



- [19] Sołowiej B.: The effect of pH on rheological properties and meltability of processed cheese analogs with whey products. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, **57(3A)**, 125-128.
- [20] Stampanoni C.R., Noble A.C.: The influence of fat, acid, and salt on the temporal perception of firmness, saltiness and sourness of cheese analogs. *J. Texture Stud.*, 1991, **22**, 381–392.
- [21] Thapa T.B., Gupta V.K.: Rheology of processed cheese foods with added whey protein concentrates. *Indian J. Dairy Sci.*, 1992, **45**, 88-92.

### TEXTURE ANALYSIS OF PROCESSED CHEESE ANALOGS WITH WHEY PRODUCTS ADDITION

#### S u m m a r y

The aim of this study was to obtain processed cheese analogs from acid casein and partially replaced by different whey products and test their textural properties. Textural properties of processed cheese analogs were performed with a TA-XT2i Texture Analyser. The cheese samples were penetrated by a testing set (15 mm diameter) in constant temperature (21°C). The rate of penetration was 1 mm/s. Viscosity of processed cheese analogs were measured using a Brookfield DV II+ rotational viscometer with a Helipath countershaft (F). Addition of all whey products caused increase of processed cheese analogs hardness in comparison to analogs produced only on the base of acid casein. Adhesiveness, cohesiveness and chewiness of processed cheese analogs increased with increase of reduced lactose whey powder (SOZL) and demineralized whey powder (S D50). The increase of protein content in cheese caused addition of whey products effected increase viscosity of processed cheese analogs with demineralized whey powder (S D50), whereas decreased viscosity of analogs with reduced lactose whey powder (SOZL) and sweet whey powder (SS). Partial substitution of casein by whey protein produces much more solid cheeses, what can reduce casein content in product with better textural properties.

**Key words:** processed cheese, processed cheese analogs, acid casein, whey powders, texture, viscosity 