

WALDEMAR GUSTAW, BARTOSZ SOŁOWIEJ, STANISŁAW MLEKO

OTRZYMYWANIE DESERÓW MLECZNYCH Z BIAŁEK SERWATKOWYCH Z DODATKIEM SKROBI I KARAGENU

Streszczenie

Desery mleczne są produktami o żelowej lub półpłynnej teksturze. Pożądaną teksturę i dobrą stabilność deserów można uzyskać m.in. przez dodatek zagęstników do mleka lub zastosowanie odpowiednio zestawionych mieszanin surowców.

Celem pracy było otrzymanie deserów mlecznych z: izolatu białek serwatkowych (whey protein isolate – WPI), koncentratu białek serwatkowych (whey protein concentrate – WPC), odtłuszczonego mleka w proszku (OMP) oraz różnych rodzajów skrobi i karagenu. Badano zmiany lepkości, teksturę i synerzę w zależności od składu deserów. Najwyższą lepkością i niską synerzę charakteryzowały się desery sporządzone z WPI, karagenu i modyfikowanej skrobi z kukurydzy woskowej, w porównaniu z deserami wytworzonymi z OMP i WPC. Zastąpienie sacharozy aspartamem wyraźnie polepszyło właściwości reologiczne deserów z WPI.

Słowa kluczowe: reologia, desery mleczne, tekstura, hydrokoloidy

Wprowadzenie

Desery mleczne są produktami o żelowej lub półpłynnej teksturze, wytwarzanymi z nieukwaszonego lub ukwaszonego mleka z dodatkiem sacharozy, barwników i substancji zapachowych. Odpowiednią teksturę i dobrą stabilność deserów uzyskuje się przez dodatek różnych zagęstników, takich jak: żelatyna, karageny, pektyny, mączka chleba świętojańskiego i różne rodzaje skrobi [6]. Pożądaną teksturę deserów mlecznych można również otrzymać poprzez zastosowanie odpowiednio zestawionych mieszanin, jak np. karagenu z mączką chleba świętojańskiego, karagenu ze skrobią lub karagenu z białkami mleka.

Od dawna znane są synergistyczne interakcje występujące pomiędzy karagenem i kazeiną [11]. Sugerowano że specyficzne interakcje pomiędzy polisacharydem a micelami kazeiny spowodowane są elektrostatycznym przyciąganiem występującym pomiędzy łańcuchami karagenu a κ -kazeiną. Drohan i wsp. [3] wykryli natomiast, że w obecności białek mleka, żelowanie występowało przy relatywnie niskich stężeniach

*Dr inż. W. Gustaw, mgr inż. B. Sołowiej, prof. dr hab. S. Mleko, Katedra Przemysłu Rolno Spożywczego i Przechowywania. Wydz. Rolniczy, Akademia Rolnicza, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin
e-mail: waldemar.gustaw@ar.lublin.pl*

karagenu i w temperaturze poniżej temperatury przejścia ze stanu uporządkowanego w nieuporządkowany. W takich warunkach, gęstość ujemnych ładunków na micelach kazeiny wzrastała wraz ze wzrostem stężenia karagenu, a cząsteczki polisacharydu absorbowały się na micelach białka [2]. Natomiast w temperaturze powyżej stanu przejścia karagenu występowała faza separacji pomiędzy ι-karagenem a kazeiną, w układach o stężeniu karagenu powyżej 0,2% [5].

W ostatnich latach podjęto próby stworzenia deserów mlecznych, w których mleko zastąpiono preparatami białek serwatkowych [4, 6, 8, 9]. Mleko i wsp. [10] wykazali, że do wystąpienia synergistycznych interakcji pomiędzy karagenem a białkami serwatkowymi niezbędne było ogrzanie układu, co nie było konieczne w przypadku mieszanin tego hydrokoloidu z kazeiną. Zmiana właściwości roztworów i żeli białek serwatkowych po dodaniu karagenu spowodowana była prawdopodobnie wystąpieniem fazy separacji pomiędzy biopolimerami, co potwierdzają badania wykonane przez Syrbe [12]. Autor wykazał, że w układach białek serwatkowych i anionowych polisacharydów faza separacji wystąpiła dopiero po ogrzaniu układu lub poddaniu go działaniu wysokich ciśnień.

Celem pracy było wytworzenie deserów z białek serwatkowych z udziałem różnych rodzajów skrobi oraz otrzymanie deseru o najkorzystniejszych właściwościach reologicznych.

Materiał i metody badań

Do badań użyto następujących surowców: izolat białek serwatkowych (whey protein isolate - WPI) o zawartości białka 93,6% (DAVISCO Food Ingredients International; Le Sueur, MN, USA); koncentrat białek serwatkowych (whey protein concentrate - WPC) o zawartości białka 71,3%, (PPHW „Laktopol” sp. z o.o. Warszawa); odtłuszczone mleko w proszku (OMP) o zawartości białka 34,71%, (Spółdzielnia Mleczarska w Gostyniu); κ-karagen (Sigma, USA); aspartam (Hortimex, Konin); sacharoza spożywcza i różnego typu skrobie: kukurydziana woskowa modyfikowana Clearjel SD, E-1422 (MKW), (National Starch & Chemical GmbH, Niemcy), kukurydziana woskowa natywna (NKW), (CLPZ Poznań), ziemniaczana natywna (NZ), (Roquette, Francja), ziemniaczana modyfikowana E-1412 (MZ), (WPPZ Luboń).

Zawartość białka w preparatach serwatkowych i mleku w proszku oznaczano poprzez określenie zawartości azotu metodą Kjeldahla ($N \times 6,38$) [1].

Desery przygotowywano poprzez zmieszanie 3-procentowych roztworów białka, sporządzonych w 0,1 M NaCl z sacharozą w ilości 10% (w stosunku do całej objętości próbki) lub aspartamem w ilości 0,05%, skrobią i κ-karagenem. Karagen stosowano w ilościach 0,1; 0,2 i 0,3%; natomiast skrobię dodawano w ilości 1, 2 i 3%. Układy podgrzewano do temp. 85°C i przetrzymywano w tej temp. przez 10 min, a następnie chłodzono do temp. ok. 20°C, oznaczając ich lepkość za pomocą wiskozymetru Brookfielda DV-II+ w układzie cylindrów współosiowych przy prędkości 20 obr./min. Wyniki rejestrowano w programie Win Gather VI.

Konsystencję deserów z udziałem białek serwatkowych badano przy użyciu analizatora tekstury TA-XT2i (Stable Micro Systems, Wielka Brytania), za pomocą ekstruzji wstecznej, oprzyrządowaniem firmy Stable Micro Systems (back extrusion ring) przy średnicy pojemnika wynoszącej 50 mm i średnicy głowicy 45 mm. Prędkość przesuwu głowicy 1 mm/s.

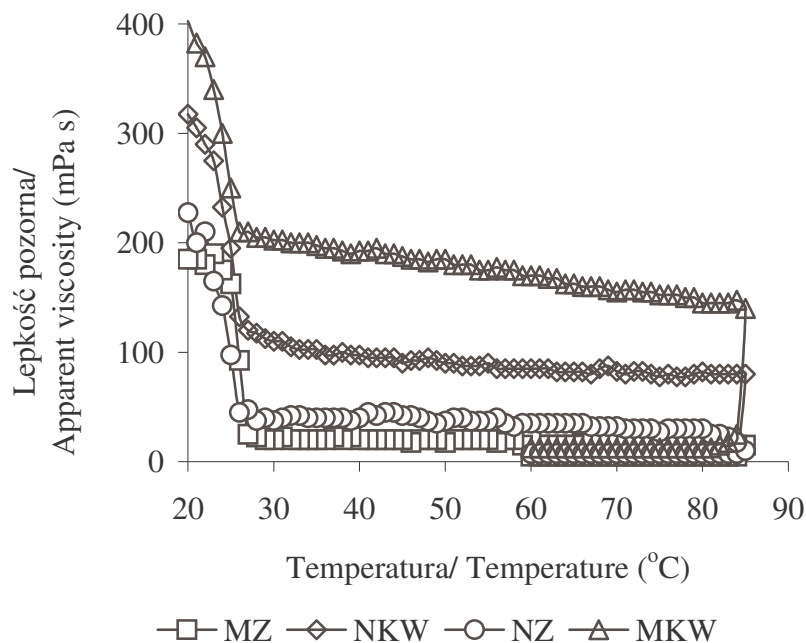
Synerezę oznaczano w deserach przechowywanych przez ok. 20 h w temp. ok. 4°C. Próbkę deseru (10 g) wirowano przez 10 min przy 540 obr./min. Wydzieloną ciecz ważono i wyrażano w [%] (m/m) w stosunku do masy próbki.

Wyniki i dyskusja

Pierwszy etap badań dotyczył wybrania jednej ze skrobi, której dodatek do deserów sporządzonych z udziałem WPC powodował najwyższy wzrost ich lepkości. Ogrzewanie deserów w zakresie temp. 60–85°C nie wpływało na zmianę lepkości (rys. 1), dopiero przetrzymanie deserów w temp. ok. 85°C zwiększało jej wartość. Spowodowane to było żelowaniem białek serwatkowych, przy czym w stosunku do deserów sporządzonych ze skrobiami kukurydzianymi MKW i NKW wzrost lepkości w temp. 85°C był wyraźnie wyższy w porównaniu z deserami zawierającymi skrobie ziemniaczane. Podczas chłodzenia deserów z WPC w zakresie temp. 85–27°C obserwowano powolny wzrost ich lepkości, natomiast dalsze chłodzenie do temp. 26–24°C powodowało wyraźny wzrost lepkości deserów. Wyższa lepkość deserów w zakresie temp. 30–85°C spowodowana była żelowaniem skrobi, co potwierdzają wcześniejsze badania Mleko [7], który również stwierdził wzrost lepkości deserów WPI w tym przedziale temperatury. Natomiast wzrost lepkości w temp. poniżej 30°C wywołany był żelowaniem karagenu. We wcześniejszych badaniach deserów mlecznych, sporządzonych z wykorzystaniem białek serwatkowych i karagenu, również zaobserwowano wyraźny wzrost lepkości w temp. poniżej 40°C [6, 7]. Najwyższą lepkością w temp. 20°C charakteryzował się deser sporządzony z dodatkiem skrobi modyfikowanej MKW (rys. 1).

W kolejnym etapie badań porównano desery mleczne sporządzone z wykorzystaniem WPC, WPI i OMP (rys. 2). Zdecydowanie najwyższą lepkością charakteryzował się deser sporządzony z zastosowaniem WPI, natomiast deser sporządzony z OMP miał wyższą lepkość niż deser z WPC. Mleko [6], badając desery sporządzone z odtłuszczonego mleka w proszku i WPI zauważył, że żele z udziałem WPI są dużo silniejsze i bardziej elastyczne w porównaniu z żelami kazeinowymi. Przebieg krzywych zmiany lepkości, we wszystkich badanych deserach, wraz ze zmianą temperatury jest podobny w zakresie temp. 60–85°C. Podczas ogrzewania w temp. 85°C żelowały białka serwatkowe, co spowodowało wzrost lepkości deserów WPC i WPI, natomiast lepkość deserów z OMP nie ulegała widocznej zmianie. Również podczas chłodzenia widoczne są różnice w lepkości pomiędzy deserami z białek serwatkowych i OMP. O ile w deserach z WPI i WPC karagen żelował w temp. poniżej 30°C, to w przypadku deseru z OMP wyraźny wzrost lepkości występował w temp. ok. 40°C. We wcześniejszych badaniach interakcji pomiędzy białkami mleka a κ -karagenem

stwierdzono, że obecność kazeiny powodowała przesunięcie temperatury żelowania karagenu do około 38°C [3].

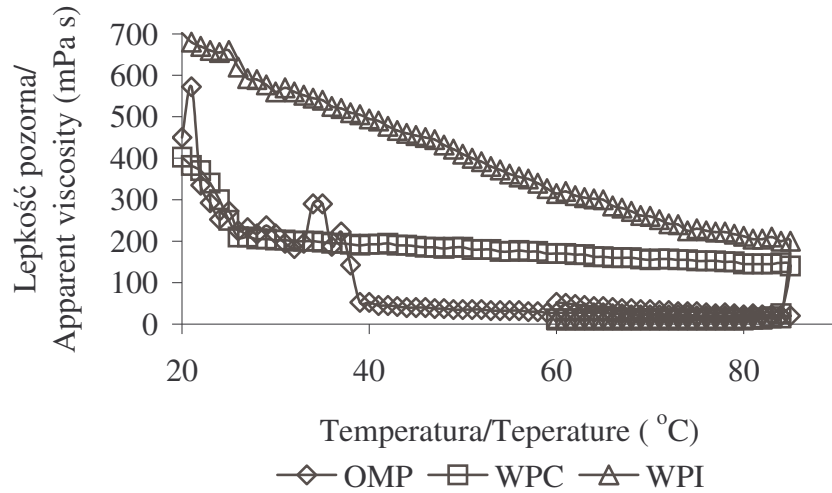


Rys. 1. Wpływ dodatku różnych rodzajów skrobi na lepkość pozorną deserów sporządzonych z 3% WPC, z dodatkiem 0,2% karagenu i 2% skrobi.

Fig. 1. Effect of the addition of different kinds of starch on the apparent viscosity of desserts made of 3% WPC with added 0.2% carrageenan and 2% starch.

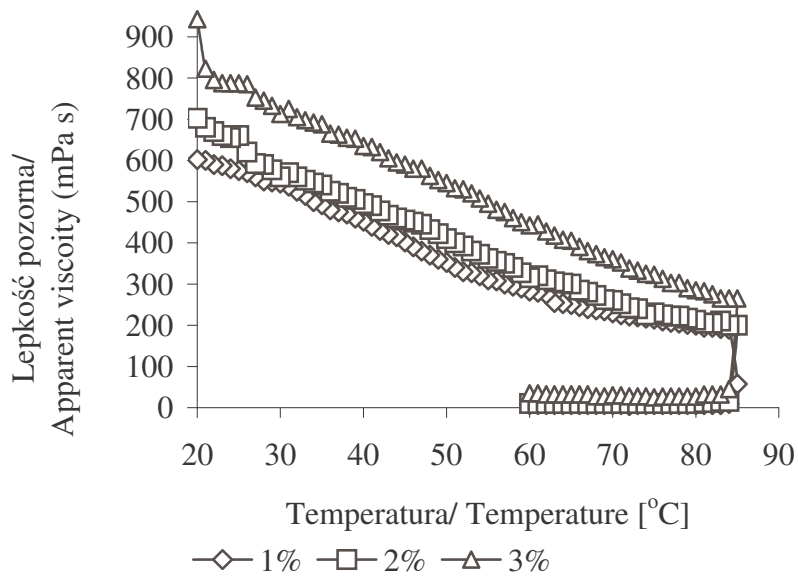
Przebadano również wpływ stężenia MKW na lepkość deserów sporządzonych z WPI, 10% cukru i 0,2% dodatkiem karagenu (rys. 3). Zaobserwowano wzrost lepkości deserów wraz ze wzrostem zawartości skrobi od 1 do 3%, przy czym wyraźne różnice w przebiegu krzywych dotyczących zmian lepkości widoczne były dopiero przy 3-procentowym stężeniu skrobi. Duże stężenie skrobi (3%) poprawiło również konsystencję deserów WPI, która w porównaniu z deserami zawierającymi 2% skrobi była bardziej jednolita (rys. 4).

Zwiększenie stężenia karagenu wpływało na wzrost lepkości badanych deserów WPI (rys. 5). Największą lepkością charakteryzował się deser z 0,3% dodatkiem karagenu. Wyższe stężenie karagenu wyraźnie wpływało na wzrost twardości badanych deserów, lecz równocześnie powodowało zmianę ich konsystencji na bardziej niejednorodną (rys. 6).



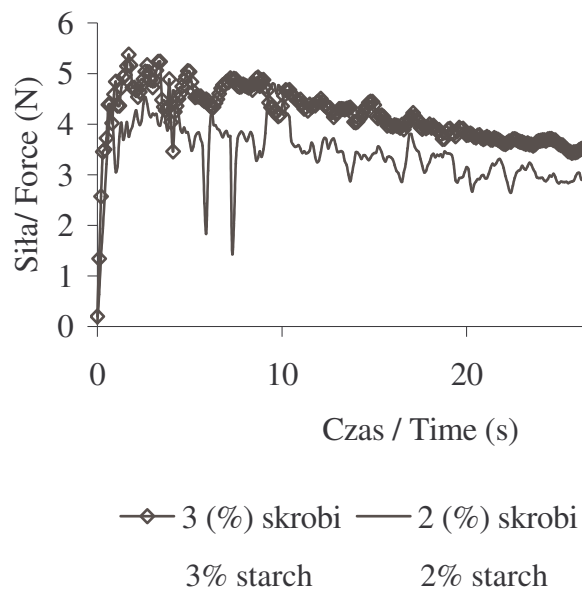
Rys. 2. Wpływ rodzaju zastosowanego białka na lepkość pozorną deserów z dodatkiem 0,2% karagenu i 2% skrobi MKW.

Fig. 2. Effect of the kind of protein used on the apparent viscosity of desserts with added 0.2% carrageenan and 2% MKW starch.

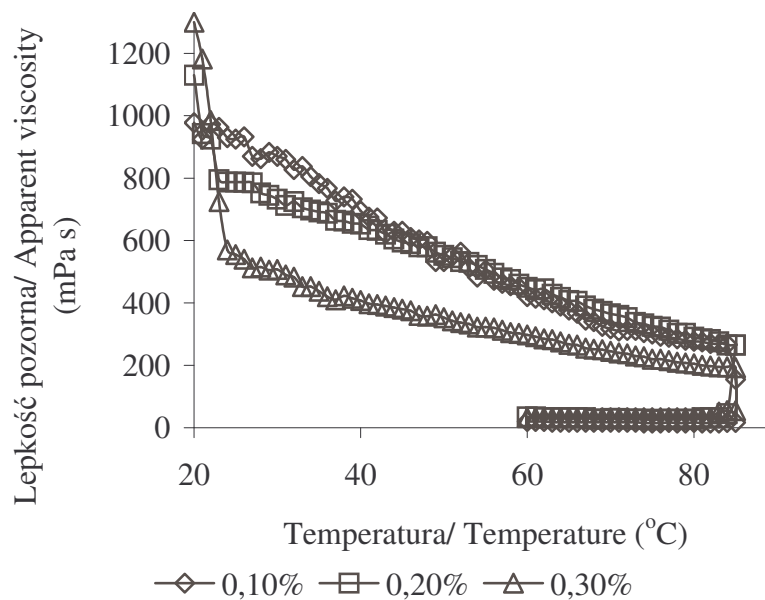


Rys. 3. Wpływ stężenia skrobi MKW na lepkość pozorną deserów sporządzonych z 3% WPI i 0,2% karagenu.

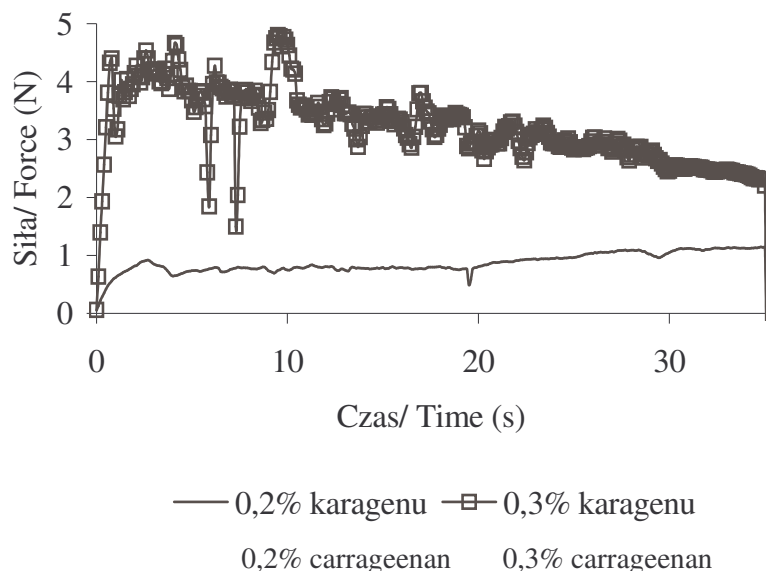
Fig. 3. Effect of the MKW starch concentration on the apparent viscosity of desserts prepared of 3% WPI and 0.2% carrageenan.



Rys. 4. Wpływ stężenia skrobi MKW na teksturę deserów WPI.
Fig. 4. Effect of the MKW starch concentration on the texture of WPI desserts.



Rys. 5. Wpływ stężenia karagenu na zmiany lepkości pozornej deserów WPI.
Fig. 5. Effect of the carrageenan concentration on changes in apparent viscosity of WPI desserts.



Rys. 6. Wpływ stężenia karagenu na teksturę deserów WPI.

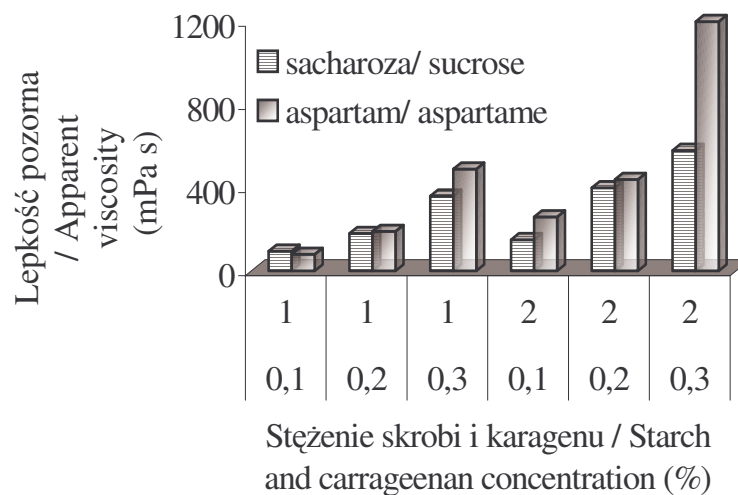
Fig. 6. Effect of the carrageenan concentration on the texture of WPI desserts.

Na rys. 7. przedstawiono wyniki pomiaru lepkości deserów słodzonych sacharozą lub aspartamem. Obecność sacharozy zmniejszała lepkość badanych deserów zarówno przy wzroście zawartości skrobi, jak i zwiększeniu stężenia karagenu. Wcześniejsze badania Mleko i Gustawa [8] wykazały również, że obecność sacharozy pogarszała teksturę deserów otrzymanych ze spolimeryzowanych białek serwatkowych w porównaniu z deserami otrzymanymi z wykorzystaniem aspartamu.

Najniższą synerezą charakteryzowały się desery WPI, natomiast najwyższa synereza cechowała desery WPC (tab. 1). Wzrost zawartości skrobi istotnie wpływał na zmniejszenie wielkości synerezy we wszystkich badanych układach.

Wśród badanych deserów wytwarzanych z wykorzystaniem różnych preparatów białkowych, najlepszymi właściwościami charakteryzowały się desery WPI. Potwierdza to istnienie dodatknych oddziaływań pomiędzy białkami serwatkowymi a karagenem [10]. Dużo mniejsze lepkości deserów wytwarzanych z WPC wynikały prawdopodobnie z obecności w koncentracji większych stężeń soli mineralnych, tłuszczu i laktozy, które mogą negatywnie wpływać na żelowanie białek serwatkowych [7]. Dlatego desery te miały mniej korzystne właściwości w porównaniu z deserami otrzymanymi z odtłuszczonego mleka w proszku, w których występowało żelowanie, wywołane interakcjami pomiędzy kazeiną a karagenem.

Zastąpienie sacharozy aspartamem, jak również wykorzystanie skrobi modyfikowanych zamiast natywnych, zdecydowanie polepszyło właściwości reologiczne deserów WPI. Stwarza to duże możliwości wykorzystania białek serwatkowych do produkcji niskokalorycznych deserów o odpowiedniej teksturze.



Rys. 7. Wpływ poszczególnych składników deseru na lepkość w temperaturze 20°C.

Fig. 7. Effect of individual components of each dessert on the viscosity at 20°C.

Tabela 1

Wielkość synerезy deserów mlecznych determinowana ich składem.

The effect of syneresis each dessert component on syneresis.

Białka mleka Milk proteins	Skrobia Starch [%]	Karagen Carrageenan [%]	Synerезa Syneresis [%]
Koncentrat białek serwatkowych Whey protein concentrate	1,0	0,2	0,18
	2,0	0,2	0,13
	3,0	0,2	0,1
Izolat białek serwatkowych Whey protein isolate	1,0	0,2	0,03
	2,0	0,2	0,001
	3,0	0,2	0,0
Odtłuszczone mleko w proszku Skimmed milk powder	1,0	0,2	0,02
	2,0	0,2	0,004
	3,0	0,2	0,003

Wnioski

1. Wśród ocenianych rodzajów skrobi, dodatek modyfikowanej skrobi z kukurydzy woskowej pozwalał otrzymać desery z udziałem białek serwatkowych o najwyższej lepkości i odpowiedniej teksturze.
2. Desery uzyskane z izolatu białek serwatkowych (WPI) charakteryzowały się większą lepkością w porównaniu z deserami z odtłuszczonego mleka w proszku (OMP) i koncentratu białek serwatkowych (WPC).

3. Zastosowanie aspartamu zamiast sacharozy polepszyło właściwości reologiczne deserów z udziałem WPI.
4. Desery sporządzone z wykorzystaniem WPI charakteryzowały się najniższą synerезą w porównaniu z deserami z OMP i WPC.

Literatura

- [1] AOCA.: Method of Analysis Association of Official Analytical Chemist, Washington, D.C., 1983.
- [2] Dalgleish D., Morris E.: Interaction between carrageenans and casein micelles: electrophoretic and hydrodynamic properties of particles. *Food Hydrocoll.*, 1988, **2**, 311-320.
- [3] Dhoran D., Tziboula A., McNulty D., Horne D.: Milk protein – carrageenan interactions. *Food Hydrocoll.*, 1997, **11**, 101-107.
- [4] El-Garawany G.A., Abd El Salam, M.H.: Preparation and rheological properties of a dairy dessert based on whey protein/potato starch. *Food Chem.* 2005, **91**, 261-267.
- [5] Langendorff V., Cuvelier G., Launay B., Parker A.: Gelation and flocculation of casein micelle/carrageenan mixtures. *Food Hydrocoll.*, 1997, **11**, 35-40.
- [6] Mleko S.: Rheological properties of milk and whey protein desserts. *Milchwissenschaft*, 1997, **52** (5), 262-265.
- [7] Mleko S., Żelowanie modelowych układów κ -karagenan/skrobia w mleku oraz roztworze koncentratu białek serwatkowych. *Żywność. Nauka. Technologia*, 1999, **3** (20), 48-54.
- [8] Mleko S., Gustaw W.: Model whey protein polymer dessert. *Milchwissenschaft*, 2000, **55** (3), 149-151.
- [9] Mleko S., Gustaw W.: Rheological changes due to substitution of total milk proteins by whey proteins in dairy desserts. *J. Food Sci. Technol.*, 2002, **39** (2), 170-172.
- [10] Mleko S., Li-Chan E., Pikus S.: Interactions of κ -carrageenan with whey protein in gels formed at different pH. *Food Res. Inter.*, 1997, **30**, 427-433.
- [11] Snoeren T., Payens T., Jeunink J., Both P.: Electrostatic interaction between κ -carrageenan and κ -casein. *Milchwissenschaft*, 1975, **30**, 393-396.
- [12] Syrbe A.: Polymer incompatibility in aqueous whey protein and polysaccharide solutions: phase separation phenomena and microgel particle formation. PhD thesis. Munich: Munich Technical University 1997.

MAKING MILK DESSERTS OF WHEY PROTEINS WITH STARCH AND CARRAGEENAN ADDED

S u m m a r y

Milk desserts are products showing a gel or a semi-liquid texture. A necessary texture and good stability of such desserts can be provided by adding, among other things, thickeners to milk or by applying mixtures of suitably composed raw materials.

The objective of the study was to make milk desserts of: whey protein isolate (WPI), whey protein concentrate (WPC), skimmed milk powder (SMP), and different kinds of starch and carrageenan. Changes in apparent viscosity, texture, and syneresis were analyzed depending on the composition of desserts. Desserts made of WPI, carrageenan, and a modified starch of wax maize had the highest apparent viscosity and a low syneresis compared with the desserts prepared of SMP and WPC. When sucrose was replaced by aspartame, the rheological properties of WPI desserts were evidently improved.

Key words: rheology, milk dessert, texture, hydrocolloids ☒