

STANISŁAW MLEKO

ŻELOWANIE MODELOWYCH UKŁADÓW κ-KARAGENIAN/SKROBIA W MLEKU ORAZ ROZTWORZE KONCENTRATU BIAŁEK SERWATKOWYCH

Streszczenie

Celem pracy było zbadanie lepkości modelowych układów κ-karagenianu i skrobi w wodzie, mleku oraz roztworze koncentratu białek serwatkowych. Prześledzono zmiany lepkości pozornej podczas ogrzewania i chłodzenia powyższych układów. Stwierdzono istnienie efektu synergicznego pomiędzy skrobią a κ-karagenem, wyrażającego się wzrostem lepkości w zakresie temperatur charakterystycznym dla żelowania jednej z tych substancji, przy jej stałym stężeniu, a wzrastającym stężeniu drugiego składnika. Mieszanina κ-karagen/skrobia żelowała lepiej w mleku niż roztworze koncentratu białek serwatkowych, co mogło być spowodowane dużą zawartością soli mineralnych w koncentracie. Układy κ-karagen/skrobia charakteryzowały się wyższą lepkością w mleku i roztworze koncentratu białek serwatkowych niż w wodzie, co może świadczyć o zachodzeniu oddziaływań pomiędzy tymi substancjami a białkami mleka.

Wstęp

Desery mleczne zawierają zwykle pewne ilości substancji żelujących lub stabilizujących teksturę. Najczęściej stosuje się do tego celu: skrobię, skrobie modyfikowane, karageniany, gumy, pektynę i żelatynę. Często w celu otrzymania właściwej tekstury używa się odpowiednio skomponowane mieszaniny wymienionych substancji. Duże możliwości kształtowania tekstury deserów stwarza zastosowanie mieszaniny skrobi z karagenem. Skrobia nadaje odpowiednią konsystencję i odczucie sensoryczne, natomiast karagen zapewnia odpowiednią lepkość. Znane jest bardzo ważne zjawisko powstawania kompleksów pomiędzy kazeiną w mleku a κ-karagenianem [3, 9]. Kompleksy te powstają nawet w pH powyżej punktu izoelektrycznego kazeiny, ponieważ pewne fragmenty tego białka posiadają wówczas lokalnie ładunek dodatni [8]. Podjęto wcześniej próbę otrzymania deserów, do produkcji których zamiast mleka wykorzysta-

no izolat białek serwatkowych [5]. Główne białka wchodzące w skład izolatu białek serwatkowych to: β -laktoglobulina, α -laktoalbumina oraz albumina surowicy krwi bydłowej. Wyprodukowanie izolatu białek serwatkowych wymaga zastosowania stosunkowo skomplikowanej technologii z zastosowaniem żywic jonowymiennych. Prostsza jest produkcja koncentratów, wymagająca użycia ultrafiltracji. Otrzymany produkt posiada jednakże dużą zawartość tłuszczu i soli mineralnych, które pogarszają właściwości żelujące białek serwatkowych [4]. W obecności κ -karagenianu i skrobi następowało żelowanie białek serwatkowych, które bez dodatku κ -karagenianu zachodzi w roztworach sacharozy bardzo wolno [5]. Schmidt i Smith [7] stwierdzili, iż mieszaniny roztworów κ -karagenianu z mlekiem posiadają większą lepkość niż podobne mieszaniny z białkami serwatkowymi. Mleko i inni [6] wykazali, iż ogrzewanie roztworów κ -karagenianu z izolatem białek serwatkowych odwraca powyższą zależność. Kazeina oddziałuje z κ -karagenianem w temperaturze pokojowej, natomiast białka serwatkowe potrzebują do tego ogrzewania.

Celem niniejszej pracy było zbadanie lepkości modelowych układów κ -karagenianu i skrobi w wodzie, mleku oraz roztworze koncentratu białek serwatkowych. Prześledzono zmiany lepkości pozornej podczas ogrzewania i chłodzenia powyższych układów.

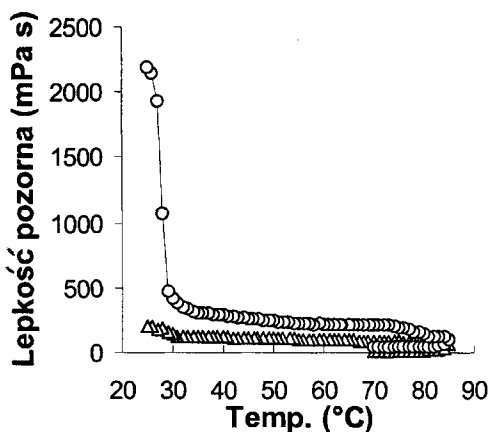
Material i metody

Do badań użyto: koncentratu białek serwatkowych (whey protein concentrate-WPC) o zawartości białka 71,27% (N x 6,38), wyprodukowanego przez PPHW „Laktopol” sp. z o. o. Warszawa; odtłuszczonego mleka w proszku o zawartości białka 34,67% (N x 6,38); skrobi ziemniaczanej (Roquette Technical Services and Laboratories, Lestrem, Francja); κ -karagenu (Hortimex, Konin) oraz sacharozy spożywczej.

Sporządzano zawiesiny WPC lub mleka o stężeniu białka 30 g/kg w 0,1 M NaCl i 10% sacharozy i dodawano κ -karagenu oraz skrobi. Przy stężeniu κ -karagenu 0,3% dodawano skrobi w ilości: 1; 1,5; 2; 2,5; 3 lub 3,5%. Przy stężeniu skrobi 2% dodawano κ -karagenu w ilości: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 lub 0,5%. Powyższe stężenia ustalono na podstawie wstępnych badań mając na uwadze możliwość pomiarowe stosowanego wiskozymetru. Podobne badania wykonano w roztworze 0,1 M NaCl i 10% sacharozy. Zawiesiny podgrzewano do temp. 85°C, a następnie chłodzono do temperatury 22°C, mierząc ich lepkość za pomocą wiskozymetru Brookfield DV-II+ w układzie cylindrów współosiowych (Small Sample Adapter) przy prędkości 100 obr./min. Wyniki były rejestrowane przy użyciu programu komputerowego Win Gather VI.

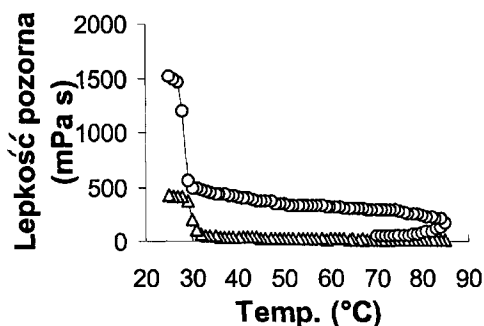
Wyniki i dyskusja

Chłodzenie modelowych deserów z dodatkiem WPC w zakresie temperatur 85-22°C powodowało stały wzrost lepkości. Nagły skok wartości lepkości zaobserwowano w przedziale temperatur 30-40°C (Rys. 1-3). Wzrost lepkości w zakresie temperatur 85-40°C wynika głównie z żelowania skrobi, natomiast w niższej temperaturze nastąpiło żelowanie karagenu. Wcześniej zaobserwowano w temperaturze około 38°C nagły wzrost wartości modułu zachowawczego dla chłodzonych roztworów κ -karagenianu [5]. Zarówno wzrost zawartości κ -karagenianu i skrobi, powodowały wzrost lepkości w odpowiednim zakresie temperatur. Zaobserwowano również, że w przypadku wzrostu zawartości karagenu przy stałej zawartości skrobi, następował również wzrost lepkości w zakresie temperatur charakterystycznym dla żelowania skrobi (Rys. 1). Podobne zjawisko zaobserwowano przy stałej zawartości karagenu a zmiennej skrobi (Rys. 2).



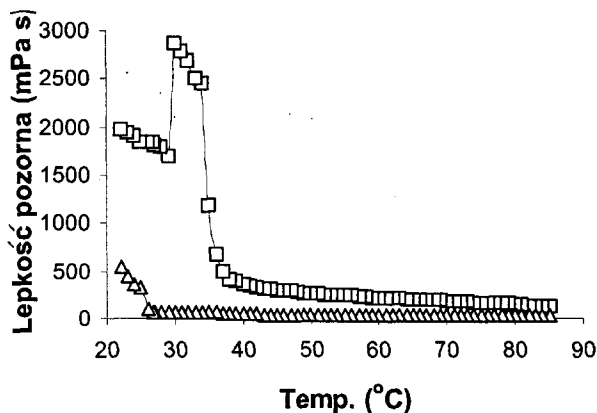
Rys. 1. Zmiany lepkości pozornej roztworu koncentratu białek serwatkowych o zawartości skrobi 2% i κ -karagenu 0,1% (Δ) i 0,5% (O) podczas ogrzewania w temp. 70-85°C i chłodzenia do 22°C.

Fig. 1. Changes in apparent viscosity of whey protein concentrate solution with 2% of starch and 0.1% (Δ) or 0,5% (O) of κ -carrageenan, during heating at 70-85°C and cooling to 22°C.



Rys. 2. Zmiany lepkości pozornej roztworu koncentratu białek serwatkowych o zawartości κ -karagenu 0,3% i skrobi 1,0% (Δ) i 3,5% (O) podczas ogrzewania w temp. 70-85°C i chłodzenia do 22°C.

Fig. 2. Changes in apparent viscosity of whey protein concentrate solution with 0,3% of κ -carrageenan and 1% (Δ) or 3,5% (O) of starch, during heating at 70-85°C and cooling to 22°C.



Rys. 3. Zmiany lepkości pozornej roztworu o zawartości κ -karagenu 0,3% i skrobi 2% w (□) mleku i (Δ) wodzie podczas ogrzewania w temp. 70-85°C i chłodzenia do 22°C.

Fig. 3. Changes in apparent viscosity of 0.3% κ -carrageenan and 2% starch solutions in milk (□) and water (Δ) during heating at 70-85°C and cooling to 22°C.

Stwierdzono więc efekt synergiczny pomiędzy skrobią a κ -karagenem. Podwyższenie zawartości jednej substancji powoduje wzrost lepkości wywołany żelowaniem drugiej. Podobne zjawisko zaobserwowali Descamps i inni [2], którzy stwierdzili, że roztwory κ -karagenu o stężeniu 0,05%, które nie dawały żeli w mleku, nadawały stałą, żelową teksturę 4,5% zawieszinie skrobi w mleku, która wcześniej żelowała dając substancję o konsystencji pasty.

Porównując żelowanie karagenu i skrobi w mleku, z żelowaniem w roztworze białek serwatkowych stwierdzono większą lepkość deserów mlecznych (Tab. 1).

Lepkość mieszanin karagenu i skrobi w wodzie, tzn. roztworze 0,1 M NaCl z 10% sacharozy była niższa niż mieszanin z udziałem białek serwatkowych dla wszystkich badanych stężeń karagenu i skrobi (Tab. 1). Stwierdzona wyższa lepkość deserów mlecznych w porównaniu do deserów opartych na WPC wynika prawdopodobnie z zachodzących interakcji pomiędzy κ -karagenem a cząsteczkami α_s -kazeiny. Okazało się jednakże, że również białka serwatkowe powodują wzrost lepkości mieszanin κ -karagen/skrobia w porównaniu do układów w środowisku wodnym. Świadczy to o istniejących oddziaływaniach pomiędzy κ -karagenem i skrobią, a białkami serwatkowymi. Wcześniej również stwierdzono synergiczny efekt białek serwatkowych i κ -karagenianu w odniesieniu do twardości otrzymywanych żeli [6]. Capron i inni [1] zaobserwowali, iż czas żelowania podstawowego białka serwatkowego – β -laktoglobuliny ulega skróceniu po dodaniu κ -karagenianu. Otrzymane w obecnych badaniach modelowe układy z dodatkiem białek serwatkowych charakteryzowały się mniejszą lepkością w porównaniu do białek mleka, jednakże mogą z powodzeniem być

Tabela 1

Lepkość pozorna modelowych deserów w temp. 22°C ogrzewanych w temp. 70-85°C i chłodzonych do 22°C.

Apparent viscosity of model desserts at 22°C, heated at 70-85°C and cooled to 22°C.

Badany roztwór Basic solution	Stężenie κ-karagenu (%) κ-carrageenan concent.	Stężenie skrobi (%) Starch concent.	Lepkość pozorna (mPa s) Apparent viscosity
woda / water	0,3	1,0	220
woda	0,3	1,5	410
woda	0,3	2,0	570
woda	0,3	2,5	790
woda	0,3	3,0	920
woda	0,3	3,5	1170
woda	0,1	2,0	140
woda	0,2	2,0	430
woda	0,4	2,0	1130
woda	0,5	2,0	1460
mleko / milk	0,3	1,0	780
mleko	0,3	1,5	1290
mleko	0,3	2,0	1970
mleko	0,3	2,5	2470
mleko	0,3	3,0	2750
mleko	0,3	3,5	3410
mleko	0,1	2,0	1730
mleko	0,2	2,0	1870
mleko	0,4	2,0	1990
mleko	0,5	2,0	2270
białka serwatkowe / whey proteins	0,3	1,0	430
białka serwatkowe	0,3	1,5	640
białka serwatkowe	0,3	2,0	810
białka serwatkowe	0,3	2,5	1190
białka serwatkowe	0,3	3,0	1240
białka serwatkowe	0,3	3,5	1540
białka serwatkowe	0,1	2,0	210
białka serwatkowe	0,2	2,0	650
białka serwatkowe	0,4	2,0	1540
białka serwatkowe	0,5	2,0	2230

używane do produkcji deserów o odpowiedniej teksturze. We wcześniejszych badaniach stwierdzono lepsze właściwości reologiczne deserów otrzymanych z udziałem białek serwatkowych w porównaniu do deserów mlecznych [5]. Należy jednakże zwrócić uwagę na fakt, iż wcześniej do badań użyto izolatu białek serwatkowych, a obecnie koncentratu. Obecne w koncentracie sole mineralne, tłuszcz oraz laktoza powodują pogorszenie właściwości żelujących białek serwatkowych. Desery otrzymane na bazie izolatu białek serwatkowych już w temperaturze 90°C charakteryzowały się niską wartością kąta fazowego, co świadczy o zżelowaniu w tych warunkach białek serwatkowych i utworzeniu sprężystej struktury [5].

Wnioski

1. W procesach technologicznych, w których jako zagęstniki do produktów mlecznych stosuje się κ -karagen i skrobię, możliwe jest stosowanie ich w niższych stężeniach ze względu na oddziaływanie pomiędzy tymi substancjami a białkami mleka, których wynikiem jest wzrost lepkości.
2. Mieszanina κ -karagen/skrobia żeluje lepiej w mleku niż roztworze WPC.
3. Stwierdzone efekty synergistyczne pomiędzy skrobią a κ -karagenem oraz białkami mleka można wykorzystać do produkcji deserów mlecznych.

LITERATURA

- [1] Capron I., Nicolai T., Durand D.: Heat induced aggregation and gelation of β -lactoglobulin in the presence of κ -carrageenan. *Food Hydrocolloids*, **13**, 1999, 1-5.
- [2] Descamps O., Langevin P., Combs D.H.: Physical effect of starch/carrageenan interactions in water and milk. *Food Technology*, **4**, 1986, 81-88.
- [3] Langendorff V., Cuvelier G., Launay B., Parker A.: Gelation and flocculation of casein micelle/carrageenan mixtures. *Food Hydrocolloids*, **11**, 1997, 35-40.
- [4] Mleko S.: Influence of chelating agent EDTA on the fracture properties of whey protein gels. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, **4**, 1996, 35-42.
- [5] Mleko S.: Rheological properties of milk and whey protein desserts. *Milchwissenschaft*, **5**, 1997, 262-265.
- [6] Mleko S., Li-Chan E., Pikus S.: Interactions of κ -carrageenan with whey proteins in gels formed at different pH. *Food Res. Inter.*, **6**, 1997, 427-433.
- [7] Schmidt K.A., Smith D.E.: Rheological properties of gum and milk protein interactions. *J. Dairy Sci.*, **75**, 1992, 36-42.
- [8] Snoeren T.H.M., Payens T.A., Jeunink J., Both P.: Electrostatic interaction between κ -carrageenan and κ -casein. *Milchwissenschaft*, **30**, 1975, 393-396.
- [9] Stainsby G.: Proteinaceous gelling system and their complexes with polysaccharides. *Food Chem.*, **6**, 1980, 3-14.

GELATION OF MODEL SYSTEMS OF κ -CARRAGEENAN/STARCH IN MILK OR WHEY PROTEIN CONCENTRATE SOLUTION

Summary

The objective of this study was to investigate changes in apparent viscosity of model κ -carrageenan/starch systems in milk or whey protein concentrate (WPC) solution. A synergistic effect was found for starch and κ -carrageenan, as viscosity at the temperature characteristic for one gelling agent increased, when concentration of this agent was constant and concentration of another agent increased. Mixture of κ -carrageenan/starch yields better gels in milk than whey protein concentrate, which could be caused by high mineral content in investigated WPC. κ -carrageenan/starch systems had higher viscosity in milk or WPC, which could indicate milk proteins - κ -carrageenan - starch interactions. ☒