

Utjecaj dodatka hidrokoloida na reološka svojstva ultrafiltrirane kisele i slatke sirutke

Zoran Herceg, Vesna Hegedušić, Suzana Rimac, Borislav Šimundić

Izvorni znanstveni rad - Original scientific paper

UDK: 637.146.4

Sažetak

Hidrokoloidi, makromolekularni spojevi uglavnom iz grupe ugljikohidrata, dodaju se pojedinim prehrambenim proizvodima u svrhu postizanja određenih reoloških svojstava, sprečavanja sinereze, povećanja viskoznosti i stabilnosti.

U ovom radu ispitivan je utjecaj nekoliko hidrokoloida na osnovi karboksimetilceluloze na reološka svojstva modelnih otopina ultrafiltrirane kisele i slatke sirutke. Mjerenja su provedena pomoću rotacionog reometra Brookfield DV-III, na temperaturi od 20 °C.

Reološki parametri određeni su upotrebom Ostwald-Reinerovog zakona.

Rezultati ispitivanja su pokazali da svi ispitivani sustavi imaju nenewtonski karakter, te da ovisno o sastavu odnosno pH otopine te udjelu hidrokoloida pokazuju pseudoplastična ili dilatantna svojstva. Svi hidrokoloidi, a posebno YO-EH, značajno su utjecali na povećanje viskoznosti ispitivanih otopina.

Uočeno je da su vodene otopine hidrokoloida imale znatno veće vrijednosti viskoziteta od otopina pripremljenih s ultrafiltriranom sirutkom.

Modelne otopine pripremljene s ultrafiltriranom kiselom sirutkom imale su znatno manju viskoznost od otopina pripremljenih s ultrafiltriranom slatkom sirutkom.

Ključne riječi: reološka svojstva, hidrokoloidi, ultrafiltrirana sirutka

Uvod

Poznavanje reoloških svojstava hrane te utjecaj različitih sastojaka i aditiva (hidrokoloidi i emulgatori) od velike je važnosti za pravilno vođenje procesa proizvodnje, kontrolu kvalitete, te praćenje njene stabilnosti tijekom uporabe i skladištenja.

Hidrokoloidi su dugolančani polimeri koji se upotrebljavaju u prehrambenoj industriji za poboljšanje konzistencije tekuće i polutekuće hrane (Carr, 1993.). Pri tom njihovo djelovanje može biti ovisno o upotrijebljenoj vrsti i udjelu, temperaturi, tehnološkim uvjetima proizvodnje, udjelu i sastavu suhe tvari, kemijskom sastavu itd. Dodani u različitim kombinacijama i u različitim fazama proizvodnje njihovo djelovanje može biti različitog intenziteta i konačnog učinka (Hegedušić, 1992.).

Vrsta upotrijebljenog hidrokoloida u velikoj mjeri određuje konzistenciju,

teksturalna i reološka svojstva hrane, bez utjecaja na njenu nutritivnu vrijednost i senzorska svojstva (Dziezak, 1991.; Goff i sur., 1993.; Herceg i sur., 1999.). Aktivnost hidrokoloida može ovisiti o međudjelovanju samih hidrokoloida kao i o njihovom međudjelovanju s ostalim sastojcima hrane (Šubarić i Piližota, 1994.; Gaonkar, 1995.; Piližota i sur., 1996.; Herceg, 1997.).

Sirutka sadrži znatne količine proteina, minerala, vitamina i laktoze te se njenom upotrebom smanjuje potreba za drugim zaslađivačima, a ujedno dolazi do povećanja nutritivne vrijednosti proizvoda u koji se dodaje. Uvođenje ultrafiltracije u mljekarsku industriju omogućilo je koncentriranje visoko vrijednih proteina sirutke (Rossi, 1994.) a upotrebom ultrafiltrirane sirutke u pripreme desertnih proizvoda mogli bi se dobiti proizvodi visoke biološke vrijednosti.

Proteini sirutke posjeduju svojstvo želiranja, a pri tome znatno utječu i na funkcionalna te nutritivna svojstva hrane (Ker i Toledo, 1992.; Xu i sur., 1992.; Hegedušić i sur., 1994.; King 1996.; Vafiadis, 1997.). Funkcionalna svojstva proteina, kao sastojaka hrane, ovise o kompleksnim interakcijama različitih čimbenika kao što su brzina zagrijavanja i hlađenja, koncentracija proteina, pH, ionskim vezama i međudjelovanju s drugim sastojcima hrane npr. šećeri, minerali i sl. (Smith, 1994.; Bhargava i Jelen, 1995.; Alizacehfar i Wiley, 1995.; Boye i sur., 1997.; Herceg i sur., 1999.).

Svrha ovog rada bila je ispitati utjecaj dodatka nekoliko hidrokoloida na osnovi karboksimetilceluloze na reološka svojstva ultrafiltrirane kisele i slatke sirutke, te ispitati utjecaj pH na učinkovitost upotrijebljenih hidrokoloida.

Materijal i metode

Ispitivanja su provedena s ultrafiltriranom kiselom odnosno slatkom sirutkom kojima su dodani pojedini hidrokoloidi na osnovi karboksimetilceluloze u različitim koncentracijama, te s vodenim otopinama istih hidrokoloida.

Upotrijebljene su:

- Ultrafiltrirana slatka sirutka (10 % suhe tvari) - "Dukat" - Hrvatska
- Ultrafiltrirana kisela sirutka (10 % suhe tvari) - "Dukat" - Hrvatska
- Hidrokoloidi na osnovi karboksimetilceluloze, trgovačkog naziva (YO-L, YO-H, YO-M, YO-EH, DIKO, HVEP) - Guliver-Chemie, Wiener Neudorf, Austrija

Pripremljeni sustavi označeni su kao uzorci 1,2 i 3. (Tablica 1)

Mjerenja su provedena s rotacionim reometrom Brookfield DV-III. Vrijednosti brzine smicanja i napona smicanja očitavani su na skali mjernog instrumenta pri čemu je brzina smicanja povećavana od početne kutne brzine od $3,9 \text{ s}^{-1}$ do maksimalne brzine od 317 s^{-1} , a potom smanjivana do $3,9 \text{ s}^{-1}$.

Sva su mjerenja provedena na temperaturi od $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ neposredno nakon pripreme uzorka.

Tablica 1: Sastav i pH vrijednost ispitivanih otopina

Table 1: Composition and pH values of investigated solutions

Uzorak Sample	Sastojci Compounds					
	Kisela sirutka Sour whey (g)	Slatka sirutka Sweet whey (g)	Voda Water (g)	Hidrokoloid Hydrocolloids (g)	pH	Suha tvar Dry matter (%)
1	99,9	-	-	0,1	4,35	10,0
	99,8	-	-	0,2	4,37	10,0
	99,7	-	-	0,3	4,37	10,0
	99,6	-	-	0,4	4,38	10,0
2	-	99,9	-	0,1	6,52	10,0
	-	99,8	-	0,2	6,53	10,0
	-	99,7	-	0,3	6,56	10,0
	-	99,6	-	0,4	6,58	10,0
3	-	-	99,9	0,1	7,13	0,1
	-	-	99,8	0,2	7,17	0,2
	-	-	99,7	0,3	7,18	0,3
	-	-	99,6	0,4	7,18	0,4

Ostwald-Reinerov zakon je upotrijebljen za izračunavanje koeficijenta konzistencije (k) i indeksa tečenja (n):

$$\tau = k * \gamma^n \quad /1/$$

gdje je :

τ - napon smicanja (Pa)

γ - brzina smicanja (1/s)

n - indeks tečenja

k - koeficijent konzistencije (Pa sⁿ)

Prividni viskozitet pri 60 okretaja vretena u minuti izračunat je iz Newtonovog zakona:

$$\tau = \mu * \gamma \quad /2/$$

gdje je:

τ - napon smicanja (Pa)

γ - brzina smicanja (1/s)

μ - prividna viskoznost (Pa s)

Tablica 2: Reološki parametri modelnih otopina pripremljenih s dodatkom hidrokoloida YO-L

Table 2: Rheological characteristics of model solutions prepared with YO-L hydrocolloid

Uzorak Sample	Udio hidrokoloida Mass fraction of hydrocolloid (%)	Prividni viskozitet Apparent viscosity (mPa s)	Indeks tečenja Flow index	Koeficijent konzistencije Consistency coefficient (Pa s ⁿ)	Tip tečenja Flow behavior
Ultrafiltrirana kisela sirutka	0,1	2,050	0,964	0,0024	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,2	3,150	0,911	0,0046	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltered sour whey	0,3	3,570	0,903	0,0065	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	5,025	0,890	0,0080	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltrirana slatka sirutka	0,1	2,500	0,998	0,0030	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,2	3,350	0,951	0,0040	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltered sweet whey	0,3	5,400	0,932	0,0070	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	9,250	0,933	0,0090	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Vodena otopina hidrokoloida	0,1	3,700	0,962	0,0050	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,2	5,900	0,956	0,0070	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Aqueous hydrocolloid solution	0,3	7,100	0,947	0,0090	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	9,600	0,917	0,0120	Pseudoplastičan Pseudoplastic

Tablica 3: Reološki parametri modelnih otopina pripremljenih s dodatkom hidrokoloida YO-H

Table 3: Rheological characteristics of model solutions prepared with YO-H hydrocolloid

Uzorak Sample	Udio hidrokoloida Mass fraction of hydrocolloid (%)	Prividni viskozitet Apparent viscosity (mPa s)	Indeks tečenja Flow index	Koeficijent konzistencije Consistency coefficient (Pa s ⁿ)	Tip tečenja Flow behavior
Ultrafiltrirana kisela sirutka	0,1	2,300	0,887	0,006	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,2	3,670	0,875	0,008	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltered sour whey	0,3	5,600	0,849	0,010	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	8,320	0,821	0,014	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltrirana slatka sirutka	0,1	2,550	0,942	0,004	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,2	4,200	0,936	0,005	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltered sweet whey	0,3	6,600	0,907	0,010	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	9,900	0,915	0,014	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Vodena otopina hidrokoloida	0,1	5,950	0,879	0,014	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,2	7,000	0,846	0,021	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Aqueous hydrocolloid solution	0,3	9,800	0,848	0,025	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	11,600	0,852	0,036	Pseudoplastičan Pseudoplastic

Tablica 4: Reološki parametri modelnih otopina pripremljenih s dodatkom hidrokoloida YO-M

Table 4: Rheological characteristics of model solutions prepared with YO-M hydrocolloid

Uzorak Sample	Udio hidrokoloida Mass fraction of hydrocolloid (%)	Prividni viskozitet Apparent viscosity (mPa s)	Indeks tečenja Flow index	Koeficijent konzistencije Consistency coefficient (Pa s ⁿ)	Tip tečenja Flow behavior
Ultrafiltrirana kisela sirutka	0,1	2,400	0,899	0,004	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,2	2,950	0,888	0,005	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltered sour whey	0,3	3,770	0,908	0,006	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	5,570	0,898	0,009	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltrirana slatka sirutka	0,1	2,900	1,039	0,003	Dilatantan Dilatanant
	0,2	3,550	0,965	0,005	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltered sweet whey	0,3	5,350	0,891	0,007	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	8,900	0,850	0,009	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Vodena otopina hidrokoloida	0,1	5,200	0,870	0,009	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,2	6,700	0,884	0,012	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Aqueous hydrocolloid solution	0,3	8,700	0,864	0,020	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	10,700	0,876	0,025	Pseudoplastičan Pseudoplastic

Tablica 5: Reološki parametri modelnih otopina pripremljenih s dodatkom hidrokoloida YO-EH

Table 5: Rheological characteristics of model solutions prepared with YO-EH hydrocolloid

Uzorak Sample	Udio hidrokoloida Mass fraction of hydrocolloid (%)	Prividni viskozitet Apparent viscosity (mPa s)	Indeks tečenja Flow index	Koeficijent konzistencije Consistency coefficient (Pa s ⁿ)	Tip tečenja Flow behavior
Ultrafiltrirana kisela sirutka	0,1	4,002	0,909	0,005	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,2	5,420	0,863	0,010	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltered sour whey	0,3	10,000	0,898	0,015	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	15,650	0,918	0,022	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltrirana slatka sirutka	0,1	4,300	1,023	0,005	Dilatantan Dilatant
	0,2	6,900	0,931	0,009	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltered sweet whey	0,3	11,700	0,937	0,015	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	24,000	0,896	0,038	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Vodena otopina hidrokoloida	0,1	10,100	0,847	0,020	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,2	16,500	0,862	0,035	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Aqueous hydrocolloid solution	0,3	19,200	0,810	0,069	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	28,000	0,819	0,100	Pseudoplastičan Pseudoplastic

Tablica 6: Reološki parametri modelnih otopina pripremljenih s dodatkom hidrokoloida DIKO

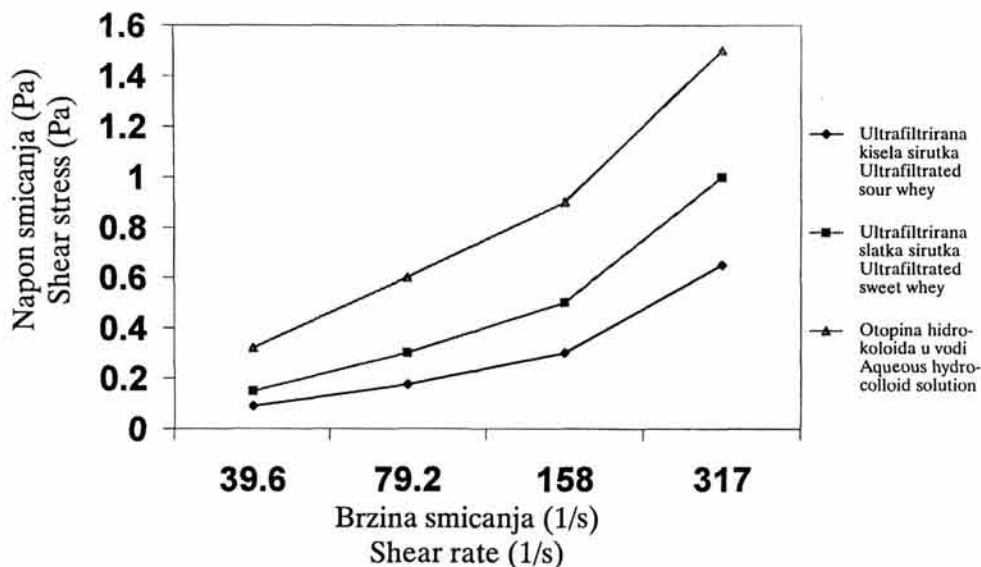
Table 6: Rheological characteristics of model solutions prepared with DIKO hydrocolloid

Uzorak Sample	Udio hidrokoloida Mass fraction of hydrocolloid (%)	Prividni viskozitet Apparent viscosity (mPa s)	Indeks tečenja Flow index	Koeficijent konzistencije Consistency coefficient (Pa s ⁿ)	Tip tečenja Flow behavior
Ultrafiltrirana kisela sirutka	0,1	2,670	0,819	0,005	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,2	4,170	0,882	0,007	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltered sour whey	0,3	7,125	0,861	0,013	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	9,620	0,905	0,015	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltrirana slatka sirutka	0,1	2,700	1,117	0,006	Dilatantan Dilatant
	0,2	6,100	1,037	0,012	Dilatantan Dilatant
Ultrafiltered sweet whey	0,3	9,950	0,899	0,014	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	16,600	0,823	0,018	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Vodena otopina hidrokoloida Aqueous hydrocolloid solution	0,1	8,450	0,788	0,021	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,2	10,100	0,807	0,028	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,3	15,500	0,777	0,056	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	21,100	0,738	0,098	Pseudoplastičan Pseudoplastic

Tablica 7: Reološki parametri modelnih otopina pripremljenih s dodatkom hidrokoloida HVEP

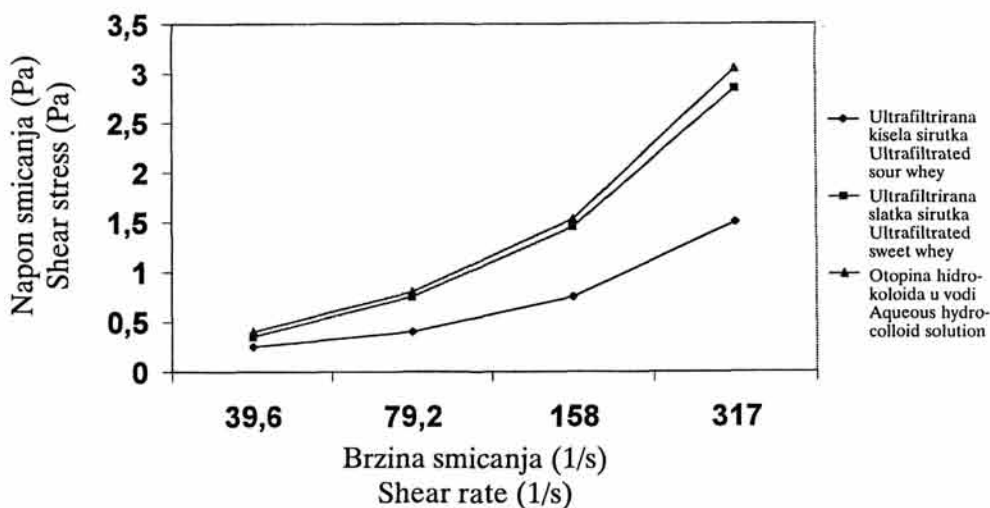
Table 7: Rheological characteristics of model solutions prepared with HVEP hydrocolloid

Uzorak Sample	Udio hidrokoloida Mass fraction of hydrocolloid (%)	Prividni viskozitet Apparent viscosity (mPa s)	Indeks tečenja Flow index	Koeficijent konzistencije Consistency coefficient (Pa s ⁿ)	Tip tečenja Flow behavior
Ultrafiltrirana kisela sirutka	0,1	3,050	0,885	0,005	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,2	4,400	0,886	0,008	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltered sour whey	0,3	5,450	0,842	0,010	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	9,650	0,892	0,015	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltrirana slatka sirutka	0,1	3,850	1,041	0,006	Dilatantan Dilatant
	0,2	5,350	0,947	0,009	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Ultrafiltered sweet whey	0,3	8,400	0,837	0,013	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	13,100	0,888	0,018	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Vodena otopina hidrokoloida	0,1	6,500	0,883	0,013	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,2	9,900	0,852	0,020	Pseudoplastičan Pseudoplastic
Aqueous hydrocolloid solution	0,3	12,500	0,844	0,027	Pseudoplastičan Pseudoplastic
	0,4	16,800	0,825	0,044	Pseudoplastičan Pseudoplastic



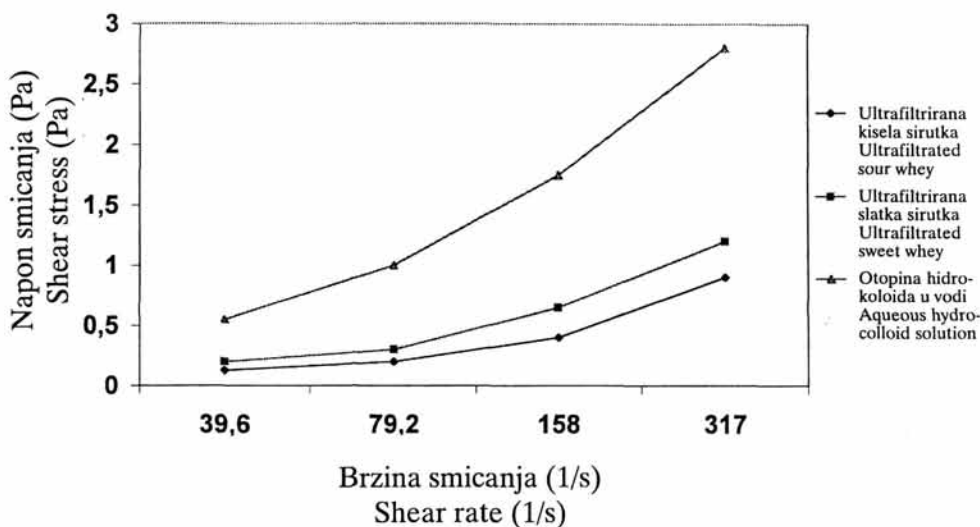
Slika 1: Odnos napona smicanja i brzine smicanja modelnih otopina pripremljenih s dodatkom 0,1 % YO-L

Fig. 1: Shear stress and shear rate relationship of model solutions prepared with 0,1 % YO-L



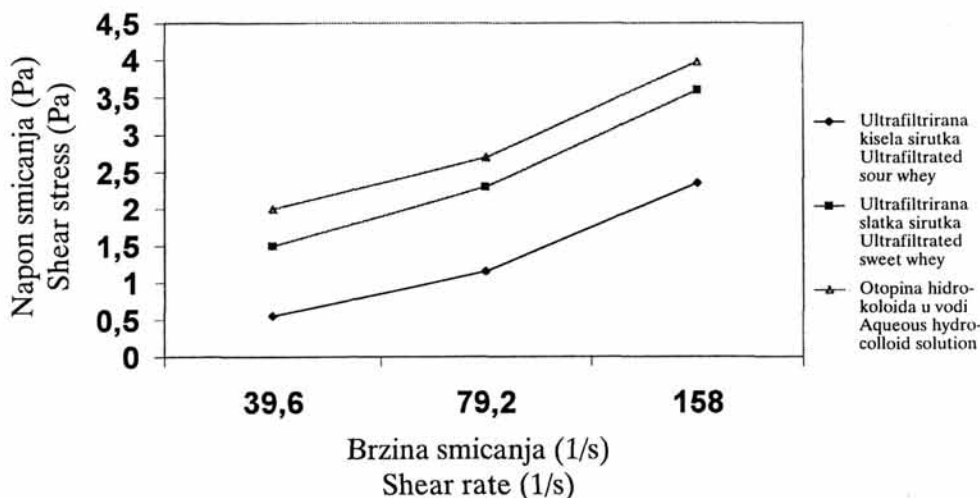
Slika 2: Odnos napona smicanja i brzine smicanja modelnih otopina pripremljenih s dodatkom 0,4 % YO-L

Fig. 2: Shear stress and shear rate relationship of model solutions prepared with 0,4 % YO-L



Slika 3: Odnos napona smicanja i brzine smicanja modelnih otopina pripremljenih s dodatkom 0,1 % YO-EH

Fig. 3: Shear stress and shear rate relationship of model solutions prepared with 0,1 % YO-EH



Slika 4: Odnos napona smicanja i brzine smicanja modelnih otopina pripremljenih s dodatkom 0,4 % YO-EH

Fig. 4: Shear stress and shear rate relationship of model solutions prepared with 0,4 % YO-EH

Rasprava

Na reološka svojstva hrane utječu brojni čimbenici: temperatura, kemijski sastav, udio suhe tvari, procesi obrade, uvjeti mjerenja, međudjelovanje samih sastojaka hrane i slično. Ne postoje matematički modeli kojima bi se ta svojstva mogla izračunati ili predvidjeti, što znači, da je za svaku vrstu prehrambenog proizvoda potrebno provesti posebna određivanja.

Budući da je cilj ovoga rada bio ispitati utjecaj nekoliko hidrokoloida na osnovi karboksimetilceluloze na reološka svojstva ultrafiltrirane sirutke, nastojao se isključiti utjecaj udjela suhe tvari pripremom otopina jednakog udjela suhe tvari (10 %).

Vodena otopina hidrokoloida pripremljena je s ciljem da se utvrdi utjecaj međudjelovanja sastojaka ultrafiltrirane sirutke (u prvom redu proteina sirutke) i hidrokoloida te učinka navedenog djelovanja na reološka svojstva.

Vodene otopine svih ispitivanih hidrokoloida imale su znatno veći viskozitet nego sustavi pripremljeni s kiselom ili slatkom ultrafiltriranom sirutkom (Slike 1-4), pri čemu je potrebno uzeti u obzir činjenicu da su vodene otopine hidrokoloida bile znatno manjeg udjela suhe tvari u odnosu na ultrafiltriranu sirutku (Tablica 1). Iz navedenog se može vidjeti da je, u ovom slučaju, značajan utjecaj na viskozitet ispitivanih sustava imao isključivo sastav suhe tvari odnosno međudjelovanje sastojaka ultrafiltrirane sirutke (proteina sirutke) i hidrokoloida, dok se utjecaj udjela suhe tvari može zanemariti.

Prema strukturi, proteini sirutke su tipični, kompaktni globularni proteini s relativno podjednakom raspodjelom niza nepolarnih, polarnih te nenabijenih ili nabijenih ostataka aminokiselina. Intramolekularno nabrana struktura tih proteina rezultat je disulfidnih veza (S-S) između ostataka cisteina koje se uglavnom nalaze unutar molekule (hidrofobni dio molekule) dok vanjski dio molekule uglavnom čine hidrofilni ostaci aminokiselina (Tratnik, 1998.). Kod višeg udjela hidrokoloida (0,3 i 0,4 %) uočeno je znatno smanjivanje razlika u viskozitetu vodenih otopina hidrokoloida i ultrafiltrirane sirutke.

Ovakvo ponašanje moguće je objasniti međudjelovanjem proteina sirutke i hidrokoloida, pri čemu kod nižih udjela hidrokoloida dolazi do međudjelovanja pozitivnih aktivnih grupa proteina i negativnih grupa hidrokoloida. Kod većih udjela hidrokoloida viskoznost ultrafiltrirane sirutke se znatno povećava jer se povećava broj slobodnih aktivnih grupa hidrofilnih koloida te time omogućuje vezanje veće količine vode.

Međutim, prilikom sagledavanja ovoga problema potrebno je uzeti u obzir i prisutnost znatne količine minerala u ultrafiltriranoj sirutki kao i svojstvo polianionskih polisaharida (karboksimetilceluloza) da vežu katione. Takvo međudjelovanje može doprinijeti popunjavanju zadnje ljuske molekule hidrokoloida, te time doprinijeti homogenizaciji cijelog sustava (Phillips i Williams, 1995.). U ovom slučaju, međutim, ostvaren je negativan učinak na reološka svojstva ispitivanih sustava.

Rezultati određivanja reoloških parametara pokazali su da ispitivani sustavi ulaze u kategoriju ne-newtonskih sustava. Uočeno je, da na tip tečenja znakovit utjecaj ima sastav i pH modelnih otopina, ali i udio odnosno vrsta upotrebljenog hidrokoloida (Tablice 2 do 7). Dilatantna svojstva pokazivale su uglavnom otopine s 0,1 % dodanog hidrokoloida (YO-M, YO-EH, DIKO, HVEP) pripravljene s ultrafiltriranom slatkom sirutkom te otopina ultrafiltrirane slatke sirutke pripravljene s 0,2 % hidrokoloida DIKO (Tablice 4 do 7). Povećanjem udjela hidrokoloida do 0,4 % sve otopine pokazivale su pseudoplastična svojstva iz čega je vidljiv utjecaj udjela hidrokoloida na tip tečenja. Povećanjem udjela hidrokoloida na 0,4 % pseudoplastičan tip tečenja postaje sve izraženiji. Vodene otopine hidrokoloida te ultrafiltrirana kiselá sirutka kod svih udjela i vrsta hidrokoloida imale su pseudoplastična svojstva.

pH-vrijednost otopina (Tablica 1) pokazala je znakovit utjecaj na viskoznost ispitivanih sustava budući da je pri nižem pH (4,35 do 4,38) (ultrafiltrirana kiselá sirutka) viskoznost ispitivanih sustava bila znatno niža nego kod viših pH vrijednosti (6,52 do 6,58) (ultrafiltrirana slatka sirutka).

Zaključci

Vrsta upotrebljenog hidrokoloida imala je značajan utjecaj na viskoznost i reološke parametre ispitivanih sustava, a uočeno je također, da je uslijed međudjelovanja proteina sirutke i hidrokoloida došlo do pada viskoznosti svih ispitivanih sustava.

Vodene otopine hidrokoloida (0,1 do 0,4 % suhe tvari), osobito YO-EH, imale su znatno veću viskoznost od otopina pripremljenih s ultrafiltriranom sirutkom (10 % suhe tvari) što upućuje na činjenicu da je utjecaj udjela suhe tvari bio zanemariv.

pH-vrijednost otopina imala je značajan utjecaj na viskoznost ispitivanih sustava budući da su otopine pripravljene s ultrafiltriranom kiselom sirutkom imale znatno manju viskoznost od otopina pripravljene s ultrafiltriranom slatkom sirutkom.

INFLUENCE OF HYDROCOLLOID ADDITION ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF SOUR AND SWEET ULTRAFILTERED WHEY

Summary

The hydrocolloids, macromolecular carbohydrates, are added in many food-stuffs with the aim to achieve the appropriate rheological properties, to prevent sinerasis or to increase the viscosity and stability of foodstufs.

In this work, the influence of several carboxymetilcellulose hydrocolloids on the rheological properties of sour and sweet ultrafiltered whey model solutions, was investigated. Measurements were performed using viscosimeter, Brookfield DV-III at temperature of 20 °C.

Rheological parameters were determined by Ostwald-Reiner's power-law model. The results of investigation have shown that all investigated systems are non-Newtonian. Depending on the chemical composition and pH, as well as, mass

fraction of hydrocolloids they exhibited pseudoplastic or dilatant properties. All hydrocolloids, especially YO-EH, caused a significant increase of the solution viscosity.

It was observed that aqueous hydrocolloid solutions have significantly higher viscosity values than solutions prepared using sour and sweet ultrafiltrated whey.

Significantly lower viscosity was found in solutions prepared with sour ultrafiltrated whey than in model solutions prepared with sweet ultrafiltrated whey.

Key words: *rheological properties, hydrocolloids, ultrafiltrated whey*

Literatura

- Alizdefhard, M.R., Wiley, D.E., (1995.): Viscosity of whey protein solutions, *J. Polym. Sci. Technol.* 4, 126-133.
- Bhargava, A., Jelen, P. (1995.): Freezing of whey protein concentrate solutions and its effect on protein functionality indicators, *Int. Dairy J.* 5, 533-541.
- Boye, J.I., Alli I., Ramaswamy, H., Raghavan V.G.S. (1997.): Interactive effects of factors affecting gelation of whey proteins, *J. Food Sci.* 62, 57-65.
- Carr J.M. (1993): Hydrocolloids, *Food Technol.* 47,100.
- Dziezak J.D. (1991.): "Hydrocolloids in foods", *Food Technol.* 45, 118-130.
- Gaonkar, A.G., "Ingredient interactions. Effects on food quality", Marcel Dekker, New York, 1995.
- Goff, H.D., Caldwell, K.B., Stanley, W., Maurice, T.J. (1993.): The influence of polysaccharides on the glass transition in frozen sucrose solutions and ice cream, *J. Dairy Sci.* 76, 1268-1277.
- Hegedušić, V. (1992.): Advances in food process engineering, Faculty of Food Technology and Biotechnology, Zagreb, 13-29.
- Hegedušić, V., Piližota, V., Šubarić, D. (1994.): Rheological and thermophysical properties of model ice cream mixtures, *Preh. Biotehnol. Rev.* 32, 67-71.
- Herceg, Z., Hegedušić, V., Rimac, S. (1999.): Utjecaj sastava i zamrzavanja na stabilnost mliječnih deserata, *Mljekarstvo* 49, 1, 15-26.
- Herceg, Z., Hegedušić, V., Rimac, S. (1999.): Utjecaj niskih temperatura na viskoznost i senzorska svojstva mliječnih deserata, *Mljekarstvo* 49, 2, 83-94.
- Herceg, Z. (1997.): "Utjecaj hidrokoloida na reološka svojstva mliječnih deserata", Magistarski rad, Zagreb, 103-108.
- Ker, Y.C. i Toledo, R.T. (1992): Influence of shear treatments on consistency and gelling properties of whey protein isolate suspension, *J. Food Sci.* 57, 82-86.
- King, L. (1996.): Whey protein concentrates as ingredients, *Food Tech. Europe* 3, 88-89.
- Phillips G.O., Williams P.A., Interaction of hydrocolloids in food systems, Marcel Dekker Inc., New York, 1995.
- Piližota V., Šubarić D., Lovrić T. (1996.): *Preh. Biotehnol. Rev.* 34, 87-90.
- Rossi, J. (1994.): *Ind. Latte*, 30 (4), 29, (1994.)
- Smith, D.M., (1994.): Protein interaction in gels: Protein-protein interactions. In *Thermal Analysis of Foods*, V.R: Harwlkar and C.Y. Ma (Ed) 209-224, Elsevier Applied Sci. New York.
- Šubarić D., Piližota V., Lovrić T. (1994.): *Preh. Biotehnol. Rev.* 32, 71-76.
- Tratnik Lj.: Mlijeko - tehnologija, biokemija i mikrobiologija, 39-42, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 1998.
- Vaffiadis, D.K. (1997.): Delivering smooth sensations, *Dairy Field* 180, 37-38.
- Xu, S.Y., Stanley, D.W., Goff, H.D., Davidson, V.J., LeMaguer, M. (1992): Hydrocolloid/milk gel formation and properties, *J. Food Sci.* 57, 96-103.

Adrese autora - Author's adresses:

Mr. sc. Zoran Herceg
 Prof. dr. sc. Vesna Hegedušić
 Suzana Rimac, dipl. inž.
 Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb
 Prof. dr. sc. Borislav Šimundić
 Hotelijerski fakultet, Opatija

Primljeno - Received: 27.05.1999.

Prihvaćeno - Accepted: 05.07.1999.