

Utjecaj dodatka pektina na reološka svojstva kaše jabuke pri niskim temperaturama

Pozderović, Andrija; Moslavac, Tihomir; Pichler, Anita; Paragović, Kristina

Source / Izvornik: **Ružičkini dani : 13. međunarodni znanstveno-stručni skup Ružičkini dani "Danas znanost - sutra industrija" : zbornik radova, 2011, 398 - 405**

Conference paper / Rad u zborniku

Publication status / Verzija rada: **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:195767>

Rights / Prava: [Attribution-ShareAlike 4.0 International](#)/[Imenovanje-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**

REPOZITORIJ

PTFS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)





Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa
Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
European Federation of Food Science and Technology

Međunarodni znanstveno-stručni skup

XIII. Ružičkini dani

“DANAS ZNANOST – SUTRA INDUSTRIJA”



16. i 17. rujna 2010.
Vukovar, Hrvatska

ZBORNİK RADOVA

Osijek, 2011.

ZBORNİK RADOVA XIII. Ružičkini dani
DANAS ZNANOST - SUTRA INDUSTRIJA
PROCEEDINGS 13th Ružička days
TODAY SCIENCE – TOMORROW INDUSTRY

Izdavači Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa (HDKI)
Published by *Faculty of Food Technology Osijek*
Croatian Society of Chemical Engineers

Glavni urednik Drago Šubarić
Chief Editor

Izvršna urednica Mirela Planinić
Executive Editor

Tehnička urednica Ivana Pavleković
Technical Editor

Tisak i uvez Grafika d.o.o.
Printed by

Naklada 200
Number of Copies

Osijek, 2011.

ISBN (PTF): 978-953-7005-26-9
ISBN (HDKI): 978-953-6894-43-7

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu
Gradske i sveučilišne knjižnice Osijek pod brojem 130201016
*A CIP catalogue record for this publication is available from the
City and University Library Osijek under 130201016*

Scientific and Organizing Committee Drago Šubarić (chairman),
Srećko Tomas (vice-chairman),
Ante Jukić (vice-chairman),
Jurislav Babić, Mate Bilić, Ljubica Glavaš-Obrovac,
Vlado Guberac, Ivan Hubalek, Damir Ježek, Filip
Kljajić, Damir Magdić, Milena Mandić, Ivanka Miličić,
Ana Mrgan, Mira Nikolić, Ivana Pavleković, Mirela
Planinić, Milan Sak-Bosnar, Aleksandra Stjepanović,
Darko Vrbešić

Honorary Committee Ivan Butula, Petar Čobanković, Mirko Čavara, Radovan
Fuchs, Božo Galić, Marin Hraste, Zvonimir Janović,
Vlado Jerbić, Dragan Kovačević, Gordana Kralik,
Božidar Pankretić, Vlasta Piližota, Antun Pintarić, Đuro
Popijač, Jelenka Prelić, Mladen Proštenik, Željko Sabo,
Nenad Trinajstić

Under the Auspice of: Croatian Academy of Sciences and Arts
Department of Mathematical, Physical and Chemical
Sciences

Supported by: Ministry of Science, Education and Sports of the
Republic of Croatia

Ministry of Agriculture, Fisheries and Rural
Development of the Republic of Croatia

Ministry of Economy, Labour and Entrepreneurship of
the Republic of Croatia

Ministry of Regional Development, Forestry and Water
Management of the Republic of Croatia

Committee of the Economy of the Croatian Parliament

Croatian Academy of Engineering

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

Vukovar-Srijem County

City of Vukovar

Utjecaj dodatka pektina na reološka svojstva kaše jabuke pri niskim temperaturama

UDC: 664.292 : 634.11

A. Pozderović*, T. Moslavac, A. Pichler, K. Paragović

*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet
Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska*

Sažetak

Reološka svojstva hrane bitna su za utvrđivanje procesnih parametara i definiranje senzornih karakteristika pojedinih prehrambenih proizvoda. Kaša jabuke je heterogeni koloidni sustav dobiven pasiranjem prethodno usitnjenog i termički tretiranog voća. U radu je istraživana utjecaj udjela i stupnja esterifikacije pektina, brzine smicanja i brzine hlađenja na reološka svojstva kaše jabuke pri niskim temperaturama, temperaturama prije zamrzavanja i tijekom zamrzavanja. Pripremljena je osnovna kaša jabuke sorte Idared blanširanjem u 10 %-tnoj otopini saharoze koja se koristila za pripremu kaša uz dodatak pektina različitog stupnja esterifikacije (71 % i 62 %) u različitim koncentracijama (0,2 % i 0,4 %). Reološka svojstva mjerena su na rotacijskom viskozimetru s rashladnom jedinicom. Mjerena je ovisnost smičnog naprezanja i brzine smicanja pri temperaturama 0 °C i 5 °C, promjena smičnog naprezanja s promjenom temperature i vremena pri konstantnoj brzini smicanja pri kontinuiranom hlađenju. Određena je najniža temperatura pothlađivanja kod koje još dolazi do smicanja (T_m) i temperatura nakon koje dolazi do naglog povećanja smičnog naprezanja, prividne viskoznosti i manjeg snižavanja temperature (T_k). Dokazano je da su sve ispitivane kaše jabuke newtonske pseudoplastične tekućine. Povećanjem koncentracije pektina višeg stupnja esterifikacije povećava se prividna viskoznost i koeficijent konzistencije; pektin nižeg stupnja esterifikacije ima obrnuto djelovanje. Dodatkom pektina snižava se temperatura zamrzavanja.

Ključne riječi: reološka svojstva, kaša jabuke, niske temperature, pektin

Uvod

Reološka svojstva prehrambenih namirnica vrlo su značajna za razumijevanje promjena u strukturi hrane tijekom različitih procesa proizvodnje i skladištenja (Varela i sur., 2007). Mnoge namirnice, kao što su voćne kaše i umaci su nekohezivne disperzije sastavljene od različitih krutih i tekućih faza. Veličina čestica i njihov oblik u takvim suspenzijama nisu isti i utječu na njihovo kompleksno reološko ponašanje (Cantu-Lozano i sur., 2000). Važan utjecaj također imaju temperatura (Vitali and Rao, 1984) i udio topljive suhe tvari (Ilicali, 1984; Haminiuk i sur., 2006). Brojnim istraživanjima ustanovljeno je da

* andrija.pozderovic@ptfos.hr

se voćne kaše ponašaju kao nenevtonske tekućine (Holdsworth, 1971) što je rezultat složenih interakcija između topivih šećera, pektinskih tvari i suspendiranih krutih čestica (Ahmed i sur., 2004). Općenito, kaše voća i povrća su pseudoplastične (Rao, 1977).

Pektin, polisaharid izgrađen od linearnih lanaca poligalakturonske kiseline, ima svojstvo želiranja i značajno utječe na reološka svojstva voćnih kaša. Stupanj esterifikacije pektina predstavlja udio esterificiranih karboksilnih grupa unutar molekule (Oakenfull, 1991; Rolin, 1993).

Poznavanje reoloških svojstva hrane pri niskim temperaturama (Hegedušić i sur., 2000; Ohnishi i sur., 2004), a posebno u fazi zamrzavanja značajno je radi provedbe i unapređenja procesa zamrzavanja. Provedena su brojna reološka istraživanja na bazi kaše jabuke. Hegedušić i Lovrić (1990) su ispitivanjima na bazi kaše jabuke ustanovili da zamrzavanje, te skladištenje pri niskim temperaturama i odmrzavanje nakon toga uzrokuje smanjenje koeficijenta konzistencije (k) i povećanje indeksa tečenja (n) nakon odmrzavanja ispitivanih sustava što je posljedica promjena u teksturi uvjetovanih faznim prijelazima u procesima zamrzavanja i odmrzavanja. Pozderović i suradnici (2005) su istraživali utjecaj udjela suhe tvari na reološka svojstva kaše jabuke pri niskim temperaturama prije i tijekom zamrzavanja. Qui i suradnici (1988) su istraživali utjecaj postupka prerade jabuke, čvrstoće i veličine čestica na reološko ponašanje kaše jabuke.

Ostwald-De-Waele-ov reološki model ili power law jednadžba koristi se za opisivanje ponašanja sokova i voćnih kaša jer dobro opisuje eksperimentalne podatke, jednostavan je i ima široku tehnološku primjenu (Branco i Gasparetto, 2003).

U radu je istraživana utjecaj dodatka pektina različitog stupnja esterifikacije na reološka svojstva kaše jabuke pri niskim temperaturama uz kontinuirano hlađenje.

Materijali i metode

U ovom radu istraživanja su provedena na kaši jabuke sorte Idared. Osnovna kaša jabuke pripremljena je tako da su jabuke sortirane i vagane, zatim guljene, uklonjene su sjemene lože te su jabuke narezane na kriške približno jednake veličine i blanširane u 10 %-tnoj otopini saharoze, volumena dva puta većeg od mase jabuke (1 kg jabuka/2 L 10 %-tne otopine). Blanširanje je provedeno pri temperaturi od 88 °C u trajanju jednu i pol minutu. Da bi se spriječilo posmeđivanje u otopinu za blanširanje je dodano 1 % askorbinske kiseline (Kemig d.o.o., Hrvatska). Blanširane kriške jabuke pasirane su na laboratorijskoj pasirci (CTC, Njemačka) te je u tako dobivenu kašu još dodano askorbinske kiseline (2 g askorbinske kiseline/1 kg kaše). U osnovnu kašu jabuke dodan je pektin (Obipectin, Švicarska) različitog stupnja esterifikacije (71 % SE i 62 % SE) u koncentracijama 0,2 % i 0,4 %.

Mjerenja reoloških svojstava provedena su na rotacijskom viskozimetru RHEOTEST 3 WEB MLW PRUFGERATE – WERK MENDINGEN/SITZ FREITAL, primjenom sustava koncentričnih cilindara. Rheotest 3 odlikuje se širokim mjernim područjem smičnog naprezanja, smične brzine i viskoznosti. Ohlađivanje uzorka do temperature zamrzavanja provedeno je pomoću optoćnog tekućinskog termostata Ultra-Kryostat MK 70, MLW s uređajem za precizno reguliranje i održavanje temperature od 60 °C do – 30 °C (max. odstupanje temperature $\pm 0,02$ °C).

Mjerenjem reoloških svojstava utvrđeno je na osnovi ovisnosti smičnog naprezanja i brzine smicanja da su sve kaše jabuke pseudoplastične tekućine. Stoga su reološki parametri koeficijent konzistencije (k) i indeks tečenja (n) izračunati primjenom Ostwald De-Waele-ovog "stupnjevitog zakona":

$$\tau = k \cdot D^n \quad (1)$$

gdje je: τ - smično naprezanje (Pa), k – koeficijent konzistencije (Pasⁿ), D – smična brzina (s⁻¹) i n – indeks tečenja.

Prividna viskoznost μ (Pas) izračunata je primjenom izraza:

$$\mu = k \cdot D^{(n-1)} \quad (2)$$

Provedena su dva tipa mjerenja. Mjerenje ovisnosti smičnog naprezanja (τ) i brzine smicanja (D) pri temperaturama 5 °C i 0 °C i mjerenje promjene smičnog naprezanja (τ) s promjenom temperature i vremena pri konstantnoj brzini smicanja ($D=1312$ s⁻¹) i kontinuiranim hlađenjem.

Prvi tip mjerenja proveden je mjerenjem smične brzine u intervalu od $D = 40,5$ s⁻¹ do maksimalno moguće smične brzine $D = 1312$ s⁻¹ za ispitivani sustav pri konstantnoj temperaturi (5 °C i 0 °C).

Kontinuirano hlađenje provedeno je pri konstantnoj smičnoj brzini $D= 1312$ s⁻¹ uz konstantno hlađenje od 0 °C do najniže temperature pothlađivanja kod koje još dolazi do smicanja (T_m). Vrijednosti za smično naprezanje, viskoznost i temperaturu očitavane su svakih pola minute neposredno prije temperature na kojoj dolazi do naglog porasta vrijednosti smičnog naprezanja (T_k). Za svaki uzorak provedena su tri mjerenja svih ispitivanih parametara. Provedena je i kemijska analiza ispitivanih kaša (maseni udio Ca-pektata, netopljive i topljive suhe tvari i ukupnih kiselina).

Rezultati i rasprava

Kemijski sastav ispitivanih kaša jabuke prikazan je u Tablici 1.

Tablica 1. Kemijski sastav ispitivanih kaša jabuke
Table 1. Chemical composition of examined apple puree

Uzorak Sample	Ca-pektat Ca-pectat w(%)	Netopljiva tvar Insoluble content w(%)	Topljiva tvar Soluble content w(%)	Ukupne kiseline Total acids (mmol/100g)
Osnovna kaša jabuke Basic apple puree	0,6583	1,5499	10,50	3,9
Osn. kaša jabuke+0,2% P1 Basic apple puree+0,2% P1	0,7386	2,2177	10,40	3,3
Osn. kaša jabuke+0,4% P1 Basic apple puree+0,4% P1	0,7035	2,111	9,20	3,4
Osn. kaša jabuke+0,2% P2 Basic apple puree+0,2% P2	0,6276	1,811	10,75	3,3
Osn. kaša jabuke+0,4% P2 Basic apple puree+0,4% P2	0,7479	1,892	10,10	4,3

P1- pektin 71 % SE(stupanj esterifikacije); P2- pektin 62 % SE (stupanj esterifikacije)
P1- pectin 71 % SE (esterification stage); P2- pectin 62 % SE (esterification stage)

Dodatkom pektina u osnovnu kašu jabuke povećao se udio netopljive tvari kod svih ispitivanih kaša, dok se udio topljive tvari neznatno smanjio, osim kod kaše s dodatkom 0,2 % pektina 62 % SE. Udio Ca-pektata se povećao, osim kod kaše s dodatkom 0,2 % pektina 62 % SE. U uzorku osnovne kaše jabuke uz dodatak 0,4 % pektina 62 % SE ukupne kiseline su se povećale u odnosu na ostale kaše gdje je došlo do njihovog smanjenja u odnosu na osnovnu kašu. Rezultati mjerenja reoloških svojstava ispitivanih kaša jabuke pri temperaturama 5 °C i 0 °C te izračunati reološki parametri prikazani su u Tablici 2. Iz njih je utvrđeno da su sve ispitivane kaše jabuke pokazivale pseudoplastična svojstva. Pri istoj vrijednosti brzine smicanja ($D = 437,00 \text{ s}^{-1}$), pri temperaturi 5 °C sve ispitivane kaše jabuke imaju niže vrijednosti prividne viskoznosti (μ_p) i koeficijenta konzistencije (k) nego pri temperaturi 0 °C na kojoj su te vrijednosti veće. Vrijednosti indeksa tečenja (n) se ne mijenjaju značajno sniženjem temperature s 5 °C na 0 °C.

Prema podacima u Tablici 2 vidi se da se dodatkom oba ispitivana pektina u osnovnu kašu jabuke smanjila prividna viskoznost i koeficijent konzistencije dok se indeks tečenja povećao u odnosu na osnovnu kašu jabuke.

Tablica 2. Reološki parametri ispitivanih kaša jabuke, pri temperaturama 5 °C i 0 °C
Table 2. Rheological parameters of examined apple purees at temperatures 5 °C and 0 °C

Uzorak Sample	T (°C)	k (Pas ⁿ)	n	R ²	μ pri 437 1/s (mPas)	Tip tekućine Flow behaviour
Osnovna kaša jabuke Basic apple puree	5 0	31,20 32,96	0,195 0,196	0,96 0,93	263,75 279,51	pseudoplastična pseudoplastic
Osn. kaša jabuke+ 0,2% P1 Basic apple puree+ 0,2% P1	5 0	14,20 17,40	0,292 0,281	0,99 0,99	190,86 217,31	pseudoplastična pseudoplastic
Osn. kaša jabuke+ 0,4% P1 Basic apple puree+ 0,4% P1	5 0	18,13 20,80	0,299 0,292	0,97 0,97	249,16 270,03	pseudoplastična pseudoplastic
Osn. kaša jabuke+ 0,2% P2 Basic apple puree+ 0,2% P2	5 0	15,44 17,01	0,265 0,263	0,99 0,99	176,58 192,38	pseudoplastična pseudoplastic
Osn. kaša jabuke+ 0,4% P2 Basic apple puree+ 0,4% P2	5 0	11,38 13,19	0,327 0,323	0,99 0,99	193,15 212,15	pseudoplastična pseudoplastic

P1- pektin 71 % SE (stupanj esterifikacije); P2- pektin 62 % SE (stupanj esterifikacije)

Power – law parametri: k-koeficijent konzistencije; n-indeks tečenja; R2-koeficijent determinacije;

μ-prividna viskoznost

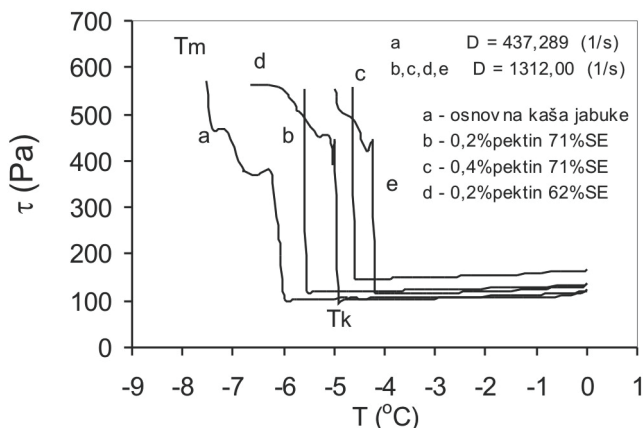
P1- pectin 71 % SE (esterification stage); P2- pectin 62 % SE (esterification stage)

Power –law parameters: k-consistency coefficient; n-flow index; R2-correlation coefficient;

μ-apparent viscosity

Međutim, povećanjem udjela pektina 71 % SE i pektina 62 % SE s 0,2 % na 0,4 % povećavaju se vrijednosti prividnog viskoziteta pri konstantnoj brzini smicanja $D = 437,00 \text{ s}^{-1}$, pri 5 °C i 0 °C. Povećanjem udjela pektina s 0,2 % na 0,4 % koeficijent konzistencije (k) se kod pektina 71 % SE povećava sa 14,20 Pasⁿ na 18,13 Pasⁿ pri temperaturi 5 °C i sa 17,4 Pasⁿ na 20,8 Pasⁿ pri temperaturi 0 °C. Povećanjem udjela pektina 62 % SE koeficijent konzistencije se smanjuje sa 15,44 Pasⁿ na 11,38 Pasⁿ pri temperaturi 5 °C i sa 17,0 Pasⁿ na 13,19 Pasⁿ pri temperaturi 0 °C. Indeks tečenja (n) se povećanjem udjela pektina 71 % SE ne mijenja značajno dok se povećanjem udjela pektina 62 % SE povećava kod obje temperature. Pri konstantnoj brzini smicanja tijekom kontinuiranog hlađenja uzorka od 0 °C do temperature na kojoj je još moguće smicanje utvrđena je temperatura nakon koje dolazi do naglog povećanja smičnog napreznja (τ) što se manifestira kao oštar prijelom krivulje (Slika 1). Ta temperatura je označena kao kritična temperatura T_k . Pri temperaturi T_k vjerojatno dolazi do kristalizacije i nastajanja kristala leda uslijed čega se naglo povećava smično napreznje (τ) pri konstantnoj brzini smicanja. Nakon toga se nastavilo hlađenje odnosno pothlađivanje pri čemu je utvrđena najniža temperatura pothlađivanja kod koje još dolazi do smicanja (T_m). Do temperature T_m kaše su imale viskozna svojstva zbog čega je moguće smicanje, a pri temperaturi T_m prelaze iz viskoznog u kruti plastični materijal zbog čega više nije moguće smicanje. Na Slici 1 i u Tablici 3 prikazan je utjecaj dodatka pektina na reološka svojstva ispitivanih kaša jabuke i utjecaja na temperature T_k i T_m pri kontinuiranom hlađenju i pri konstantnoj brzini smicanja. Iz podataka na Slici 1 vidi se

da se dodatkom pektina u kašu jabuke povećava smično naprezanje (τ) pri niskim temperaturama i konstantnoj brzini smicanja. Smično naprezanje se također povećava povećanjem udjela pektina i stupnja esterifikacije. Iz Tablice 3 i Slike 1 vidi se da su dodatkom pektina u kašu jabuke temperature T_k i T_m više. Te temperature su više i ako je udio pektina veći.



Slika 1. Utjecaj dodatka pektina osnovnoj kaši jabuke na smično naprezanje (τ) i temperature T_k i T_m , tijekom kontinuiranog hlađenja pri konstantnoj brzini smicanja

Fig. 1. Influence of adding pectin in basic apple puree on shear stress (τ) and temperatures T_k i T_m , during continuous cooling at constant shear rate

Tablica 3. Utjecaj dodatka pektina u kašu jabuke na temperature T_k i T_m kod kontinuiranog hlađenja
Table 3. Influence of adding pectin in apple puree on temperatures T_k and T_m at continuous cooling

Uzorak Sample	D(1/s)	T_k (°C)	T_m (°C)
Osnovna kaša jabuke Basic apple puree	437,289	-6,0	-7,25
Osn. kaša jabuke+ 0,2% P1 Basic apple puree+ 0,2% P1	1312,00	-5,5	-5,6
Osn. kaša jabuke+ 0,4% P1 Basic apple puree+ 0,4% P1	1312,00	-4,6	-4,65
Osn. kaša jabuke+ 0,2% P2 Basic apple puree+ 0,2% P2	1312,00	-4,9	-6,65
Osn. kaša jabuke+ 0,4% P2 Basic apple puree+ 0,4% P2	1312,00	-4,2	-5,0

P1- pektin 71 % SE (stupanj esterifikacije); P2- pektin 62 % SE (stupanj esterifikacije);
 D-brzina smicanja; T_k -temperatura nakon koje dolazi do naglog povećanja smičnog naprezanja i
 manjeg snižavanja temperature; T_m -najniža temperatura pothlađivanja kod koje još dolazi do smicanja
 P1- pectin 71 % SE (esterification stage); P2- pectin 62 % SE (esterification stage);
 D-shear rate; T_k -temperature after fast increasement of shear stress and lower temperature
 decreaseament; T_m -the lowest sub-cooling temperature at which still shear occurs

Zaključak

Rezultati mjerenja reoloških svojstava ispitivanih kaša jabuke pri temperaturi 5 °C i 0 °C pokazuju da se svi uzorci ponašaju kao nenevtonske, pseudoplastične tekućine. Dodatkom ispitivanih pektina u osnovnu kašu jabuke u koncentraciji 0,2 % i 0,4 % pri ispitivanim niskim temperaturama 5 °C i 0 °C prividna viskoznost i koeficijent konzistencije se smanjuju a indeks tečenja povećava u odnosu na osnovnu kašu jabuke. Povećanjem udjela dodanih pektina s 0,2 % na 0,4 % pri ispitivanim temperaturama prividna viskoznost se povećava, dok pektini sa 71 % SE i 62 % SE imaju različit utjecaj na koeficijent konzistencije i indeks tečenja. Pri kontinuiranom hlađenju ispitivanih kaša od 0 °C do temperature na kojoj je još moguće smicanje (T_m) utvrđena je kritična temperatura T_k na kojoj dolazi do naglog povećanja smičnog naprezanja. Do temperature T_m kaše su imale viskozna svojstva, a na temperaturi T_m kaše imaju plastična svojstva. Kontinuiranim hlađenjem kaša jabuke od 0 °C do temperature T_m pri konstantnoj brzini smicanja smično naprezanje (τ) se povećava, ono je veće kod većeg udjela dodanog pektina i većeg stupnja esterifikacije pektina. Dodatkom pektina u kašu jabuke mijenjaju se reološka svojstva ispitivanih kaša kod niskih temperatura u području zamrzavanja. Uzrok tome je sniženje temperature zamrzavanja kod koje dolazi do nukleacije i nastajanja kristala leda što značajno utječe na reološka svojstva materijala u toj fazi procesa zamrzavanja. Dodatak pektina u kašu jabuke, udio i stupanj esterifikacije dodanog pektina različito utječu na temperature T_k i T_m . Sposobnost pektina kao sastojka koji utječe na očuvanje konzistencije kaše jabuke otvara mogućnosti primjene istog u razvoju novih proizvoda ili pak poboljšavanju postojećih proizvoda s ciljem unapređivanja kvalitete.

Literatura

- Ahmed J., Shivare V.S., Singh P. (2004): Colour kinetics and rheology of coriander leaf puree and storage characteristics of the paste, *Food Chem.* 84, 605-611.
- Branco I.G., Gasparetto C. (2003): A response surface methodology applied to the study of temperature effect on the rheological behavior of ternaries mixtures with mango pulp and orange and carrot juices, *Cienc. Tecnol. Aliment.* 23, 166-171.
- Cantu-Lozano D., Rao M.A., Gasparetto C.A. (2000): Rheological properties of noncohesive apple dispersion with helical and vane impellers: effect of concentration and particle size, *J. Food Process Eng.* 23, 373-385.
- Haminiuk C.W.I., Sierakowski M.R., Vidal J.R.M.B., Masson M.L. (2006): Influence of temperature on the rheological behavior of whole araca pulp (*Psidium cattleianum* sabine), *Food Sci. Technol. - LEB* 39, 426-430.
- Hegedušić V., Lovrić T. (1990): Utjecaj smrzavanja i temperature skladištenja na reološka svojstva kašastih proizvoda od jabuke, *Kem. Ind.* 39(8), 377-381.
- Hegedušić V., Herceg Z., Rimac S. (2000): Rheological properties of carboxymethylcellulose and whey model solutions before and after freezing, *Food Technol. Biotech.* 38(1), 19-26.
- Holdsworth S.D. (1971): Applicability of rheological models to the interpretation of flow and processing behavior of food products, *J. Texture Stud.* 2(4), 393-418.

- Ilicali D.R.C. (1985): Correlation for the consistency coefficients of apricot and pear purees, *J. Food Eng.* 8, 47-51.
- Oakenfull D.G. (1991): The chemistry of high-metoxo pectins. In: The chemistry and technology of pectin, Walter R.H. (ed.), New York, Academic press, pp. 87-108.
- Ohnishi S., Shimiyu Y., Kumagai H., Miyawaki O. (2004): Effect of freezing on electrical and rheological properties of food materials, *Food Sci. Technol. Res.* 10(4), 453-459.
- Pozderović A., Moslavac T., Pichler A. (2005): Utjecaj udjela suhe tvari na reološka svojstva kaše jabuke pri niskim temperaturama prije i tijekom smrzavanja, *Kem. Ind.* 54 (7-8), 341-346.
- Qui C-G, Rao M.A. (1988): Role of pulp content and particle size in yield stress of apple sauce, *J. Food Sci.* 53, 1165-1170.
- Rao M.A. (1977): Rheology of liquid foods – A review, *J. Texture Stud.* 8(2), 135-168.
- Rolin C. (1993): Pectin. In: Industrial gums: Polysaccharides and their derivatives, Whistler R. L., Bemiller J. N. (ed.), New York, Academic press, pp. 257-293
- Valera P., Salvador A., Fiszman S. (2007): Changes in apple tissue with storage time: Rheological, textural and microstructural analysis, *J. Food Eng.* 78, 622-629.
- Vitali A.A., Rao M.A. (1984): Flow properties of low-pulp concentrated orange juice: Effect of temperature and concentration, *J. Food Sci.* 49, 882-888.

Influence of pectin addition on rheological properties of apple puree at low temperatures

A. Pozderović, T. Moslavac, A. Pichler, K. Paragović

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Croatia

Summary

Rheological properties of food are important for determining process parameters and defining sensory characteristics of certain food products. Apple puree is heterogenic colloid system that was made by pasting of mashed and thermal treated fruit. This paper deals with the influence of pectin content and esterification stage, shear and cooling rate on rheological properties of apple puree at low temperatures before and during freezing. Basic apple puree of Idared sort was made by blanching in 10 % sucrose solution and was used for preparation of purees with different puree combinations with addition of pectin (0.2 % and 0.4 %) with different esterification stage (71 % and 62 %). Rheological properties were measured by rotational viscosimeter with refrigeration unit. Dependence of shear rate and shear stress at 5 °C and 0 °C; at constant shear rate by continuous cooling were measured. The lowest sub-cooling temperature at which still shear occurs (T_m) and the temperature after fast increase of shear stress, apparent viscosity and lower temperature decrease (T_k) were determined. It was proved that all apple purees are non newtonian pseudoplastic. Apparent viscosity and consistency coefficient were enhanced with the increasing content of higher stage esterification pectin while the lower esterification pectin had the opposite effect. The addition of pectin decreased the freezing temperature.

Keywords: rheological properties, apple puree, low temperature, pectin