

Viskoznost tekućeg jogurta tijekom pohrane

Šimun Zamberlin, Dubravka Samaržija, Petar Mamula, Jasmina Havranek,
Marija Pecina, Tomislav Pogačić

Stručni rad - Professional paper

UDK: 637.146.34

Sažetak

Svrha rada bila je utvrditi promjene viskoznosti tekućeg jogurta proizvođača A ($n = 20$) i proizvođača B ($n = 20$) tijekom pohrane od 21 dana. Udjel masti, suhe tvari, bezmasne suhe tvari, količine mliječne kiseline, pH i viskoznost tekućeg jogurta (A i B) utvrđeni su 0., 7., 14. i 21. dana pohrane na temperaturi od 4 °C. Značajna promjena viskoznosti tekućeg jogurta (A i B) utvrđena je 0. i 21. dana ($p < 0,05$). Vrijednost viskoznosti tekućeg jogurta A od 0,324 Pa s prvog dana, povećala se na 1,912 Pa s 21. dana pohrane. Istovremeno, vrijednost viskoznosti tekućeg jogurta B povećala se od 0,208 Pa s 1. dan na 0,883 Pa s 21. dana pohrane. Tekući jogurt proizvođača B u odnosu na tekući jogurt proizvođača A imao je stabilniju strukturu gela tijekom pohrane od 21 dana. Stabilnija struktura gela vjerojatno je posljedica značajno veće količine suhe tvari bez masti i veće količine mliječne kiseline ($p < 0,05$) utvrđene za tekući jogurt proizvođača B.

Ključne riječi: tekući jogurt, viskoznost

Uvod

Tijekom pohrane jogurta u kontroliranim uvjetima događaju se mikrobiološke, enzimske i abiotičke promjene koje mogu negativno utjecati na ukupnu kvalitetu proizvoda i njegovu trajnost. Uzročnici mikrobioloških promjena su mikroorganizmi koji mogu rasti na niskim temperaturama i u uvjetima niske pH vrijednosti sredine. Ti mikroorganizmi stvaraju kolonije i/ili film na površini jogurta i na taj način umanjuju kvalitetu proizvoda (Rašić i Kurmann, 1978.; Tamime i Robinson, 1999.).

Enzimske promjene u jogurtu nastaju djelovanjem bakterijskih enzima, ponajprije jogurtne kulture. Također, one mogu biti i posljedica djelovanja enzima mikroorganizama koji su kontaminirali sirovo mlijeko i/ili jogurt. Te enzimske promjene negativno utječu na viskoznost i okus proizvoda. Posljedica enzimskih promjena je i naknadni rast kiselosti jogurta pohranjenog na +4 °C. Ovisno o pH vrijednosti nakon završene proizvodnje, omjeru između

sojeva bakterija u sastavu jogurtne kulture te o uvjetima pohrane jogurta ta promjena će biti jače ili slabije izražena (Rašić i Kurmann, 1978.; Tratnik, 1998.).

Promjene bjelančevina, masti, laktoze, vitamina i soli tijekom pohrane jogurta događaju se i zbog kemijskih reakcija, odnosno abiotičkih procesa. Oksidacija masti, promjene hidratacijskih svojstava bjelančevina, gubitak vitamina i promjene ravnoteže mineralnih soli najčešće su opisane abiotičke promjene. Posljedice tih promjena su povećanje pH vrijednosti jogurta i gubitak vode, te neželjene promjene na površini proizvoda. Osim toga, mikrobiološke, enzimske i abiotičke promjene nastale tijekom pohrane negativno utječu na vrijednost viskoznosti jogurta (Beal i sur., 1998.).

Na vrijednost viskoznosti značajno utječe: (a) sastav mlijeka od kojeg se jogurt priprema (Schkoda i sur., 1999.; Yumah i sur., 2001.), (b) način standardizacije mlijeka (Sodini i sur., 2005.), (c) toplinska obrada mlijeka, vrsta mikrobne kulture (Sodini i sur., 2002.), (d) količina inokuluma, temperatura i trajanje fermentacije (Moreira i sur., 2000.; Lee i Lucey, 2004.). Dodatno, povoljno ili nepovoljno na viskoznost utječe vrsta i količina dodataka koji se koriste u proizvodnji jogurta (Tamime i Robinson, 1999.).

Zbog toga viskoznost jogurta, kao kompleksni reološki parametar kvalitete, predstavlja osnovu za optimizaciju tehnološkog procesa, procesnu kontrolu i potrošačku prihvatljivost proizvoda (Prentice, 1992.). Usprkos značenju viskoznosti u procjeni kvalitete jogurta, u literaturi nema objavljenih podataka za jogurt domaćih proizvođača.

Svrha ovog rada bila je utvrditi promjene viskoznosti komercijalno proizvedenih uzoraka tekućeg jogurta različitog sastava do vremena održivosti od 21 dana.

Materijali i metode

1. Uzorci jogurta

Za istraživanje su korišteni tekući jogurti proizvođača A (n = 20) i B (n = 20) proizvedeni istog dana. Točni parametri proizvodnje komercijalnih jogurta tretirani su kao proizvođačka tajna i nepoznati su autorima ovog rada. Tekući jogurt proizvođača A imao je deklarirane vrijednosti od 3,2 % mliječne masti i 3,9 % bjelančevina, dok je tekući jogurt proizvođača B imao 2,8 % mliječne masti i 4,3 % bjelančevina. Uzorci su pohranjeni na +4 °C u kontroliranim uvjetima. Dinamika izvođenja analiza određena je na način da je 0., 7., 14. i 21. dana pohrane analizirano po 20 uzoraka tekućeg jogurta proizvođača A i

B. U daljnjem tekstu uzorci tekućeg jogurta proizvođača A označeni su oznakom - jogurt A, a proizvođača B oznakom - jogurt B.

1.1. Kemijski sastav

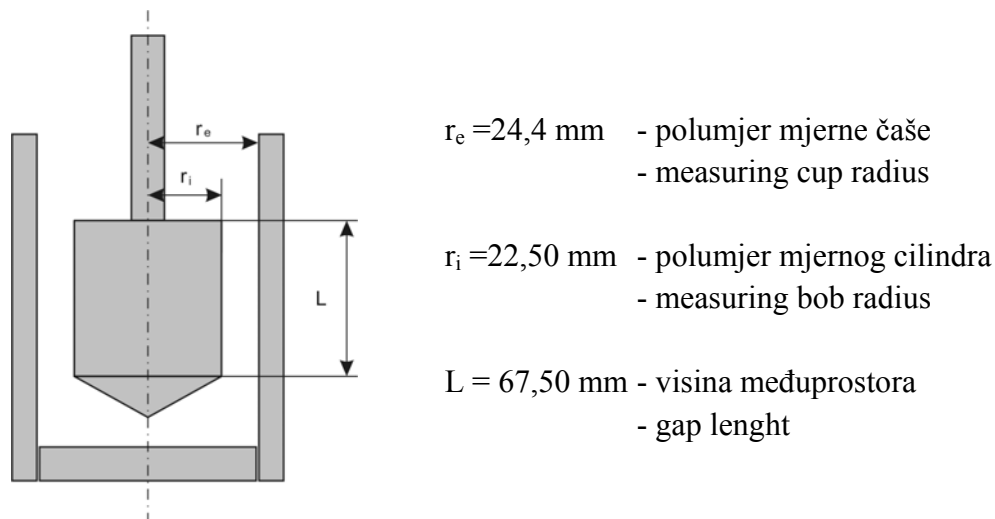
Udjel masti 0., 7., 14. i 21. dana pohrane jogurta A i B utvrđen je metodom infracrvene spektrometrije na instrumentu Milkoscan FT 120 (Foss Electric). Koncentracija mliječne kiseline (%) - 0., 7., 14. i 21. dana pohrane jogurta A i B određena je potenciometrijskom metodom (ISO 11869). Gravimetrijskom metodom (HRN ISO 6731:1999) određen je udjel suhe tvari, a udjel bezmasne suhe tvari (BST) određen je računski na osnovi vlastitih mjerenja.

1.2. Fizikalna svojstva

Fizikalna svojstva jogurta A i B, 0., 7., 14. i 21. dana procijenjena su mjerenjem pH vrijednosti (pH-metar 340, Mettler Toledo) i određivanjem prividne viskoznosti stacionarnog stanja.

1.2.1. Prividna viskoznost

Prividna viskoznost jogurta A i B, praćena 0., 7., 14. i 21. dana određena je rotacijskim reometrom Rheolab MC1 - Anton Paar, opremljenim jedinicom za kontrolu temperature Julabo F 25 i mjernim sustavom Z-2 DIN (ISO 3219).



Slika 1: Presjek mjernog sustava Z-2 DIN (ISO 3219)

Fig. 1: Cross section of measuring system Z-2 DIN (ISO 3219)

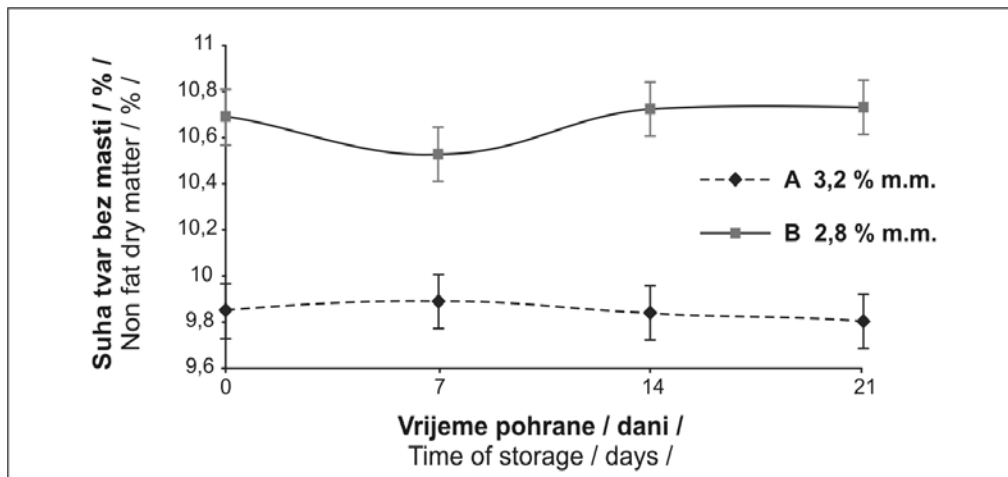
Mjerni sustav Z-2 DIN je koaksijalni standardni mjerni sustav koji se sastoji od mjerne čaše i mjernog cilindra (slika 1). Prividna viskoznost tekućeg jogurta izmjerena je na sljedeći način: u mjernu čašu dodano je 93,06 mL uzorka (upute proizvođača instrumenta Rheometar MC1), zatim je pažljivo uronjen mjerni cilindar spojen na rotor instrumenta. Brzina vrtnje mjernog cilindra, tj. brzina smicanja podešena je na $0,5 \text{ s}^{-1}$ zbog toga da izmjerena prividna viskoznost uzorka predstavlja prividnu viskoznost stacionarnog stanja tekućeg jogurta. Mjerenje je provedeno u 30 mjernih točaka s vremenom trajanja svake mjerne točke od 5 sekundi kako bi se izbjegla pojava tranzicijske viskoznosti (Mezger, 2002.). Utvrđena vrijednost prividne viskoznosti jogurta A i B predstavlja srednju vrijednost svih 30 mjernih točaka. Temperatura uzorka tijekom mjerenja bila je $+4 \text{ }^\circ\text{C}$. Temperatura uzorka tijekom mjerenja kontrolirana je pomoću jedinice Julabo F 25.

1.3. Statistička analiza

Analiza podataka provedena je korištenjem procedure MIXED statističkog računalnog paketa SAS System software Ver. 8.02.

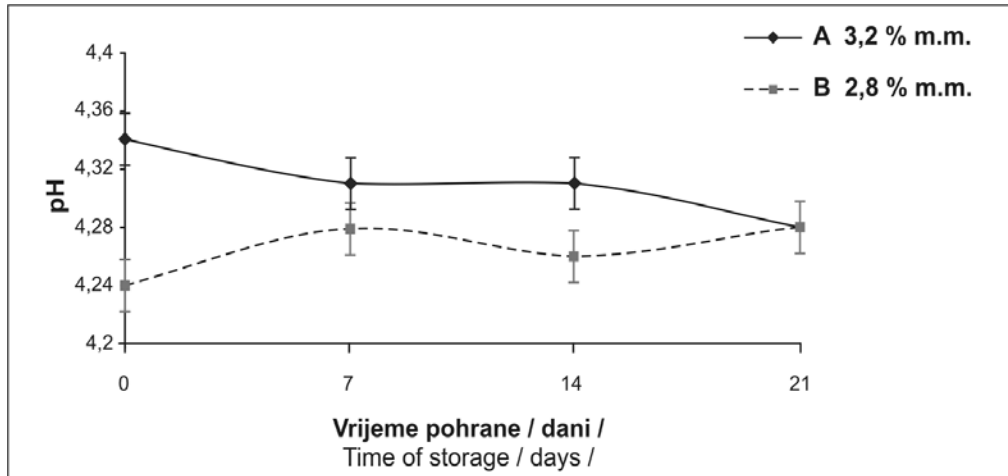
Rezultati i rasprava

Udjel masti u jogurtu A i B, utvrđen 0., 7., 14. i 21. dana pohrane nije se statistički značajno mijenjao u odnosu na deklarirane vrijednosti proizvođača. Tijekom pohrane količina suhe tvari bez masti za jogurt A bila je od 9,80 do 9,88 %, a za jogurt B od 10,53 do 10,73 %. Statistički značajno veća količina suhe tvari bez masti ($p < 0,05$) za jogurt B (grafikon 1) vjerojatno je posljedica količine i vrste dodataka pri standardizaciji mlijeka za proizvodnju. Ovu pretpostavku potvrđuje i stabilnija viskoznost jogurta B u odnosu na jogurt A (grafikon 4). Tijekom ukupnog perioda pohrane nije utvrđena statistički značajna promjena ($p < 0,05$) udjela bezmasne suhe tvari jogurta A. Istovremeno, 7. dana pohrane u jogurtu B je izmjeren značajno niži udjel bezmasne suhe tvari u odnosu na ostale dane pohrane što se vjerojatno može objasniti mjernom nesigurnošću pojedine analize.



Grafikon 1: Odnos količine suhe tvari bez masti i vremena pohrane jogurta A i B pri +4 °C

Fig. 1: Nonfat dry matter and storage time relation between yoghurt A and yoghurt B at +4 °C

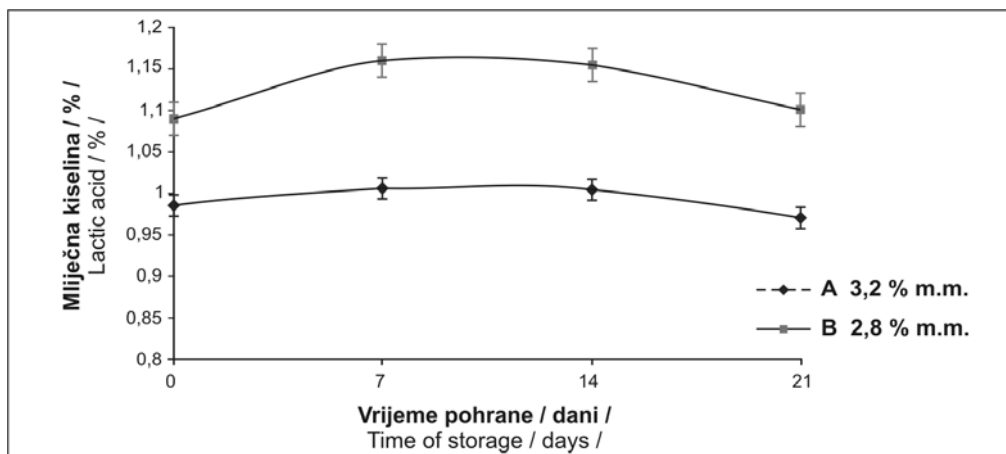


Grafikon 2: Odnos pH vrijednosti i vremena pohrane jogurta A i B pri +4 °C

Fig. 2: pH and storage time relation between yoghurt A and yoghurt B at +4 °C

Vrijednosti pH jogurta A i B bile su između pH 4,2 i 4,5 što je karakteristično za standardni jogurt (Tratnik, 1998.). U odnosu na jogurt A, nešto niže vrijednosti pH tijekom ukupnog istraživačkog razdoblja utvrđene su za jogurt B (grafikon 2). Vjerojatni uzrok je početno niža pH vrijednost jogurta B (4,24). Na temelju rezultata istraživanja koje je 1968. godine proveo Kurmann, jogurti koji na početku pohrane imaju višu pH vrijednost pokazuju jače naknadno zakiseljavanje u odnosu na jogurte s početno nižom pH vrijednosti. Međutim, neovisno o početnim razlikama, tijekom pohrane pH vrijednosti jogurta se izjednačuju. Izjednačavanje pH vrijednosti jogurta A i B tijekom pohrane utvrđeno je i ovim istraživanjima iako promjene nisu bile statistički značajne ($p < 0,05$).

Količina mliječne kiseline jogurta A tijekom pohrane nije se statistički značajno ($p < 0,05$) promijenila. Značajna promjena količine mliječne kiseline ($p < 0,05$) u odnosu na 0. i 21. dan utvrđena je 7. i 14. dana za jogurt B (grafikon 3). Međutim, u oba jogurta tijekom pohrane utvrđena koncentracija mliječne kiseline bila je veća od 0,7 % što je minimalna potrebna koncentracija za sprječavanje rasta nepoželjnih mikrobnih vrsta. Također, koncentracija mliječne kiseline veća od 0,7 % inhibira i rast većine patogenih bakterije pa su bolesti ljudi uzrokovane konzumacijom jogurta izuzetno rijetke. (Rašić i Kurman, 1978.; IDF Buletin, 1992.).

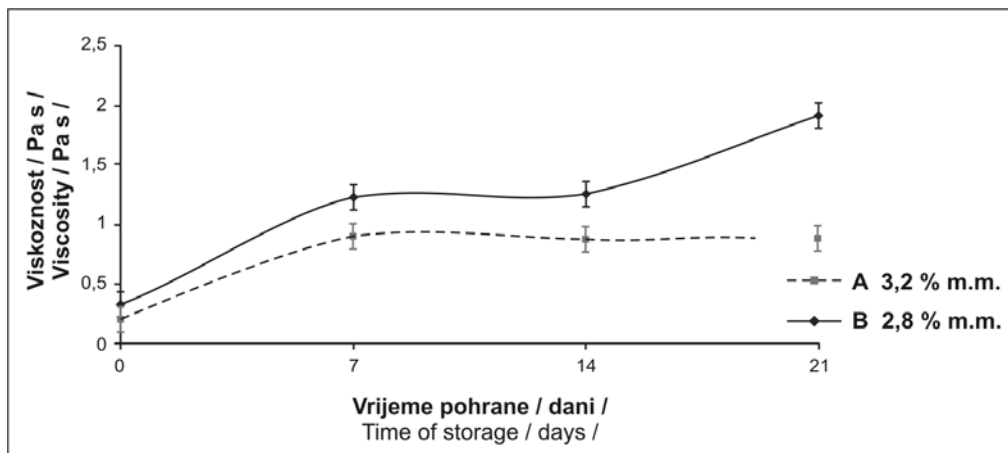


Grafikon 3: Odnos količine mliječne kiseline i vremena pohrane jogurta A i B pri +4 °C

Fig. 3: Lactic acid content and storage time relation between yoghurt A and yoghurt B at +4 °C

Statistički značajna promjena viskoznosti ($p < 0,05$) jogurta A i B utvrđena je 0. i 21. dana pohrane. Vrijednost viskoznosti, međutim, nije se značajno promijenila 14. u odnosu na 7. dan pohrane (grafikon 4). Jogurt B je tijekom pohrane imao više vrijednosti viskoznosti u odnosu na jogurt A. Vjerojatan razlog je veća količinu suhe tvari bez masti ($>10\%$) i veći udio bjelančevina (4,3 %) jogurta B u odnosu na jogurt A ($<10\%$; 3,9 %). Naime, bjelančevine u odnosu na ostale sastojke jogurta imaju najveću sposobnost vezanja vode u proteinsku mrežu te time znatno utječu na stabilnost teksture tekućeg jogurta (Rašić i Kurmann, 1978.). Neovisno o razlikama u količinama masti i suhe tvari bez masti, statistički značajna razlika viskoznosti jogurta A i B utvrđena je tek od 14. dana pohrane (grafikon 4). Na osnovi tih rezultata može se potvrditi opravdanost mjerenja viskoznosti jogurta radi poboljšanja ukupne kvalitete jogurta do deklariranog roka održivosti proizvoda.

U slučajevima standardizacije mlijeka u proizvodnji tekućih jogurta dodatkom obranog mlijeka u prahu (što je vjerojatno i način standardizacije jogurta A i B), Remeuf i sur. (2003.) utvrdili su 0. dana vrijednost viskoznosti od 0,9 Pa s. Taj rezultat se razlikuje od rezultata za 0. dan mjerenja u ovom istraživanju koji je za jogurt A bio 0,324 Pa s, a za jogurt B 0,208 Pa s. Veće brzine smicanja (10 s^{-1}) i korištenje reometra RS 1 koji imaju nešto veći donji limit detekcije u odnosu na rotacijski reometar Rheolab MC1 (nova generacija instrumenata), vjerojatno su uzrokom tih utvrđenih razlika.



Grafikon 4: Odnos viskoznosti i vremena pohrane jogurta A i B pri +4 °C

Fig. 4: Viscosity and storage time relation between yoghurt A and yoghurt B at +4 °C

Zaključak

Značajna promjena viskoznosti tekućeg jogurta A i B ($p < 0,05$) tijekom pohrane utvrđena je 0. i 21. dana. Vrijednosti viskoznosti tekućeg jogurta A od 0,324 Pa s 0. dana povećala se na 1,912 Pa s 21. dana pohrane. Istovremeno, vrijednost viskoznosti tekućeg jogurta B povećala se od 0,208 Pa s 0. dana na 0,883 Pa s 21. dana pohrane. Viskoznost oba jogurta nije se statistički značajno razlikovala ($p < 0,05$) 14. dana u odnosu na 7. dan pohrane. Značajno veća količina suhe tvari bez masti i veća količina mliječne kiseline ($p < 0,05$) tekućeg jogurta B, uvjetovali su stabilniju strukturu gela tijekom cijelog istraživačkog razdoblja u odnosu na jogurt A.

VISCOSITY OF STIRRED YOGHURT DURING STORAGE

Summary

The aim of this paper was to determine the changes in viscosity of stirred yoghurt from producer A ($n = 20$) and producer B ($n = 20$) throughout 21 days of storage. The content of fat, dry matter, non-fat dry matter, lactic acid, pH and viscosity of stirred yoghurt were determined on the 0, 7th, 14th and the 21st day of storage of the product at the temperature of 4 °C. Considerable change in viscosity of stirred yoghurt ($p < 0,05$) throughout the maintenance period was determined on the 0 and the 21st day for both yoghurts. The viscosity of the stirred yoghurt from producer A was increased from 0,324 Pa s on the 0 day to 1,912 Pa s on the 21st day. At the same time the viscosity of the stirred yoghurt from producer B was increased from 0,208 Pa s on the 0 day to 0,883 Pa s on the 21st day. In comparison with producer A, a considerably higher quantity of non-fat dry matter and higher quantities of lactic acid ($p < 0,05$) in the stirred yoghurt from producer B resulted in a more stable gel structure throughout the whole research period.

Key words: stirred yoghurt, viscosity

Literatura

- BEAL, C., SKOKANOVA, J., LATRILLE, E., MARTIN, N., CORRIEU, G. (1999): Combined Effects of Culture Conditions and Storage Time on Acidification and Viscosity of Stirred Yogurt. *Journal of Dairy Science*, 82, 673-681.
- IDF (1992c): General Standard of Identity for Fermented Milks, Standard 163, International Dairy Federation, Brussels.
- JUMAH, R. Y., SHAKER, R. R., ABU-JDAYIL, B. (2001): Effect of Milk Source on the Rheological Properties of Yogurt during the Gelation Process. *International Journal of Dairy Technology*, 54, 89-96.
- LEE, W. J., LUCEY, J. A. (2004): Structure and Physical Properties of Yogurt Gels: Effect of Inoculation Rate and Incubation Temperature. *Journal of Dairy Science*, 87, 3153-3164.
- MEZGER, T. G. (2002): Rotational Tests u knjizi *The Rheology Handbook*, Curt R. Vincentz Verlag, Hannover, 55-69.
- MOREIRA, M., ABRAHAM, A., De ANTONI, G. (2000): Technological Properties of Milks Fermented with Thermophilic Lactic Acid Bacteria at Suboptimal Temperature. *Journal of Dairy Science*, 83, 395-400.
- PRENTICE, H. J. (1992): *Yoghurt u knjizi Dairy Rheology A Concise Guide*, VCH Publishers, Inc. New York, 123-135.
- RAŠIĆ, J., KURMANN, J. A. (1978): Storage, Keeping Quality, Transport and Consumption of Yoghurt u knjizi *Yoghurt*, Tehnical Dairy Publishing House, Copenhagen, 273-282.
- SCHKODA, P., HECHLER, A., KESSLER, G. (1999): Effect of Minerals and pH on Rheological Properties and Syneresis of Milk-based Acid Gels. *International Dairy Journal*, 9, 269-274.
- SODINI, I., LUCAS, A., TISSIER, J. P., CORRIEU, G. (2005): Physical Properties and Microstructure of Yoghurts Supplemented with Milk Protein Hydrolysates. *International Dairy Journal*, 15, 29-35.
- SODINI, I., LUCAS, A., OLIVEIRA, M. N., REMEUF, F., CORRIEU, G. (2002): Effect of Milk Base and Starter Culture on Acidification, Texture, and Probiotic Cell Counts in Fermented Milk Processing. *Journal of Dairy Science*, 85, 2479-2488.
- TAMIME, A. Y., ROBINSON, R. K. (1999)(a): *Background to Manufacturing Practice u knjizi Yoghurt Science and Technology*, 2. izdanje. Woodhead Publishing, Cambridge, 11-129.
- TAMIME, A. Y., ROBINSON, R. K. (1999)(b): *Quality Appraisal of Retail Products u knjizi Yoghurt Science and Technology*, 2. izdanje. Woodhead Publishing, Cambridge, 552-587.
- TRATNIK, LJ. (1998.): *Fermentirani mliječni napici u knjizi Mlijeko - tehnologija, biokemija i mikrobiologija*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 129-187.

Adrese autora - Author's addresses:

Šimun Zamberlin, dipl. ing.¹

Prof. dr. sc. Dubravka Samaržija¹

Petar Mamula, dipl. ing.³

Prof. dr. sc. Jasmina Havranek¹

Prof. dr. sc. Marija Pecina²

Tomislav Pogačić, dipl. ing.¹

¹Zavod za mljekarstvo

²Zavod za oplemenjivanje bilja, genetiku, biometriku i eksperimentiranje
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Svetošimunska 25, Zagreb

³Jove Mamule 78, Gomirje

Napomena: Dio rezultata korišten u radu izvod je iz diplomskog rada Petra Mamule obranjenog 5. srpnja 2005. godine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Prispjelo - Received: 10.10.2007.

Prihvaćeno - Accepted: 17.10.2007.