

## Aroma probiotičkog jogurta sa i bez dodataka

Mirjana Hruškar, Ivana Bucak, Nada Vahčić

Izvorni znanstveni rad – Original scientific paper

UDK: 637.146.34

### **Sažetak**

*Svrha ovog rada je istražiti promjene do kojih dolazi tijekom čuvanja nekih probiotičkih mliječnih proizvoda, a ovisno o trajanju i temperaturi skladištenja. U radu je ispitivan udjel komponenata arome uzoraka probiotičkih jogurta tijekom skladištenja na + 4 °C i + 20 °C. Određivani su acetaldehid, diacetil, etanol te mliječna, limunska i octena kiselina, a analize su vršene počevši od 0-tog dana svaki peti dan tijekom 20 dana. Acetaldehid, etanol, te mliječna, limunska i octena kiselina određeni su enzimskim metodama, a diacetil kolorimetrijski. Rezultati pokazuju da se udjel acetaldehida smanjuje tijekom skladištenja pri čemu je pad koncentracije brži na + 20 °C. S druge strane, koncentracije diacetila, etanola i octene kiseline rastu tijekom skladištenja na obje temperaturne razine. Koncentracija mliječne kiseline tijekom skladištenja raste na obje temperature, te nakon 20 dana skladištenja poraste dvostruko. Isto tako se i koncentracija limunske kiseline udvostručuje tijekom skladištenja. Porast svih određivanih organskih kiselina nešto je veći na višoj temperaturi skladištenja.*

*Ključne riječi: komponente arome, probiotički jogurt, skladištenje*

### **Uvod**

Fermentirani mliječni proizvodi, a posebno jogurt, veoma su popularni ne samo zbog terapijskih svojstava nego i zbog karakteristične arome, okusa, izgleda i konzistencije (Marshall, 1984.).

Jogurt se proizvodi kontroliranom fermentacijom jogurtnih kultura. Jogurtna kultura sadrži dvije bakterije mliječne kiseline i to *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Te dvije kulture rastu u simbiozi (Gregurek i Borović, 1997.).

Jogurtnoj kulturi mogu se dodati probiotičke bakterije koje poboljšavaju terapijska svojstva jogurta (Groeneveld, 1998.). Izraz probiotik odnosi se na proizvode koji sadrže žive mikroorganizme, poboljšavaju zdravstveno stanje

ljudi i životinja, tj. probavni sustav, gornji dišni sustav i mokraćni sustav (Šušković i sur., 1996.). Da bi se stimulirao rast i metabolička aktivnost probiotičkih bakterija, jogurtu se dodaju oligosaharidi kao prebiotici (Šušković i sur., 2001.). Prebiotici su neprobavljivi sastojci hrane koji povoljno djeluju na rast i/ili aktivnost jedne ili više bakterijskih vrsta, te na taj način doprinose zdravlju (Gibson i Roberfroid, 1995.).

Za dobivanje probiotičkog proizvoda najčešće se koriste bakterije mliječne kiseline iz rodova *Lactobacillus*, *Streptococcus* i *Bifidobacterium*, ali za uspješno probiotičko djelovanje potrebne su točno određene vrste tih rodova koje imaju dokazano terapijsko djelovanje (Šušković i sur., 1996., Tratnik, 1998.). Laktobacili i bifidobakterije su ekstremno rijetki uzročnici infekcija ljudi, stoga se probiotički proizvodi baziraju na bakterijama tih rodova (Borriello i sur., 2003.).

Karakterističnu aromu jogurtu uglavnom daju laktobacili koji proizvode mliječnu kiselinu i acetaldehid, ali kompleksna aroma je izbalansirana mnogim nusproizvodima fermentacije i drugim karbonilnim spojevima kao što su aminokiseline (Wood, 1998.).

Proizvodnja komponenata arome zapravo je rezultat vrlo kompleksnih biokemijskih reakcija tijekom mliječno-kisele fermentacije, a ovisi o prisutnim bakterijama i kapacitetu njihova enzimskog sustava, te o uvjetima fermentacije (Tratnik, 1998.). Mliječna kiselina daje oštar, osvježavajući okus svim fermentiranim proizvodima, pa je dobra pozadina za više značajnih, ali manje izraženih okusa bitnih za kakvoću i identitet proizvoda (Marshall, 1984.). Ona je bezbojna, gusta tekućina bez mirisa, ali kiselog okusa karakterističnog za kiseli okus mliječnih proizvoda (Tratnik, 1998.). Osim mliječne kiseline u jogurtu je identificirano više od sto kemijskih komponenata izazvanih fermentacijom, ali samo neke od njih značajno utječu na aromu proizvoda. To su acetaldehid, diacetil, etanol, aceton, acetoin i 2-butanon (Ulberth, 1991.).

Najvažnija tvar arome jogurta je acetaldehid. Njegova koncentracija mora biti relativno visoka jer o njemu ovisi optimalan okus jogurta. Druga važna komponenta je diacetil. Prisustvo diacetila vrlo je važno jer doprinosi delikatnom, punom okusu i aromi te pojačava okus jogurta (Kneifel i sur., 1992.; Marshall, 1984.). Visoke koncentracije etanola nisu poželjne, ali bakterije tijekom rasta formiraju različite količine etanola uz acetaldehid. U jogurtu je i limunska, ali i različite organske kiseline (mravlja, octena, propionska i dr.) o kojima djelomično ovise konačna svojstva i senzorske

karakteristike fermentiranih proizvoda (Fernandez-Garcia i McGregor, 1994.).

Postoji mnogo metoda za određivanje tvari arome, a svima je zajedničko da se prvo mora pripremiti uzorak, a tek se tada pristupa određenom postupku. Jedna od najčešće korištenih metoda za određivanje komponenata arome je headspace plinska kromatografija (engl. headspace gas chromatography; HSGC). Ova metoda je pogodna zbog kratkog vremena izvođenja i relativno jednostavnog načina pripreme uzorka. Priprema uzorka za analizu izvodi se destilacijom vodenom parom, a nakon toga se određuje kolorimetrijska, polarimetrijska ili kromatografska metoda (Ulbert, 1991.; Ott i sur., 1999.; Xanthopoulos i sur., 1994.). Od kromatografskih metoda još se koristi i visokotlačna tekućinska kromatografija (engl. high-performance liquid chromatography; HPLC). Osim ovim kromatografijama acetaldehid se može odrediti i direktnom plinskom kromatografijom, ali ta metoda nije pogodna jer zahtijeva veoma pažljivo rukovanje uzorkom zbog visoke hlapljivosti acetaldehida (Schmidt i sur., 1983.). Od kolorimetrijskih metoda koristi se Owadesova i Jakovac metoda za određivanje diacetila (Pack i sur., 1964.). Za određivanje tvari arome koriste se i mnoge enzimske metode koje zahtijevaju različite postupke pripreme uzorka (Schmidt i sur., 1983.).

Svrha istraživanja bila je, u odabranim probiotičkim jogurtima pratiti promjene komponenata arome koje nastaju tijekom skladištenja. U probiotičkim jogurtima celjske mljekare praćene su promjene udjela acetaldehida, diacetila, etanola, mliječne, limunske i octene kiseline na dvije različite temperature skladištenja.

### ***Materijal i metode***

Istraživanja su provedena na četiri uzorka tekućih probiotičkih jogurta slovenskog proizvođača (Mlekarna Celeia – LCA zelene doline). Uzorci su bili sljedeći: obični probiotički jogurt (U-1), probiotički jogurt s dodatkom šumskog voća (U-2), s dodatkom vanilije (U-3) te s dodatkom jagode i naranče (U-4), a obogaćeni su oligofruktozom. Uzorci su nabavljeni istog dana kada su dostavljeni u trgovine. Deklaracija o roku trajnosti bila je 20 dana.

Uzorci jogurta uz jogurtnu kulturu sadrže *Lactobacillus acidophilus* i *Bifidobacterium spp.*

Probiotički jogurti skladišteni su na + 4 °C i + 20 °C, a analizirani su svaki peti dan od nultog do dvadesetog dana skladištenja.

U svim uzorcima jogurta za određivanje udjela acetaldehida, etanola te mliječne, limunske i octene kiseline korištene su enzimske metode (Methods of Boehringer Mannheim, 2000.), dok je za određivanje diacetila korištena kolorimetrijska metoda (Hill i sur., 1954.).

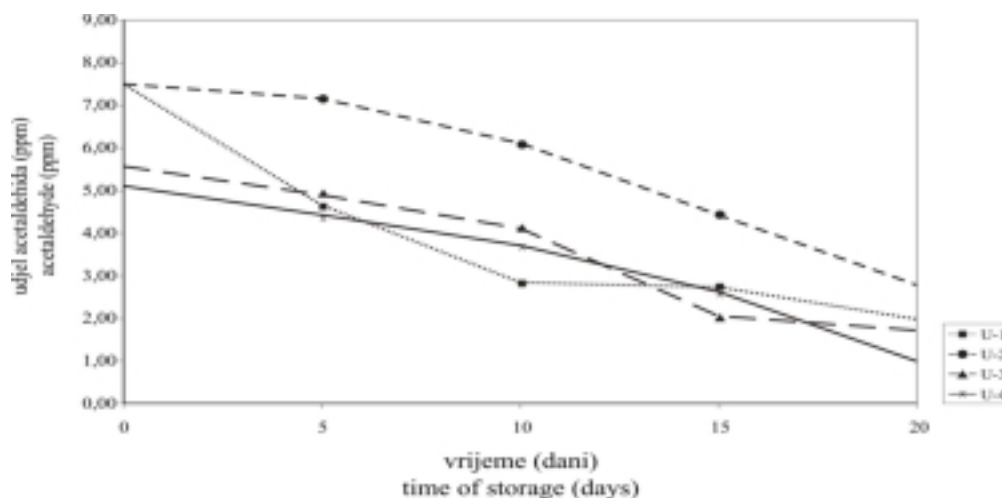
### ***Rezultati i rasprava***

U jogurtu, osim mliječne kiseline koja se nalazi u relativno visokim koncentracijama i daje proizvodu kiselu okus, nalaze se komponente čiji udjeli nisu visoki ali bitno utječu na aromu. Obzirom da se u jogurtima nalaze žive bakterijske stanice, koncentracija tih karakterističnih komponenata arome mijenja se tijekom skladištenja u ovisnosti o temperaturi i vremenu skladištenja. Metabolički putevi nastajanja komponenata arome detaljno su istraženi i smatra se da acetaldehid ima glavnu ulogu u metabolizmu piruvata. Optimalni okus i aroma postižu se kad je njegova koncentracija između 23 i 41 ppm, dok je diacetil obično između 0,5 i 4,5 ppm, a etanol između 2,8 i 10,1 ppm (Kneifel i sur., 1992.; Ulberth, 1991.).

Zato su u ovom radu određivane koncentracije acetaldehida, diacetila i etanola kao najbitnijih komponenata arome, te mliječne, limunske i octene kiseline u uzorcima probiotičkih jogurta koji su čuvani na +4 °C i na +20 °C tijekom dvadeset dana. Rezultati su prikazani slikama od 1 do 12 i predstavljaju prosjek od 3 izvedena pokusa sa po dva paralelna mjerenja unutar svakog pokusa.

Poznato je da o acetaldehidu ovisi ugodna aroma jogurta. Koncentracija acetaldehida u svježim probiotičkim jogurtima iznosila je 7,50 ppm – LCA obični (U-1) i LCA šumsko voće (U-2); 5,57 ppm – LCA vanilija (U-3) i 5,11 ppm – LCA jagoda i naranča (U-4). Proizvod s manje od 8,4 ppm opisan je kao srednje aromatičan. Ovo, zajedno s radovima Grouxa i Hamdana sa sur., pokazuje da neki jogurti s malim udjelom acetaldehida mogu imati tipičnu aromu. Pretpostavlja se da se nedostatak acetaldehida nadomješta s relativno visokim udjelom diacetila (Groux, 1973.; Hamdan i sur., 1971.; Kneifel i sur., 1992.). Nagli pad koncentracije acetaldehida uočen je nakon pet dana čuvanja na obje temperature u uzorku običnog probiotičkog jogurta (U-1), a zatim je pad koncentracije acetaldehida usporen što je vidljivo iz slike 1. Slike 1 i 2 pokazuju da je u ostalim uzorcima jogurta brži pad uočen nakon deset

dana čuvanja na obje temperaturne razine, odnosno nakon petnaest dana čuvanja na višoj temperaturi. Na višim temperaturama brže se smanjuje koncentracija acetaldehida. Razlog tome je metabolički put nastajanja diacetila u limunsko-kiseloj fermentaciji acetaldehida ili redukcija acetaldehida do etanola. Ovi rezultati su u skladu s rezultatima koje su dobili McGregor i White čija su istraživanja pokazala pad udjela acetaldehida u jogurtu tijekom skladištenja u hladnjaku (McGregor i White, 1987.).



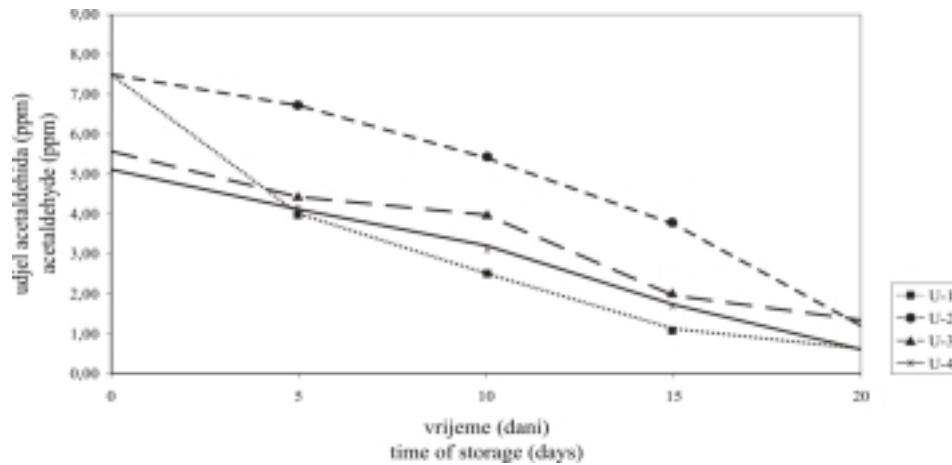
Slika 1: Udjel acetaldehida (ppm) u uzorcima probiotičkog jogurta tijekom čuvanja na +4°C

Figure 1: Concentration of acetaldehyde (ppm) in probiotic yogurt samples during storage at +4°C

Diacetil je nositelj lošeg okusa. Početni udjeli **diacetila** iznosili su 5,43 ppm – LCA vanilija (U-3) i šumsko voće (U-2); 4,29 ppm – LCA obični (U-1); 3,95 ppm – LCA jagoda i naranča (U-4). Vidljiv je nagli porast koncentracije diacetila u uzorku jogurta sa šumskim voćem.

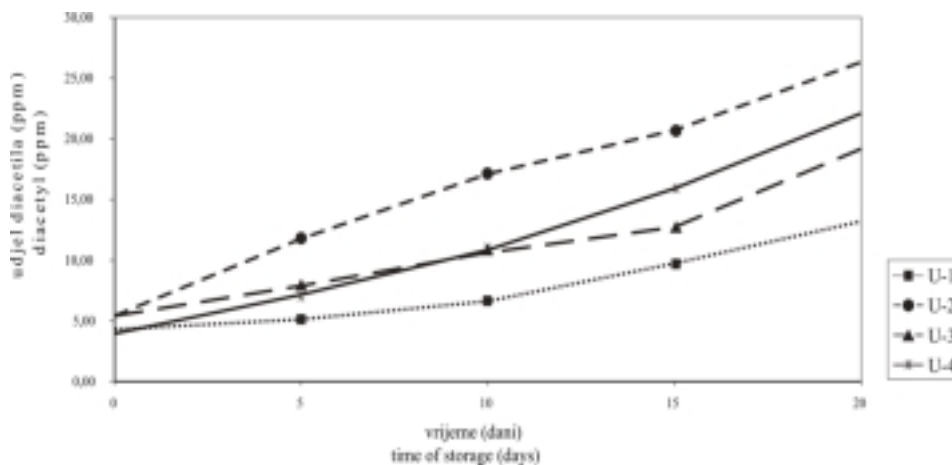
(U-2) nakon pet dana skladištenja na višoj temperaturi, te značajniji porast koncentracije diacetila nakon deset dana skladištenja na višoj temperaturi u uzorku običnog probiotičkog jogurta (U-1). Tijekom čuvanja ostalih uzoraka, vrijednosti koncentracije diacetila imale su tendenciju rasta što je blago izraženije na višoj temperaturi na kojoj se koncentracija diacetila kretala u rasponu od 13,50 ppm do 26,71 ppm (slika 3, 4). Vrijeme i temperatura skladištenja utječu na promjene udjela diacetila koji nastaje u limunsko-kiseloj

fermentaciji iz acetil-metil karbionola, što pokazuju i literaturni podaci (Kneifel i sur., 1992.; Laye i sur., 1993.; Marshall, 1984.)



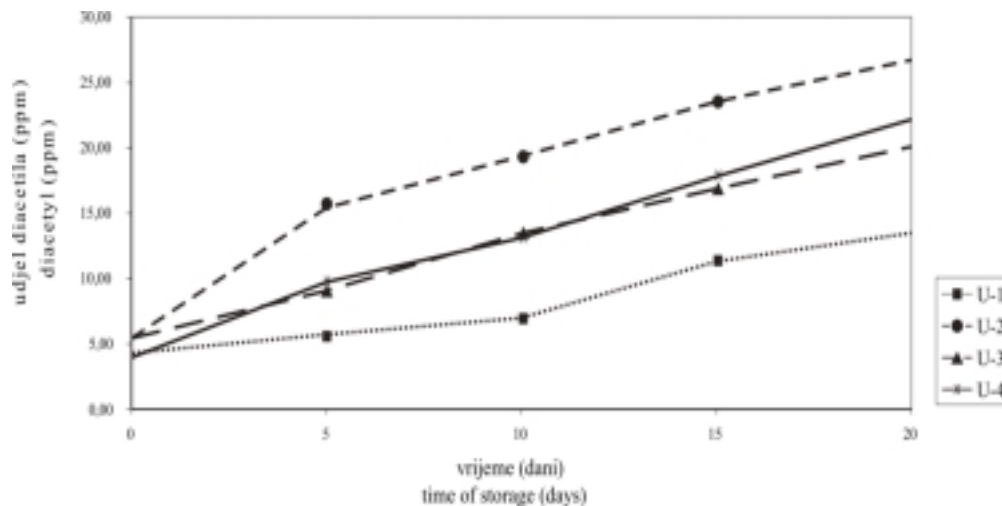
Slika 2: Udjel acetaldehida (ppm) u uzorcima probiotičkog jogurta tijekom čuvanja na +20°C

Figure 2: Concentration of acetaldehyde (ppm) in probiotic yogurt samples during storage at +20°C



Slika 3: Udjel diacetila (ppm) u uzorcima probiotičkog jogurta tijekom čuvanja na +4°C

Figure 3: Concentration of diacetyl (ppm) in probiotic yogurt samples during storage at +4°C



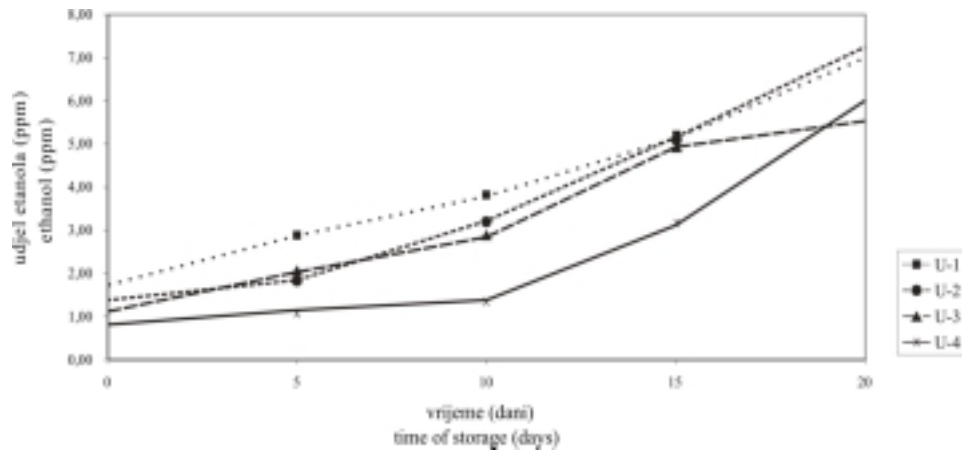
Slika 4: Udjel diacetila (ppm) u uzorcima probiotičkog jogurta tijekom čuvanja na +20°C

Figure 4: Concentration of diacetyl (ppm) in probiotic yogurt samples during storage at +20°C

Fermentacija tijekom koje nastaje **etanol** je nepoželjna jer etanol daje loš okus jogurtu. Nastaje u alkoholnoj i koliformno plinovitoj fermentaciji koje se zbivaju u mlijeku. Alkoholna fermentacija i nastajanje mliječne kiseline kreću paralelno od laktoze, gdje preko glukoze dolazi do piruvata iz kojeg redukcijom može nastati mliječna kiselina ili drugim putem preko acetaldehida etanol. Tijekom koliformno plinotvorne fermentacije nastaju mliječna, octena i mravlja kiselina, etanol te vodik i ugljični dioksid, a sve to pridonosi neugodnom okusu i mirisu. Iz svega navedenog očito je, da stajanjem jogurta udjel etanola raste (Marshall, 1984.; Petričić, 1994.). Početne koncentracije etanola iznosile su 0,81 ppm – LCA obični (U-1); 1,12 ppm – LCA šumsko voće (U-2); 1,38 ppm – LCA vanilija (U-3); 1,73 ppm – LCA jagoda i naranča (U-4). Nagli porast koncentracije etanola uočen je u običnom probiotičkom jogurtu (U-1) nakon pet dana skladištenja na višoj temperaturi odnosno desetog dana skladištenja na + 4 °C te nakon deset dana skladištenja na + 20 °C u jogurtu s dodatkom vanilije (U-3). Najveći porast koncentracije etanola zabilježen je u uzorku jogurta s jagodom i narančom.

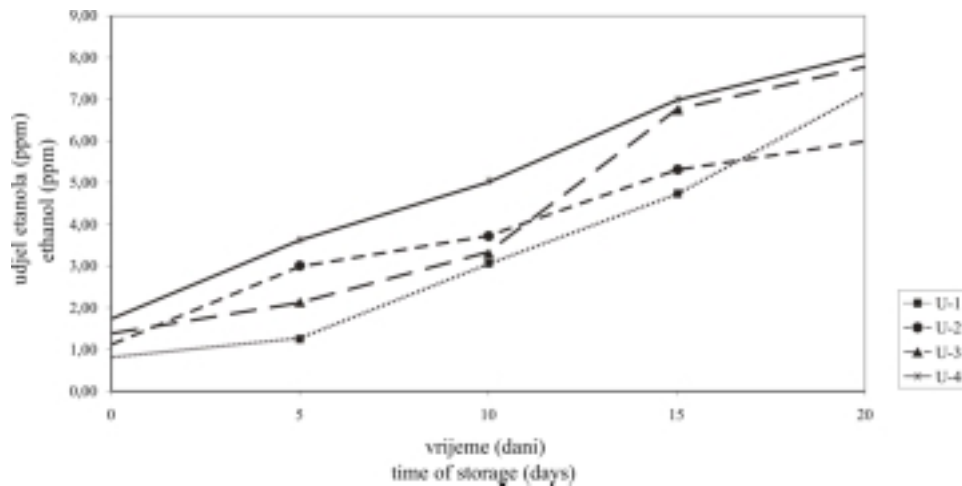
(U-4) na + 20 °C nakon dvadeset dana skladištenja iznosio je 8,06 ppm (slika 5, 6). Bez obzira na temperaturu skladištenja udjel etanola se bitno povećao i u ostalim uzorcima probiotičkih jogurta. Razlog tome je, vjerojatno,

veća aktivnost alkohol dehidrogenaze u mješovitoj kulturi koja se koristi u proizvodnji tih probiotičkih jogurta. Slične rezultate je dobio i Ulberth (Ulberth i Kneifel, 1992.).



Slika 5: Udjel etanola (ppm) u uzorcima probiotičkog jogurta tijekom čuvanja na +4°C

Figure 5: Concentration of ethanol (ppm) in probiotic yogurt samples during storage at +4°C

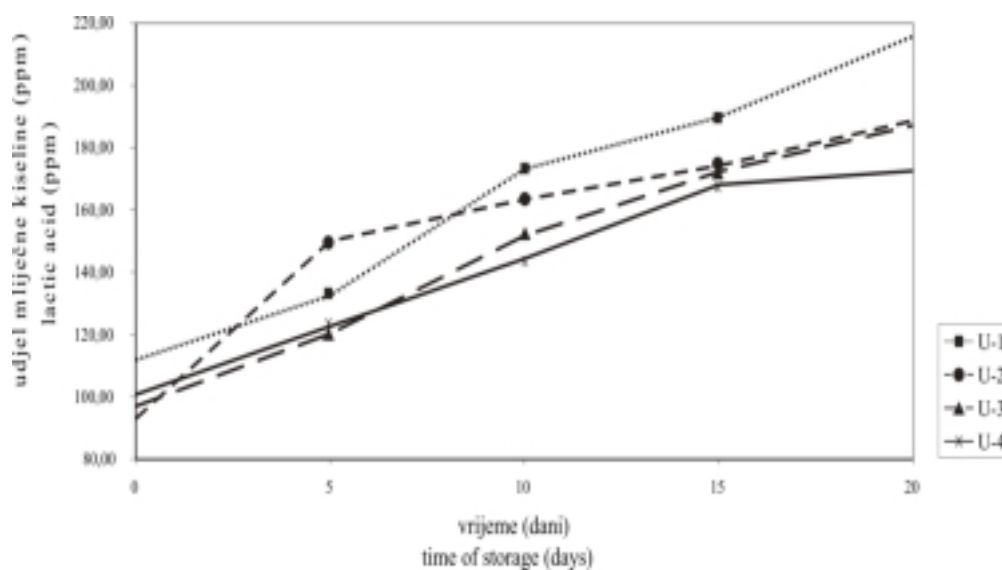


Slika 6: Udjel etanola (ppm) u uzorcima probiotičkog jogurta tijekom čuvanja na +20°C

Figure 6: Concentration of ethanol (ppm) in probiotic yogurt samples during storage at +20°C

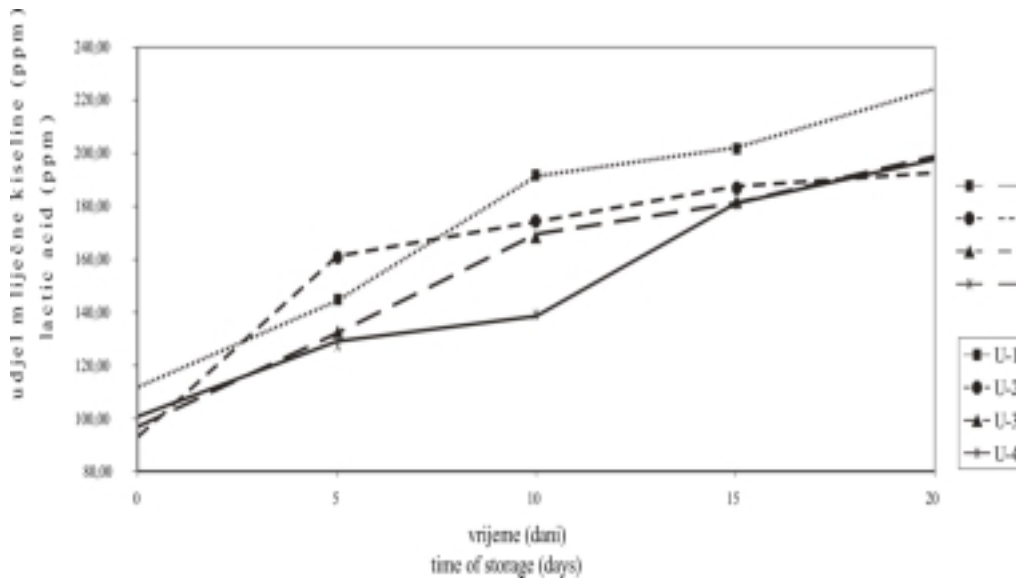


Koncentracija **mliječne kiseline** u svježim jogurtima bila je 92,96 ppm – LCA šumsko voće (U-2); 96,89 ppm – LCA vanilija (U-3); 100,69 ppm – LCA jagoda, naranča (U-4); 111,76 ppm – LCA obični (U-1). Slike 7 i 8 prikazuju porast koncentracije mliječne kiseline na obje temperature u uzorcima jogurta sa šumskim voćem (U-2) nakon pet dana skladištenja. Nagli porast koncentracije mliječne kiseline uočen je u uzorku jogurta s dodatkom jagode i naranče (U-4) nakon deset dana čuvanja na višoj temperaturi što je prikazano na slici 8. Nadalje, vidljivo je da udio mliječne kiseline raste tijekom skladištenja i u ostalim uzorcima probiotičkih jogurta, a taj je porast izraženiji pri čuvanju na višoj temperaturi na kojoj se raspon koncentracije mliječne kiseline kretao između 192,61 ppm i 224,23 ppm. To je u suglasju s rezultatima koje su dobili Fernandez-Garcia i McGregor. Objašnjenje za ovakve promjene su živi mikroorganizmi prisutni u jogurtima, koji i pri relativno niskim temperaturama proizvode mliječnu kiselinu iz laktoze (Fernandez-Garcia i McGregor, 1994.).



Slika 7: Udjel mliječne kiseline (ppm) u uzorcima probiotičkog jogurta tijekom čuvanja na +4°C

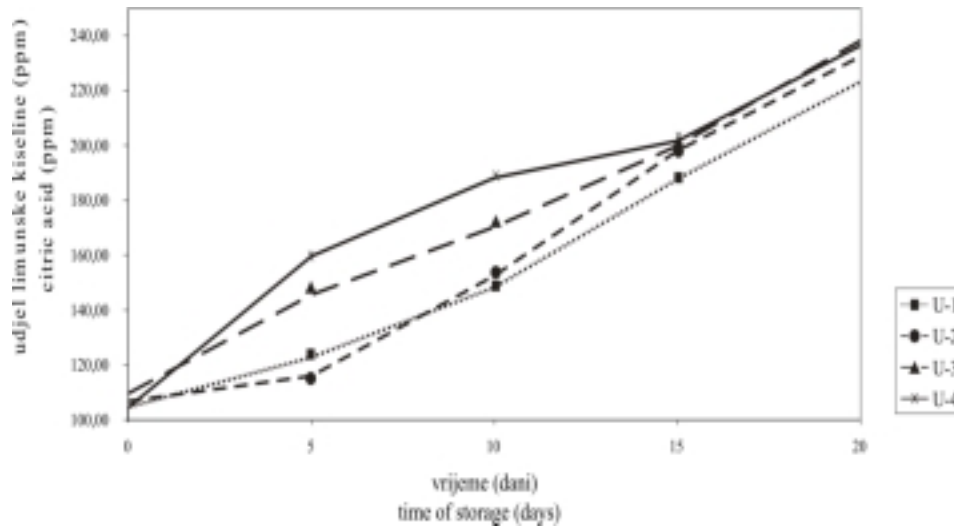
Figure 7: Concentration of lactic acid (ppm) in probiotic yogurt samples during storage at +4°C



Slika 8: Udjel mliječne kiseline (ppm) u uzorcima probiotičkog jogurta tijekom čuvanja na +20°C

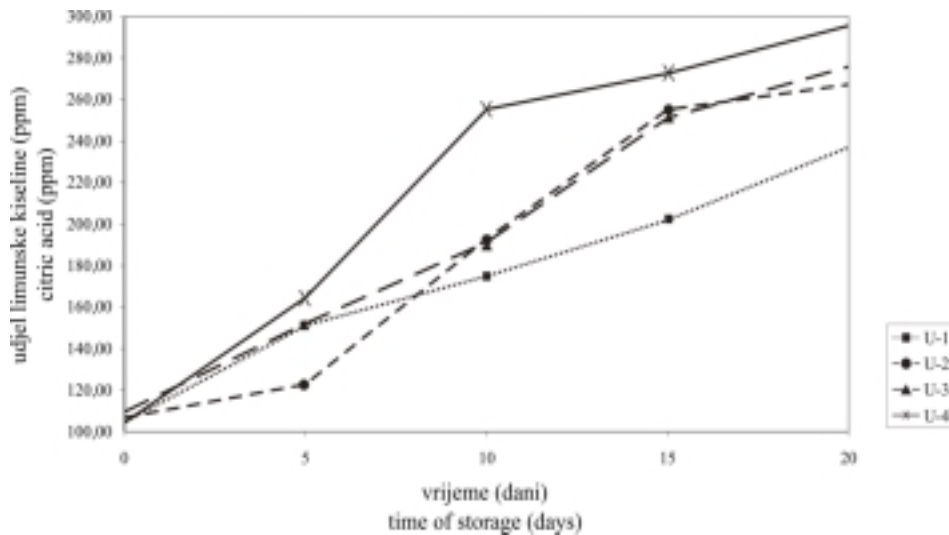
Figure 8: Concentration of lactic acid (ppm) in probiotic yogurt samples during storage at +20°C

Tijekom čuvanja došlo je i do promjene **limunske kiseline**. Početna koncentracija limunske kiseline iznosila je 104,36 ppm – LCA jagoda, naranča (U-4); 104,49 ppm – LCA čisti (U-1); 106,79 ppm – LCA šumsko voće (U-2); 109,56 ppm – LCA vanilija (U-3). Slika 10 pokazuje značajniji porast koncentracije limunske kiseline nakon pet dana skladištenja na + 20 °C u uzorcima jogurta s dodatkom jagode i naranče (U-4). Na temperaturi od + 20 °C koncentracija limunske kiseline brzo je porasla u uzorku jogurta sa šumskim voćem (U-2) nakon deset dana skladištenja i iznosila je 192,93 ppm. Nakon dvadeset dana čuvanja koncentracija limunske kiseline udvostručila se na obje temperature u svim uzorcima probiotičkih jogurta (slika 9 i 10). Dobiveni rezultati su u disproporciji s rezultatima Fernandez-Garcia i McGregora koji su pronašli da se limunska kiselina tijekom skladištenja ne mijenja (Fernandez-Garcia i McGregor, 1994.).



Slika 9: Udjel limunske kiseline (ppm) u uzorcima probiotičkog jogurta tijekom čuvanja na +4°C

Figure 9: Concentration of citric acid (ppm) in probiotic yogurt samples during storage at +4°C

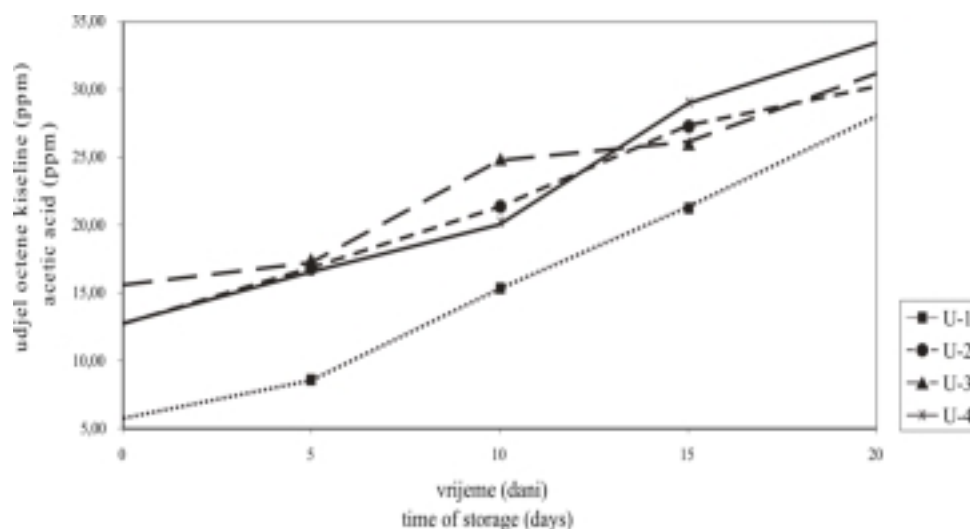


Slika 10: Udjel limunske kiseline (ppm) u uzorcima probiotičkog jogurta tijekom čuvanja na +20°C

Figure 10: Concentration of citric acid (ppm) in probiotic yogurt samples during storage at +20°C

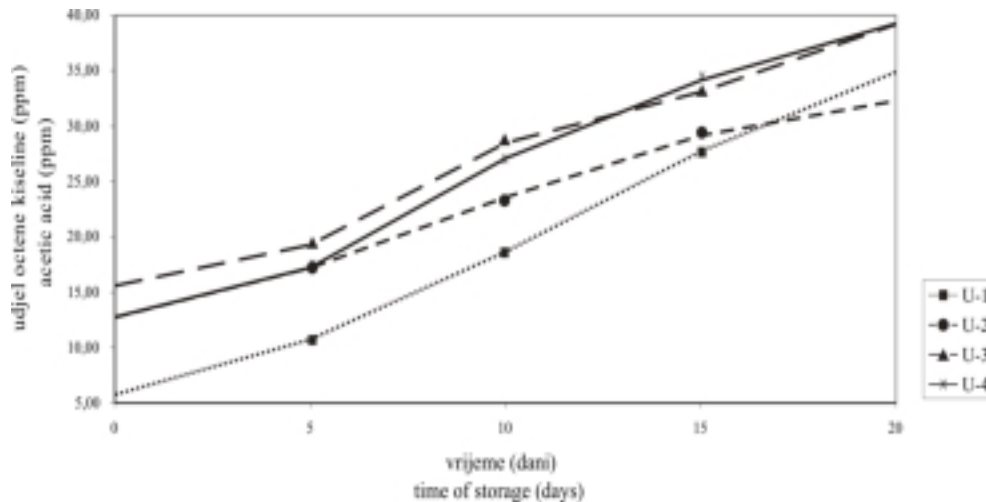
Nastajanje **octene kiseline** također se nepovoljno odražava na aromu jogurta i pokazatelj je kvarenja. Koncentracija octene kiseline tijekom skladištenja jogurta se povećava a taj porast je nešto veći na višoj temperaturi. Na slici 12 vidljivo je da je porast najizraženiji u jogurtu s jagodom i narančom (U-4) i on nakon dvadeset dana skladištenja na + 20 °C iznosi 39,27 ppm. U ostalim uzorcima probiotičkih jogurta nakon dvadeset dana skladištenja raspon koncentracija octene kiseline na + 4 °C iznosi od 28,04 ppm do 33,45 ppm, a na + 20 °C taj raspon se kreće od 32,29 ppm i 34,90 ppm što je prikazano na slikama 11 i 12. To je u skladu s literaturnim podacima Fernandez-Garcia i McGregora (Fernandez-Garcia i McGregor, 1994.).

Poznato je, da se promjene koje se zbivaju tijekom skladištenja negativno odražavaju na kakvoću probiotičkih jogurta i na degradaciju arome, a izraženije su na višim temperaturama. Skladištenje na nižim temperaturama znatno je povoljnije jer su promjene koncentracija pojedinih komponenata arome značajno manje.



Slika 11: Udjel octene kiseline (ppm) u uzorcima probiotičkog jogurta tijekom čuvanja na +4°C

Figure 11: Concentration of acetic acid (ppm) in probiotic yogurt samples during storage at +4°C



Slika 12: Udjel octene kiseline (ppm) u uzorcima probiotičkog jogurta tijekom čuvanja na +20°C

Figure 12: Concentration of acetic acid (ppm) in probiotic yogurt samples during storage at +20°C

### Zaključci

Na temelju provedenih istraživanja i dobivenih rezultata može se zaključiti:

- Udjel acetaldehida, kao najvažnije komponente koja daje specifičan okus jogurtu, smanjuje se u svim istraživanim uzorcima na obje temperature skladištenja.
- Udjel diacetila u svim uzorcima tijekom skladištenja raste, a različita temperatura skladištenja nema značajnog utjecaja na tu promjenu.
- Udjel etanola u svim uzorcima u laganom je porastu s trajanjem skladištenja.
- Udjel mliječne kiseline, kao nositelja kiselog okusa, raste tijekom skladištenja probiotičkih jogurta.
- Udjel limunske kiseline tijekom skladištenja raste.
- Octena kiselina izaziva nepovoljan okus jogurta i njen udjel se s vremenom čuvanja povećava.

Tijekom skladištenja kakvoća istraživanih probiotičkih jogurta opada, a promjene koje se zbivaju izraženije su na višim temperaturama skladištenja što je u skladu s literaturnim podacima drugih istraživača.

## THE AROMA OF THE PROBIOTIC YOGURTS WITH AND WITHOUT SUPPLEMENTS

### Summary

*The purpose of this study was to establish the changes in aroma compounds of fermented milks with probiotics during storage as a function of time and temperature. The aroma compounds concentration in probiotic yogurt samples, during storage at + 4 and +20 °C were studied. Acetaldehyde, diacetyl, ethanol and organic acids (lactate, acetate, citrate) content were determined during 20 days, every fifth day from the beginning of storage. Acetaldehyde, ethanol, lactic, citric and acetic acid concentration were determined using an enzymatic method, while diacetyl concentration was determined using colorimetric method. The results showed that the acetaldehyde decreased during storage. The decrease was higher at elevated temperature. On the other hand, diacetyl, ethanol and acetic acid increased during storage at both temperatures. The concentration of lactic acid increased during storage at both temperature and at the end of storage it was doubled. The amount of citric acid increased in the same manner. The increase of all organic acids during storage was higher at elevated temperature.*

*Key words: aroma compounds, probiotic yogurt, storage*

### Literatura

BORRIELLO, S.P., HAMMES, W.P., HOLZAPFEL, W., MARTEAN, P., SCHREZEMEIR, J., VAARA, M., VALTONEN, V. (2003.) Safety of probiotics that contain lactobacilli or bifidobacteria. *Clin. Infec. Dis.* **36**, str. 775-780.

FERNANDEZ – GARCIA, E., MCGREGOR, J.U. (1994.) Determination of organic acids during the fermentation and cold storage of yogurt. *J.Dairy Sci.* **77**, str. 2934 – 2939.

GIBSON, G.R., ROBERFROID, M.B. (1995.) Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J. Nutr.* **125**, str. 1401-1412.

GREGUREK, L.J., BOROVIĆ, A. (1997.) Mljekarske kulture mikroorganizama u proizvodnji fermentiranih mlijeka. *Mljekarstvo.* **47**, str. 103-113.

- GROENEVELD, M. (1998.) Functional food-definitious and legal situation. *Ernähr. -Umsch.* **45**, str.156-161.
- GROUX, M. (1973.) Etude des composants de la flaveur du yoghourt. *Le Lait.* **53**, str.146-153.
- HAMDAN, I.Y., KUNSMAN, JR.J.E., DEANE, D.D. (1971.) Acetaldehyde production by combined yogurt cultures. *J. Dairy Sci.* **54**, str.1080-1082.
- HILL, E.C., WENZEL, F.W., BARRETO, A., (1954.) Colorimetric method for detection of microbiological spoilage in citrus juices. *Food Technol.* **8**, str.168-171.
- KNEIFEL, W., ULBERTH, F., ERHARD, F., JAROS, D. (1992.) Aroma profiles and sensory properties of yogurt and yogurt-related products. I. Screening of commercially available starter cultures. *Milchwissenschaft.* **47**, str.362-365.
- LAYE, I., KARLESKIND, D., MORR, C.V. (1993.) Chemical, microbiological and sensory properties of plain nonfat yogurt. *J. Food Sci.* **58**, str.991-995.
- MARSHALL, V.M.E. (1984.) Flavour development in fermented milks. U: *Advances in the microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk.* (Davies, F.L., Law, B.A., ured.), Elsevier applied science publishers, New York, str. 153-186.
- MCGREGOR, J.U., WHITE, C.H., (1987.) Effect of sweeteners on major volatile compounds and flavor of yogurt. *J.Dairy Sci.* **70**, str. 1828-1834.
- METHODS OF BIOCHEMICAL ANALYSIS AND FOOD ANALYSIS USING TEST-COMBINATIONS (2000.) *Boehringer Mannheim Biochemica*, Mannheim.
- OTT, A., GERMOND, J.E., BAUMGARTNER, M., CHAINTREAU, A. (1999.) Aroma comparisons of traditional and mild yogurts: headspace gas chromatography quantification of volatiles and origin of alpha-diketones. *J. Agric. Food Chem.* **47**, str. 2379-2385.
- PACK, M.Y., SANDINE, W.E., ELLIKER, P.R., DAY, E.A., LINDSAY, R.C. (1964.) Owades and Jakovac method for diacetyl determination in mixed-strain starters. *J. Dairy Sci.* **47**, str. 981-986.
- PETRIČIĆ, A. (1984.) *Konzumno i fermentirano mlijeko.* Udruženje mljekarskih radnika RH, Zagreb, str. 238-246.
- SCHMIDT, R.H., DAVIDSON, S.M., LOWRY, S.P. (1983.) Determination of acetaldehyde in *Streptococcus lactis* cultures as 2,4-dinitrophenylhydrazone by high-performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.* **31**, str. 978-980.
- ŠUŠKOVIĆ, J., BRKIĆ, B., MATOŠIĆ, S. (1996.) Mehanizam probiotičkog djelovanja bakterija mliječne kiseline U: *Fermentirani mliječni proizvodi u prehrani i dijetetici*, (Živković, R., Hadžiosmanović, M., Oberiter, V., ured.), Hrvatska akademija medicinskih znanosti, Zagreb, str. 21-34.
- ŠUŠKOVIĆ, J., KOS, B., GORETA, J., MATOŠIĆ, S. (2001.) Role of lactic acid bacteria and bifidobacteria in synbiotic effect. *Food Technol. Biotechnol.* **39**, str. 227-235.
- TRATNIK, LJ. (1998.) *Mlijeko – tehnologija, biokemija i mikrobiologija.* Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, str.152-184.

ULBERTH, F. (1991.) Headspace gas chromatographic estimation of some yogurt volatiles. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **74**, str.630-634.

ULBERTH, F., KNEIFEL, W. (1992.) Aroma profiles and sensory properties of yogurt and yogurt related products. II. Clasification of starter cultures by mens of cluster analysis. *Milchwissenschaft.* **47**, str. 432-434.

XANTHOPOULOS, V., PISCQUE, D., BASSIT, N., BOQUIEN, C.Y., CORRIEN, G. (1994.) Methods for determination of aroma compounds in dairy products: A comparative study. *J. Dairy Res.* **61**, str. 289-297.

WOOD, B.J.B. (1998.) *Microbiology of fermented foods*. 2. izd., Blackie Academic & Professional, London, str. 319-321.

**Adrese autora – Author's addresses:**

Dr.sc. Mirjana Hruškar

Ivana Bucak, dipl.ing.

Prof.dr.sc. Nada Vahčić

Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**Prispjelo – Received: 15. 09. 2003.**

**Prihvaćeno – Accepted: 06.10. 2003.**