

Izravno kiseljenje mlijeka: proizvodnja jogurta

Ljerka Gregurek, Ljubica Tratnik, Lovorka Milešević

Izvorni znanstveni rad - Original scientific paper

UDK:637.146

Sažetak

Od fermentiranih mliječnih napitaka jogurt je najpopularniji i naj-rasprostranjeniji.

Stručnjaci širom svijeta neprestano se bave jogurtom, kako njegovim sastavom tako i problemima proizvodnje i utjecajem tehnološkog postupka na njegovu kakvoću. Dio istraživanja usmjeren je i na uporabu nekih dodataka, bilo u svrhu poboljšanja kakvoće proizvoda, proširenja asortimana ili skraćivanjima vremena potrebnog za koagulaciju mlijeka i dr.

Cilj ovoga rada bio je ispitati mogućnost korištenja mlijeka glukono-detalaktonom (GDL) u proizvodnji jogurta.

U pokusima ovoga rada uzorci jogurta proizvedeni su s dodatkom različitih količina GDL-a (0,6%, 1%, 1,5% i 2%) te od mlijeka s dodatkom jogurtne tehničke kulture i dodatkom različitih količina GDL-a (0,6%, 1%, 1,5%, 2%). GDL je dodan 30 minuta nakon dodatka kulture, a inkubacija je bila pri 40°C. Vrijeme fermentacije bilo je kraće pri dodatku većih količina GDL-a. Također, vrijeme inkubacije skraćeno je i kod uzoraka gdje je uz GDL dodana i jogurtna kultura. Najbolja senzorska svojstva i kraće vrijeme inkubacije postigli su se ako je uz jogurtnu kulturu (2%) dodano 1,5 ili 2% GDL-a.

Riječi natuknice: izravno kiseljenje, GDL jogurt.

Uvod

Mlijeko je po svome sastavu prirodna, promjenljiva hranjiva podloga, što uvelike utječe na rast i aktivnost prisutne mliječne mikrobnje populacije ili mikrobnje starter kulture.

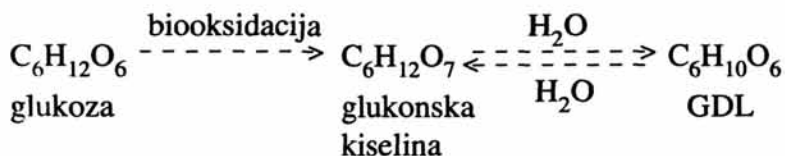
Promjenljivost sastava mlijeka i promjenljivost aktivnosti prisutne mikrobnje populacije u praksi se pokazuje kao neujednačeno kiseljenje mlijeka. Zbog toga je teško dobiti proizvod poznate i ujednačene kakvoće (Serpelloni i sur., 1991.).

Mlijeko može koagulirati na različite načine. Jedan od načina je sniženje pH vrijednosti mlijeka blizu izoelektrične točke kazeina. To se može postići aktivnošću bakterija koje proizvode mliječnu kiselinu ili izravnim kiseljenjem mlijeka ohlađenog na 0°C, a potom grijanjem mlijeka do temperature okoline.

Koagulacija mlijeka može se postići i dodatkom prekursora kiseline u mlijeko. Takav je prekursor npr. glukonodeltalakton (GDL). Glukonodeltalakton u mlijeku hidrolizira u kiselinu koja snižava pH vrijednost mlijeka i uzrokuje grušanje proteina mlijeka (H a r w a l k a r i sur., 1992.).

Koagulacija mlijeka kiselinom koristi se u proizvodnji fermentiranih mliječnih proizvoda, i to najčešće svježih mekih sireva i fermentiranih napitaka. Ako se u proizvodnji fermentiranih mliječnih proizvoda koriste mikrobne starter kulture, njihova je aktivnost često ometana djelovanjem bakteriofaga ili eventualno prisutnošću antibiotika u mlijeku. Zbog toga se sve češće koristi postupak izravnog i kontroliranog kiseljenja mlijeka, što se može postići uporabom GDL-a (A n o n, 1989., S e r p e l l o n i i sur., 1990.).

Glukonodeltalakton (GDL) je prirodni ester glukonske kiseline (S e r p e l l o n i i sur., 1990.). Proizvodi se iz škroba hidroliziranog do D-glukoze. Aerobnom oksidativnom fermentacijom D-glukoze nastaje glukonska kiselina, a GDL se dalje dobiva kristalizacijom (A n o n, 1989.). Glukonodeltalakton se nalazi u mnogim prirodnim proizvodima: u medu, grožđu, sladu, kao i u nekim njihovim prerađevinama: vinu, pivu. U ljudskom organizmu GDL je metabolit koji nastaje razgradnjom glukoze putem pentoza-fosfatnog ciklusa, pa je uporaba GDL-a dozvoljena (Odbor stručnjaka za aditive - JFCA - FAO/WHO - Joint Expert Committee on Food Additives) u proizvodnji hrane. GDL u vodenoj otopini polagano hidrolizira u glukonsku kiselinu i tako se uspostavlja ravnoteža (oko 80% glukonske kiseline i 20% GDL-a) prema sljedećoj jednadžbi:



Rezultat promjene ovisi o pufer-kapacitetu medija i o koncentraciji GDL-a (A n o n, 1983.). Promjena kiselosti mlijeka tijekom kiseljenja različitom količinom GDL-a ovisna je i o temperaturi medija. Korištenjem GDL-a u proizvodnji fermentiranih mliječnih proizvoda mora se eksperimentalno odrediti potrebna količina GDL-a koja će osigurati kiseljenje mlijeka tako da mliječni proizvod ima poznata i poželjna svojstva. Za određivanje koncentracije GDL-a potrebnog za postizavanje željene kiselosti mlijeka potrebno je poznavati sljedeće parametre:

- pH vrijednost mlijeka;
- režim toplinske obrade mlijeka;

- željeno trajanje kiseljenja;
- željena pH vrijednost kiselog mlijeka;
- količina proteina u mlijeku.

S obzirom da je GDL aktivan u širokom temperaturnom području (od 4 do 75°C), može se dodavati u mlijeko pri različitim temperaturama. Stupanj hidrolize GDL-a u glukonsku kiselinu ovisi o temperaturi, pa se GDL može dodati u toplo mlijeko. Tako će pri temperaturi od 30-36°C hidrolizirati za 1-2 sata.

Također, može se dodati i u hladno mlijeko, pa će pri temperaturi od 10-14°C konačan pH potići polaganom hidrolizom nakon približno 12 sati. Ako se pH vrijednost mora postići vrlo brzo, GDL se može dodati u mlijeko i prije pasterizacije. Kiseljenje mlijeka GDL-om slično je onom koje se postiže mliječnokiselom fermentacijom, odnosno djelovanjem mikrobne populacije u mlijeku ili djelovanjem dodane starter-kulture (Serpelloni i sur., 1990.).

Izravno kiseljenje mlijeka GDL-om uglavnom se koristi za proizvodnju sireva s razmjerno blagom aromom (cottage, mozzarella).

Pri proizvodnji sira uz uporabu GDL-a uočene su brojne prednosti: proizvedeni sir je ujednačene kakvoće, koagulacija mlijeka traje kratko, prinos je veći, a i trajnost sira (Anon, 1989.). Prednosti praćene pri proizvodnji sira uz dodatak GDL-a istražene su i pri proizvodnji jogurta. U pokusima je za proizvodnju jogurta najčešće korišteno bivolje i kravlje mlijeko, a rezultati pokusa bili su zadovoljavajući (Bayoumi i Madkor, 1988; Bayoumi i Reuter, 1989.). Zbog poboljšanja okusa jogurta istražena je i mogućnost dodatka jogurtne kulture uz GDL. Rezultati istraživanja pokazali su da je dodatak 1% GDL-a i 3% jogurtne kulture bio optimalan za proizvodnju jogurta dobrih senzorskih svojstava, a fermentacija je trajala kraće od one kod proizvodnje bez dodatka GDL-a (Bayoumi i Reuter, 1989.).

Cilj ovog rada bio je ispitati mogućnosti korištenja glukonodeltalaktona u proizvodnji jogurta, kao i njegov utjecaj na tijek proizvodnje, kakvoću i trajnost proizvoda.

Materijal i metode rada

Za proizvodnju jogurta korišteno je svježe mlijeko sa 2,8% mliječne masti i dodatkom 1-2% obranog mlijeka u prahu, homogenizirano i pasterizirano (95°C/3'). Za proizvodnju je korištena proizvodna (tehnička)

jogurtna kultura (sastavljena od 2:1 *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrückii* subsp. *bulgaricus*), a za izravno kiseljenje korišten je glukonodeltalakton.

Mlijeko za proizvodnju termostatirano je pri 40°C. Od termostabilnog su mlijeka zatim pripremljeni uzorci za:

- proizvodnju kontrolnog uzorka jogurta (mlijeko je naciepljeno s 2% jogurtne kulture),

- proizvodnju eksperimentalnih uzoraka:

a) mlijeko s dodatkom 0,6, 1, 1,5 i 2% GDL-a,

b) mlijeko naciepljeno s 2% tehničke kulture i dodatkom 0,6, 1, 1,5 i 2% GDL-a.

U mlijeko za pripremu eksperimentalnih uzoraka (navedenih pod b) jogurtna kultura dodavana je 30 minuta prije dodatka zadanih količina GDL-a.

Po završetku koagulacije, nakon pojave čvrstog koaguluma, uzorcima je određena kiselost (°SH), a zatim su naglo ohlađeni i uskladišteni na 6-8°C. Slijedeći dan, kao i nakon svaka 2 dana tijekom 10 dana skladištenja, praćene su promjene kiselosti uzoraka (°SH i pH) te su ispitana senzorska svojstva. Suha tvar mlijeka za ispitivanje određena je metodom sušenja do konstantne mase (pri 105°C).

Količina proteina i laktoze određena je Milko-Scan uređajem, a pepeo metodom žarenja.

Senzorska ocjena određena je prema tablici s ukupno mogućih 20 bodova.

Tablica 1.: Tablica za senzorsku ocjenu jogurta

Table 1: Scoring scheme for sensory yoghurt evaluation

| Svojstva: | Max. broj bodova |
|----------------|------------------|
| Okus | 12 |
| Konzistencija | 4 |
| Miris | 2 |
| Boja | 1 |
| Opći izgled | 1 |
| Ukupno bodova: | 20 |

Rezultati rada

Prosječne vrijednosti kemijskog sastava i kiselosti mlijeka korištenog za proizvodnju kontrolnog i eksperimentalnih uzoraka prikazani su u tablici 2.

Tablica 2.: Kiselost i kemijski sastav mlijeka za proizvodnju jogurta (n=6)

Table 2: Acidity and chemical composition of milk for yoghurt production (n=6)

| | |
|-------------------|------|
| Suha tvar (%) | 9,83 |
| Laktoza (%) | 4,40 |
| Mliječna mast (%) | 2,80 |
| Proteini (%) | 2,83 |
| Pepeo (%) | 0,68 |
| Kiselost (pH) | 6,31 |
| (°SH) | 6,83 |

Nacijepljeni uzorci mlijeka i uzorci s dodatkom GDL-a inkubirani su pri 40°C do pojave čvrstog koaguluma, a trajanje inkubacije prikazano je u tablici 3.

Tablica 3.: Trajanje inkubacije uzoraka mlijeka pri temperaturi 40°C do pojave koaguluma (n=3)

Table 3: Duration of milk samples incubation at 40°C until coagulation (n=3)

| Uzorak mlijeka | Trajanje inkubacije mlijeka | |
|--|-----------------------------|--------|
| | Sati | Minute |
| Mlijeko s 0,6% GDL-a | 3 | 0 |
| Mlijeko s 1% GDL-a | 2 | 30 |
| Mlijeko s 1,5% GDL-a | 1 | 55 |
| Mlijeko s 2% GDL-a | 1 | 55 |
| Mlijeko s 2% jogurtne tehn. kulture (kontrolni uzorak) | 3 | 25 |
| Mlijeko s 2% jog. teh. kul. i 0,6 GDL-a | 1 | 10 |
| Mlijeko s 2% jog.teh. kul. i 1% GDL-a | 2 | 0 |
| Mlijeko s 2% jog.teh. kul. i 1,5% GDL-a | 1 | 50 |
| Mlijeko s 2% jog. teh. kul. i 2% GDL-a | 1 | 35 |

Proizvedeni uzorci ohlađeni su i određena im je titracijska kiselost, što je prikazano u tablici 4.

Tablica 4.: Titracijska kiselost kontrolnog i eksperimentalnih uzoraka jogurta proizvedenih pri temperaturi inkubacije 40°C (n=3)

Table 4: Acidity (titratable) of control and experimental yoghurt samples produced at incubation temperature 40°C (n=3)

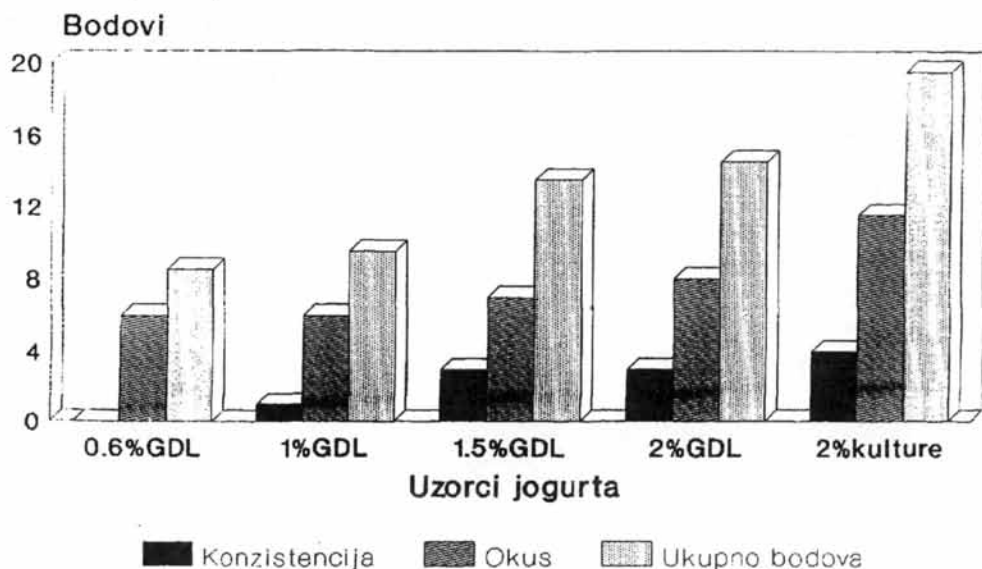
| Uzorak jogurta | °SH |
|---|-------|
| Mlijeko s 0,6% GDL-a | 22,15 |
| Mlijeko s 1% GDL-a | 22,97 |
| Mlijeko s 1,5% GDL-a | 33,21 |
| Mlijeko s 2% GDL-a | 44,54 |
| Mlijeko s 2% jogurtne tehničke kulture (kontrolni uzorak) | 25,9 |
| Mlijeko s 2% jog. teh. kul. i 0,6% GDL-a | 25,84 |
| Mlijeko s 2% jog. teh. kul. i 1% GDL-a | 29,90 |
| Mlijeko s 2% jog. teh. kul. i 1,5% GDL-a | 36,98 |
| Mlijeko s 2% jog. teh. kul. i 2% GDL-a | 43,15 |

Ohlađeni uzorci su stavljeni u hladnjak te ocijenjeni nakon 24 sata. Uzorci su se razlikovali jedino po okusu i konzistenciji, a ostala svojstva bila su ista kao i svojstva tradicionalno proizvedenog jogurta.

Rezultati senzorskog ocjenjivanja prikazani su na slikama 1 i 2.

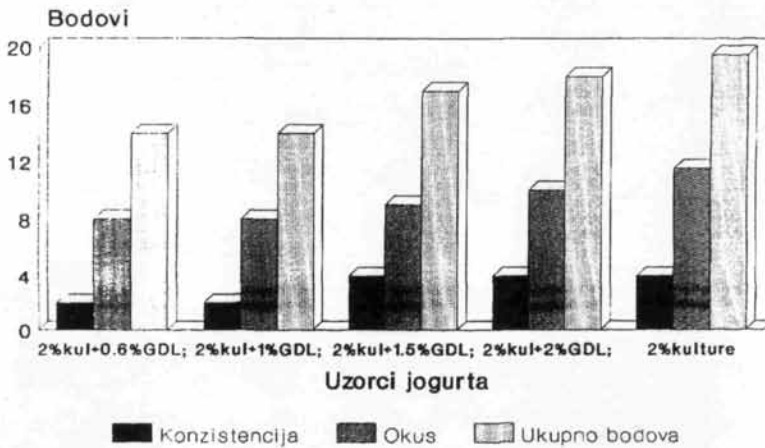
Slika 1.: Senzorska ocjena konzistencije i okusa jogurta proizvedenog pri temperaturi inkubacije 40°C, nakon 24 sata hlađenja (n=3)

Figure 1. Sensory evaluation of consistency and flavour of yoghurt produced at the incubation temperature 40°C, after 24 hours of refrigeration (n = 3)



Slika 2.: Senzorska ocjena konzistencije i okusa jogurta proizvedenog pri temperaturi inkubacije 40°C, nakon 24 sata hlađenja (n=3)

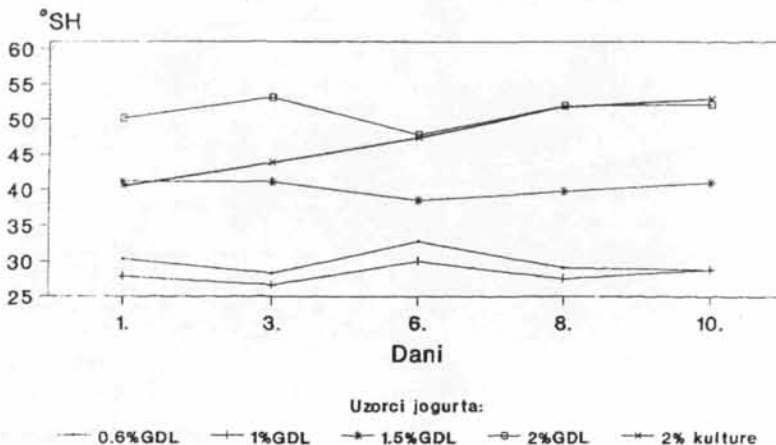
Figure 2: Sensory evaluation of consistency and flavour of yoghurt produced at the incubation temperature 40°C, after 24 hours of refrigeration (n=3)



Promjene titracijske kiselosti eksperimentalnih uzoraka (i kontrolnog) tijekom 10 dana skladištenja (+8°C) prikazuju slike 3 i 4, a slike 5 i 6 prikazuju promjenu pH vrijednosti za isto razdoblje i iste uvjete čuvanja.

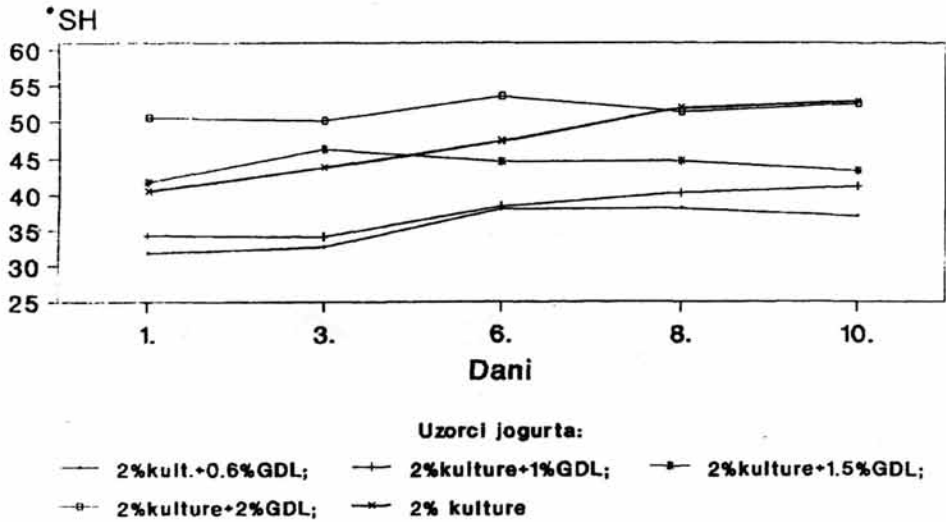
Slika 3.: Promjena titracijske kiselosti (°SH) tijekom skladištenja jogurta proizvedenog pri temperaturi inkubacije 40°C (n=3)

Figure 3: Change of titratable acidity (°SH) during storing yoghurt produced at incubation temperature 40°C (n=3)



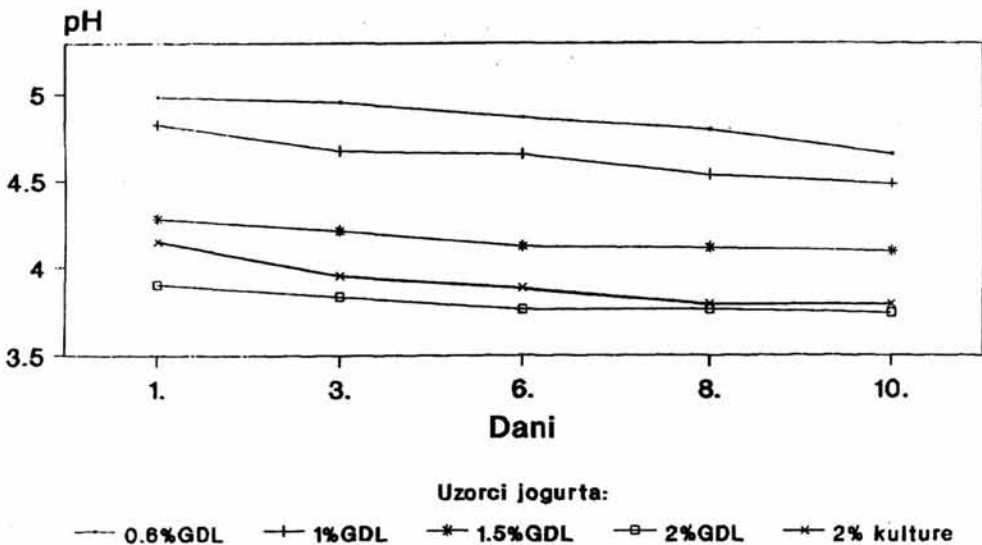
Slika 4.: Promjena titracijske kiselosti ($^{\circ}\text{SH}$) tijekom skladištenja jogurta proizvedenog pri temperaturi inkubacije 40°C ($n=3$)

Figure 4: Change of titratable acidity ($^{\circ}\text{SH}$) during storing yoghurt produced at incubation temperature 40°C ($n=3$)



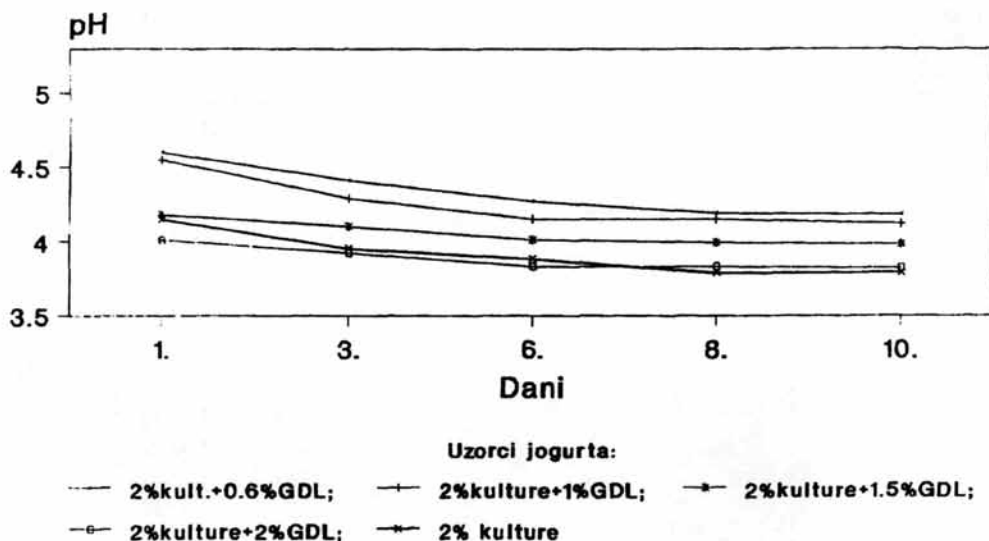
Slika 5.: Promjena pH-vrijednosti tijekom skladištenja jogurta proizvedenog pri temperaturi inkubacije 40°C ($n=3$)

Figure 5: Change of pH value during storage of yoghurt produced at incubation temperature 40°C ($n=3$)



Slika 6.: Promjena pH-vrijednosti tijekom skladištenja jogurta proizvedenog pri temperaturi inkubacije 40°C (n=3)

Figure 6: Change of pH value during storage of yoghurt produced at incubation temperature 40°C (n=3).



Također, tijekom 10-dnevnog skladištenja uzoraka praćene su i promjene senzorskih svojstava. Rezultati su prikazani u tablicama 5 i 6.

Rasprava

Poznavajući osobine GDL-a i način njegova djelovanja u mlijeku, potrebno je bilo obaviti istraživanje za utvrđivanje optimalne količine dodatka GDL-a u mlijeko za pripremu jogurta povoljnih senzorskih svojstava.

Također, bilo je važno utvrditi vrijeme i način dodatka GDL-a u mlijeko i trajanje inkubacije do pojave čvrstog koaguluma. Uočeno je da dodatak GDL-a ubrzava koagulaciju mlijeka. Dodatak GDL-a (0,6%) u mlijeko nakon 30 minuta nakon inkubacije mlijeka s 2% jogurtne kulture skratio je trajanje inkubacije za oko 75 minuta, dok je dodatak 2% GDL-a skratio trajanje inkubacije za 51% u odnosu na inkubaciju kontrolnog uzorka (sa 2% jogurtne kulture) (tablica 3). Skraćeno trajanje inkubacije prednost je zbog uštede vremena i energije, ali od presudne je važnosti kakvoća proizvoda. Po završetku koagulacije uzorci su naglo ohlađeni te je određena kiselost (tablica 4.). Uočeno je da kiselost uzoraka raste s porastom dodane količine GDL-a

Tablica 5.: Senzorsko ocjenjivanje uzoraka jogurta, proizvedenih pri temperaturi inkubacije 40°C, tijekom 10 dana čuvanja u hladnjaku (+8°C); (n=3)

Table 5: Sensory evaluation of yoghurt samples produced at incubation temperature 40°C, during 10 days keeping in refrigerator (+8°C); (n=3)

| Uzorak jogurta | | 0,6% GDL | | | | | 1% GDL | | | | | 1,5% GDL | | | | | 2% GDL | | | | | 2% Kulture | | | | |
|-------------------|-----------|----------|-----|-----|------|------|--------|-----|-----|------|------|----------|------|------|------|-----|--------|------|------|------|-----|------------|------|------|------|-----|
| Dan čuvanja | | 1. | 3. | 6. | 8. | 10. | 1. | 3. | 6. | 8. | 10. | 1. | 3. | 6. | 8. | 10. | 1. | 3. | 6. | 8. | 10. | 1. | 3. | 6. | 8. | 10. |
| Svojstva | Max. bod. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Okus | 12 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 6 | 1 | 8 | 9 | 8 | 6 | 1 | 11,5 | 10,5 | 9 | 7 | 6,6 |
| Konzistencija | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| Miris | 2 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Boja | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Opći izgled | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ukupno bodova | 20 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 12,5 | 11,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 12,5 | 12,5 | 13,5 | 13,5 | 13,5 | 12,5 | 7,5 | 14,5 | 16,5 | 15,5 | 13,5 | 8,5 | 19,5 | 18 | 16,5 | 14,5 | 14 |
| Izdvojena sirutka | | - | - | + | + | + | - | - | - | + | + | + | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | + | + | + |

Tablica 6.: Senzorsko ocjenjivanje uzoraka jogurta, proizvedenih pri temperaturi inkubacije 40°C, tijekom 10 dana čuvanja u hladnjaku (+8°C); (n=3)

Table 6: Sensory evaluation of yoghurt samples produced at incubation temperature 40°C, during 10 days keeping in refrigerator (+8°C); (n=3)

| Uzorak jogurta | | 2% kulture + 0,6% GDL | | | | | 2% Kulture + 1% GDL | | | | | 2% Kulture + 1,5% GDL | | | | | 2% Kulture + 2% GDL | | | | | 2% Kulture | | | | |
|-------------------|-----------|-----------------------|----|----|----|-----|---------------------|----|----|----|-----|-----------------------|----|----|----|-----|---------------------|----|----|----|-----|------------|------|------|------|-----|
| Dan čuvanja | | 1. | 3. | 6. | 8. | 10. | 1. | 3. | 6. | 8. | 10. | 1. | 3. | 6. | 8. | 10. | 1. | 3. | 6. | 8. | 10. | 1. | 3. | 6. | 8. | 10. |
| Svojstva | Max. bod. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Okus | 12 | 8 | 8 | 8 | 9 | 8 | 8 | 8 | 9 | 10 | 9 | 9 | 10 | 9 | 7 | 5 | 10 | 11 | 10 | 8 | 6 | 11,5 | 10,5 | 9 | 7 | 6,5 |
| Konzistencija | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| Miris | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Boja | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Opći izgled | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ukupno bodova | 20 | 14 | 14 | 14 | 16 | 15 | 14 | 14 | 16 | 17 | 16 | 17 | 18 | 17 | 15 | 13 | 18 | 19 | 18 | 16 | 14 | 19,5 | 18 | 16,5 | 14,5 | 14 |
| Izdvojena sirutka | | - | - | - | + | + | - | - | - | + | + | - | - | - | + | + | - | - | - | + | + | - | - | + | + | + |

u mlijeko. Ako se uspoređi titracijska kiselost uzoraka proizvedenih od mlijeka s dodatkom GDL-a s titracijskom kiselosti uzoraka jogurta proizvedenog od mlijeka s dodatkom kulture i GDL-a, opaža se vrlo mala razlika titracijske kiselosti (tablica 4.), iako su uzorci mlijeka s dodatkom jogurtne kulture inkubirani 30 minuta prije dodatka GDL-a.

Iz toga se može zaključiti da jogurtna kultura ne utječe znatnije za povećanje titracijske kiselosti jogurta proizvedenog GDL-om, ali utječe na poboljšanje arome jogurta.

Proizvedeni uzorci jogurta (s GDL-om) razlikovali su se po okusu i konzistenciji, a ostala svojstva bila su ista kao i u tradicionalno proizvedenom jogurtu (kontrolni uzorak jogurta). Međutim, uzorci jogurta proizvedeni samo uz dodatak GDL-a u mlijeko nisu zadovoljili što se tiče mirisa.

Na temelju senzorskih svojstava proizvedenih uzoraka može se ustvrditi da proizvodnja jogurta od mlijeka s dodatkom GDL-a a bez dodatka jogurtne kulture nije prihvatljiva, jer su uzorci bili znatno slabije konzistencije (od uobičajene), nisu imali tipičnu aromu jogurta. Zbog toga je jogurt proizveden od mlijeka s dodatkom GDL-a bez dodatka kulture, postigao znatno manji broj bodova pri organoleptičkom ocjenjivanju (slika 1), posebno oni uzorci proizvedeni s manjim količinama GDL-a. Dodatkom 2% jogurtne kulture te dodatkom većih količina GDL-a poboljšana je konzistencija, kao i okus proizvoda (slika 2.). Međutim, uzorci jogurta od mlijeka sa 2% jogurtne kiseline i dodatkom 0,6 i 1% GDL-a nisko su ocijenjeni zbog znatno nježnije konzistencije u usporedbi s kontrolnim uzorkom (slika 2.).

Tijekom skladištenja jogurta 10 dana pri temperaturi hladnjaka (8°C) praćene su promjene titracijske kiselosti i pH vrijednosti svaki drugi dan. Uočeno je da kiselost kontrolnog uzorka raste znatno i gotovo pravocrtno tijekom 10 dana skladištenja. Titracijska kiselost ostalih uzoraka bila je vrlo promjenjiva, ali nije uočen znatan porast kiselosti. pH vrijednosti eksperimentalnih uzoraka jogurta bile su niže u uzorcima s većom količinom dodanog GDL-a (slike 5 i 6), što su u svojim izvješćima naveli i drugi autori (B a y o - u m i i R e u t e r, 1989.). Međutim, veći dodatak GDL-a utječe na sniženje pH vrijednosti jogurta proizvedenog od mlijeka bez dodane kulture (slika 5). Tako je jogurt proizveden od mlijeka s dodatkom 2% GDL-a (sa ili bez dodatka kulture) imao nižu pH vrijednost od kontrolnog uzorka (slika 5 i 6).

Mjerenjem pH vrijednosti uzoraka jogurta tijekom 10 dana skladištenja (pri +8°C) uočeno je podjednako sniženje pH vrijednosti svih uzoraka (slike 5 i 6). Jedino je uočeno da je sniženje pH vrijednosti uzoraka proizvedenih dodatkom kulture veće tijekom prvih dana skladištenja.

Za potrošača su vrlo važna senzorska svojstva proizvoda. Zbog toga su tijekom skladištenja praćene i promjene senzorskih svojstava proizvedenih uzoraka (tablice 5 i 6). Uočeno je da se tijekom čuvanja uzoraka jogurta senzorska svojstva uzoraka proizvedenih uz dodatak GDL-a poboljšavaju, a posebno je bolja bila konzistencija (najčešće nakon 6. dana čuvanja). Poboljšanje je uočljivije kod uzoraka proizvedenih dodatkom manje količine GDL-a, koji su neposredno nakon završene fermentacije i hlađenja imali lošiju konzistenciju, a osobito se to opazilo kod uzoraka proizvedenim bez dodatka kulture (tablica 5). Međutim, okus uzoraka proizvedenih GDL-om bio je lošiji tijekom čuvanja, osobito nakon 6. dana. Uglavnom, jogurt proizveden s manjom količinom GDL-a (0,6 i 1%) (sa ili bez dodatka kulture) bio je okusom neprihvatljiv.

Zaključak

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da se dodatkom veće količine GDL-a skraćuje vrijeme inkubacije do pojave čvrstog koaguluma. Kombinacijom kulture i GDL-a skraćuje se vrijeme potrebno za pojavu čvrstog koaguluma.

Dodatkom većih količina GDL-a u mlijeko postiže se veća kiselost jogurta. Konzistencija uzoraka jogurta bila je neprihvatljiva ako su bili proizvedeni dodatkom manjih količina GDL-a (0,6 i 1%).

Uzorci koji su bili proizvedeni sa 1,5 i 2,7% GDL-a, a bez dodatka kulture, imali su karakterističnu konzistenciju za čvrsti jogurt, ali okus i aroma bili su neprihvatljivi.

Uzorci proizvedeni uz dodatak kulture i 1,5 ili 2,0% GDL-a ocijenjeni su dobro i nisu se bitno razlikovali od tradicionalno proizvedenog jogurta.

DIRECT MILK ACIDIFICATION: YOGHURT PRODUCTION

Summary

Yoghurt is the most popular and the most wide-spread fermented milk beverage.

Experts all over the world are continually engaged researching its composition, production problems and the influence of technologic processes on its quality.

Part of investigations is oriented on use of additives in view to improve products quality, to enlarge assortment or to shorten necessary duration of milk coagulation and so on.

This study was undertaken in view to research the possibility of using milk gluconodeltalactone (GDL) in yoghurt production.

In these experiments yoghurt samples were produced adding different quantities of GDL (0.6%, 1%, 1.5% and 2%) and also using milk added with technical yoghurt culture and different quantities of GDL (0.65, 1%, 1.5%, 2%). The addition of GDL took place 30 minutes after the culture. The incubation temperature was 40°C. Larger quantities of used GDL made shorter the fermentation duration. Also, shorter was the incubation duration of samples added with more GDL and more yoghurt culture.

The best organoleptic properties and shorter incubation were attained using 2% yoghurt culture with 1.5 or 2.0% of GDL.

Key words: direct milk acidification, GDL, Yoghurt.

Literatura

- ANON (1989.): Glucono-delta-lacton in cheese making, *European Dairy Magazin* 2, 61-65.
- BAYOUMI, S., REUTER, H. (1989.): The use of glucono-delta-lactone in the manufacture of yoghurt from UF milk concentrate. *Kiel Milchwirtsch. Forschungsher* 41, (3) 159-165.
- BAYOUMI, S. MADKOR S. (1988.): The use of glucono-delta-lactone (GDL) in the manufacture of Yoghurt, *Egyptian J. of Dairy Sci.* 16, (2).
- HARWALKAR, V.R., KALAB, M., EMMOUS, D. B. (1977.): Cels prepared by adding D-glucono-delta-lactone to milk at high temperature, *Milchwissenschaft* 32, (7), 400-402.
- SERPELLONI, M., LEFEVRE, P., DUSANTOIS, C.(1990.): Glucono-delta-lactone in milk ripening, *Dairy Ind. Int...* 55, (2) 36-39.

Adrese autora - Author's addresses:

Dr. Ljerka Gregurek
"Dukat" Mljekara Zagreb d.d.
Doc. dr. Ljubica Tratnik
Dipl. ing. Lovorka Milešević
Prehrambeno-biotehnološki
fakultet, Zagreb

Primljeno - Received:

1. 10. 1996.