

Bakterije mlječne kiseline roda *Streptococcus* kao čiste kulture u proizvodnji sira »Podravca«*

Mr. Vlasta POLOVIĆ, »Sirela«, Bjelovar

Izvorni znanstveni rad — Original Scientific Paper
Prispjelo: 1. 12. 1991.

UDK: 637.146.32/3.075

Sažetak

U radu je izražena mogućnost proizvodnje koncentriranih čistih kultura bakterija mlječne kiseline roda *Streptococcus* i njihove primjene u proizvodnji sira »Podravca« u »Sireli«, Bjelovar.

Uzgojene su tri različite koncentrirane kulture (A, B, C) pri pH 6,5 na dvije hranjive podloge. Proizvedene koncentrirane čiste kulture dodavane su u količini 0,2% (vol/vol), u industrijskoj proizvodnji sira »Podravca« od 6 × 10.000 litara mlijeka. Kontrolni uzorci sira proizvedeni su od iste količine mlijeka (6 × 10.000 l) cijepljenog sa 1,5% (vol/vol) proizvodne kulture.

Uzorci sira, proizvedeni primjenom koncentrirane kulture sadržali su za oko 3% više suhe tvari, a obrada grušaja trajala je oko 20 minuta manje od obrade grušaja kontrolnih uzoraka.

Uzorci sira proizvedeni primjenom koncentrirane čiste kulture postigli su nakon 40 dana zrenja bolje ocjene i postigli viši stupanj zrelosti od kontrolnih.

Natuknice: koncentrirane čiste kulture bakterija mlječne kiseline, rod *Streptococcus*, proizvodnja sira »Podravca«

Uvod

U RO »Sirela« OUR »Mlječni proizvodi« prerađuje se dnevno oko 150.000 litara mlijeka u polutvrde sireve. U tehnološkom procesu proizvodnje polutvrdih sireva najčešće se primjenjuju mezofilne bakterije mlječne kiseline, u količini 0,8—1,7%.

U industrijskoj proizvodnji sira u inozemstvu već se duže primjenjuju koncentrirane kulture. Za njihovu je pripremu potrebna manja zapremina suda, te manji utrošak radnog vremena, sirovine i energije.

Svrha je ovog rada bila: pripremiti koncentriranu smjesu *Streptococcus lactis* i primijeniti je u proizvodnji sira »Podravca«.

2. Materijal i metode rada

2.1. Materijal

Za proizvodnju sira, »Sirela«, Bjelovar otkupljuje oko 80 milijuna litara mlijeka godišnje od individualnih proizvođača s područja sedam okolnih općina. Oko 500 otkupnih stanica preuzima mlijeko, ujutro i navečer, u pravilu hladi ga do oko 4° C i ohlađeno čuva do otpreme u mljekaru. Tu se ohlađeno mlijeko čuva u silo-spremnici zapremine 100.000 litara.

* Izvod iz magistarskog rada, obranjenog na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu u Zagrebu u lipnju, 1987. godine, pod naslovom: »Streptokoki mlječno-kiselog vrenja kao starteri u proizvodnji sira »Podravca«.

Za pokusnu proizvodnju sira upotrijebljeno je 6×10.000 litara zbirnog mlijeka a isto toliko je i za kontrolnu proizvodnju. Za paralelnu proizvodnju pokusnog i kontrolnog sira korišteno je mlijeko iz istog silo-spremnika.

Za proizvodnju matičnih i proizvodnih kultura koristi se zbirno, obrano, analizirano zdravo i svježe mlijeko.

Pokusi su provedeni s tri raznovrsne liofilizirane kulture za proizvodnju polutvrdih sireva firme Chr. Hansen. U sastavu kulture se (prema deklaraciji proizvođača) nalaze slijedeći mikroorganizmi: *Streptococcus cremoris*, *Str. lactis*, *Str. diacetylactis* i *Betacoccus (Leuconostoc) cremoris*. Sojevi pojedinih vrsta i njihova količina u svakoj od tri kulture, korištene u proizvodnji Podravca, različite su, te su različite i proizvodno-tehnološke karakteristike svake. Oznake i bitne značajke kulture date su u pregledu koji slijedi:

Oznaka proizvođača — Producer's sign	CH-normal 01	CH-special 02	CHL No 44
Radna oznaka — Working sign	A	B	C
Razvoj plina (CO ₂) količine	značajne	vrlo značajne	male
Gas development (CO ₂) quantities	marked	very marked	small
Razvoj arome — količine	značajne	osrednje	male
Aroma development — Quantities	marked	moderate	small
Proteolitička aktivnost	osrednja		izražena
Proteolitic activity	moderate		expressive
°SH	32	32	30
pH	4,9	4,9	

Kemikalije upotrijebljene u pokusnoj i kontrolnoj proizvodnji sira „Podravca“ jesu:

- sterilizirana otopina NaOH (c = 5 mola/l) za neutralizaciju proizvedene mlječne kiseline, hranjive podloge i proizvoda fermentacije;
- natrijev nitrat u količini 0,2% (g/vol), dodatak mlijeku prije sirenja;
- kalcijev klorid 0,02% (g/vol), dodatak mlijeku prije sirenja;
- sirilo u prahu (Ch. Hansen) jakosti 1:100.000;
- anatto boja za bojenje sirnog tijesta;
- crvena saran-folija (PVC/PVDC) za zaštitu sira u toku zrenja.

Hranjive podloge

Za utvrđivanje broja *Streptococcus* bakterija mlječne kiseline upotrijebljeno je kao podloga hidrolizirano mlijeko agar (podloga I) (Bogdanov, 1950).

Za uzgoj koncentriranih kultura primjenjeno je kao podloga sterilizirano, rekonstituirano mlijeko (podloga II) (Kršev, 1983).

Hranjiva podloga sa slatkom sirutkom (podloga III) za uzgoj koncentriranih kultura (Bannikova, 1975).

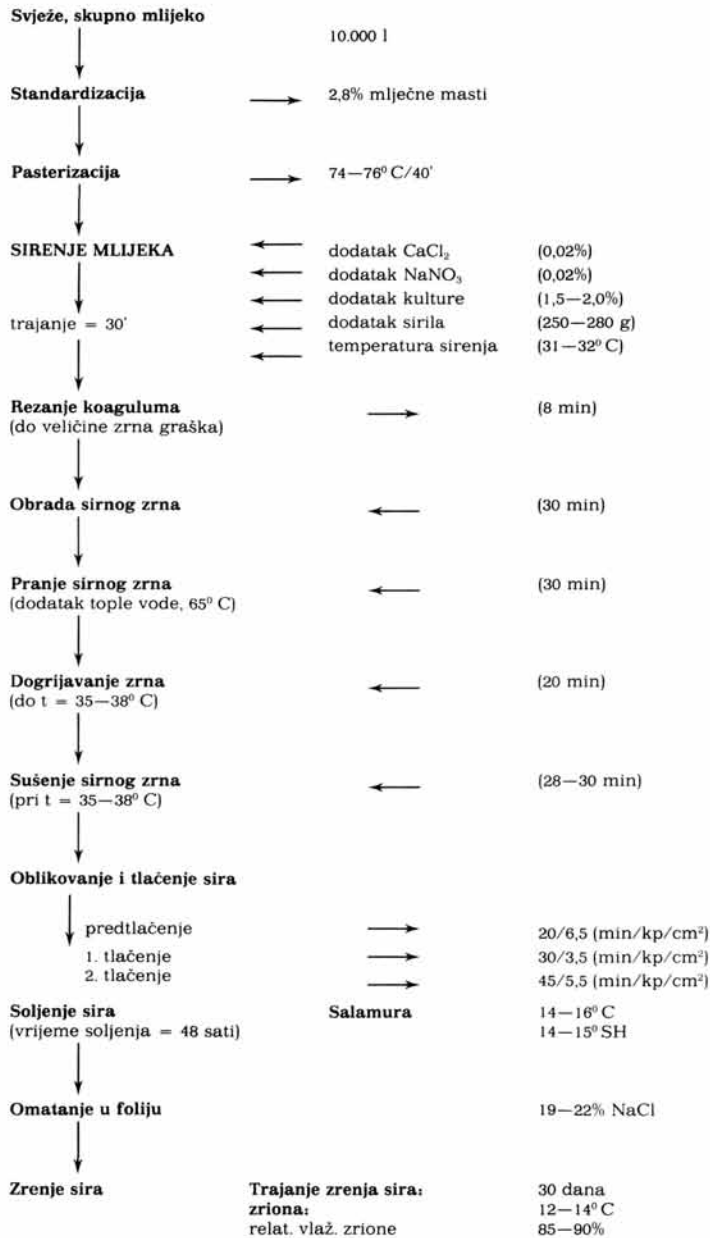
2. 2. Metode rada

Priprema matičnih kultura

Rekonstituirano sterilizirano obrano mlijeko zagrijano do 30° C nacijepi

Shema tehnološkog procesa proizvodnje »Podravca« uz primjenu proizvodne kulture

Parametri tehnološkog postupka



Slika 1. Tehnologija sira Podravca
Figure 1. Technology of »Podravac« cheese

se sa 2% (vol/vol) odabrane kulture, stare od 18 sati i sa 1×10^6 stanica u ml. Nakon završene inkubacije, kultura se hladi do 4°C i u tim uvjetima temperature čuva do upotrebe (najviše 18 sati).

Priprema proizvodne kulture (tradicionalna)

Skupno mlijeko zagrije se do 90°C i pri toj temperaturi zadržava uz miješanje 45 minuta. Nakon toga se ohladi do 30°C , nacijepi sa 2% (vol/vol) odabrane matične kulture i nakon 16 sati inkubacije hladi do 8°C . Tako ohlađena čuva se do primjene, a najviše 48 sati. U proizvodnji sira »Podravca« koristi se 1,5–2% proizvodne kulture.

Priprema koncentriranih kultura

Sterilizirana podloga II ili III zagrijana na 30°C nacijepi se pojedinačno sa 2% (vol/vol) odabrane kulture (A, B ili C), stare 18 sati sa 1×10^6 stanica u ml. Tijekom kulture u laboratorijskom fermentoru zapremine 3 litre, uz neprestano miješanje podloge i kulture održava se nepromijenjena temperatura 30°C , a pH vrijednost podešava na 6,5 dodavanjem NaOH ($c = 5 \text{ mol/l}$).

Broj živih stanica u 1 ml podloge tijekom uzgoja određivan je nacijepivanjem na čvrstu hranjivu podlogu.

Nakon završenog uzgoja tj. postizanja maksimalnog broja stanica, koncentrirana kultura se ohladi do 4°C i u tim uvjetima čuva do primjene, a najdulje 18 sati.

Fizikalno-kemijske analize

Količina suhe tvari određena je metodom sušenja uzorka (mlijeka, sira) ($102^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) do konstantne mase (Pejić i sur., 1972).

Količina masti u mlijeku određena Gerber metodom (Šipka i sur., 1975).

Količina masti u siru određena je Van Gulik metodom (Službeni list SFRJ, br. 32/83).

Određivanje gustoće provedeno je laktodenzimetrom pri $20/20^{\circ}\text{C}$ (Službeni list SFRJ, br. 32/83).

Određivanje kiselosti mlijeka i kultura provedeno je titrimetrijski Soxhlet-Henkel metodom (Pejić i sur., 1972).

Kiselost u siru određena je titrimetrijski (Službeni list SFRJ, br. 32/83).

pH vrijednost mlijeka, kultura, hranjivih podloga i sira određene su pH-metrom »Iskra« MA 5705.

Količina proteina u mlijeku određena je formol-titracijom (Šipka i sur., 1985).

Količina kuhinjske soli u siru određena je Volhard metodom (Službeni list SFRJ, 32/83).

Mikrobiološke analize

Mikrobiološke analize eksperimentalnih kultura obuhvatile su određivanje broja *Streptococcus lactis* u matičnoj kulturi i tijekom fermentacije pri proizvodnji koncentriranih kultura (A:B:C). Ukupan broj živih stanica određen je na čvrstoj hranjivoj podlozi (podloga I). Inkubacija zasijanih Petrijevih zdjelica trajala je 48 sati pri 30°C .

Organoleptičko ocjenjivanje sira

Organoleptičko ocjenjivanje s 12 uzoraka sira (6 eksperimentalnih i 6 kontrolnih) obavila je peteročlana komisija nakon 40 dana zrenja sira.

Ocjenjivanje je provedeno po tablici Pravilnika o ocjenjivanju kvalitete mlijeka i mlječnih proizvoda na Međunarodnom poljoprivrednom sajmu u Novom Sadu (1980).

3. Rezultati rada

3.1. Fizikalno-kemijske analize mlijeka

Fizikalno-kemijske karakteristike korištenog mlijeka za pokusnu i kontrolnu proizvodnju sira »Podravca« prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. Fizikalno-kemijske karakteristike mlijeka namijenjenog proizvodnji sira »Podravca«

Table 1. Physico-chemical characters of milk used in experimental and control production of »Podravac« cheese

	Min.	Max.	\bar{x}
Kiselost °SH Acidity °SH	7,0	8,2	7,6
pH-vrijednost pH-value	6,7	6,64	6,68
Gustoća Density	1,0300	1,0308	1,0302
Proteini % Proteins	2,78	3,26	3,07
Ukupna suha tvar % Total solids %	11,12	11,57	11,28
Mlječna mast % Milk fat	2,80	3,00	2,89
Suha tvar bez masti % Non fat solids	8,32	8,57	8,44

(n = 12)

Iz Tab. 1 vidljivo je da su fizikalno-kemijska svojstva mlijeka dosta varirala. Količine proteina su niže od onih koje se navode u literaturi (Petričić, 1984.), a stupanj kiselosti mlijeka je relativno visok, što se može objasniti time da su eksperimenti izvedeni ljeti.

3.2. Analize matičnih kultura

Svojstva matičnih kultura A, B i C i proizvodne kulture pripravljene iz matičnih prikazana su u Tablici 2.

Proizvedene matične kulture A, B i C nakon izvršene inkubacije ohlađene su (4 °C) i čuvane 18 sati, odnosno do korištenja za pripremu proizvodne kulture. Proizvodna se kultura nakon inkubacije (16—18 sati) hladi (8—10 °C) i čuva do primjene u proizvodnji.

Tablica 2. Svojstva matičnih i proizvodnih kultura bakterija mlječne kiseline

Table 2. Properties of lactic acid bacteria of starter cultures

Kulture bakterija mlječne kiseline Lactic acid bacteria starter cultures	Oznaka Sign	pH	°SH	Živih stanica u 1 ml No of colonies in 1 ml
Matična kultura Starter culture	A	4,42	30,4	$8,4 \times 10^6$
	B	4,53	28,6	$5,3 \times 10^6$
	C	4,53	28,4	$4,8 \times 10^6$
Proizvodna kultura Prepared starter culture	A	4,32	32,8	$6,4 \times 10^5$
	B	4,24	33,2	$3,8 \times 10^6$
	C	4,22	33,8	$4,4 \times 10^6$

3.3. Rezultati praćenja proizvodnje koncentriranih kultura bakterija mlječne kiseline A, B i C

U dijagramima 1, 2 i 3 prikazan je utjecaj različitih hranjivih podloga za uzgoj bakterija mlječne kiseline na dinamiku rasta bakterija mlječne kiseline roda *Streptococcus* iz sastava čistih kultura A, B i C.

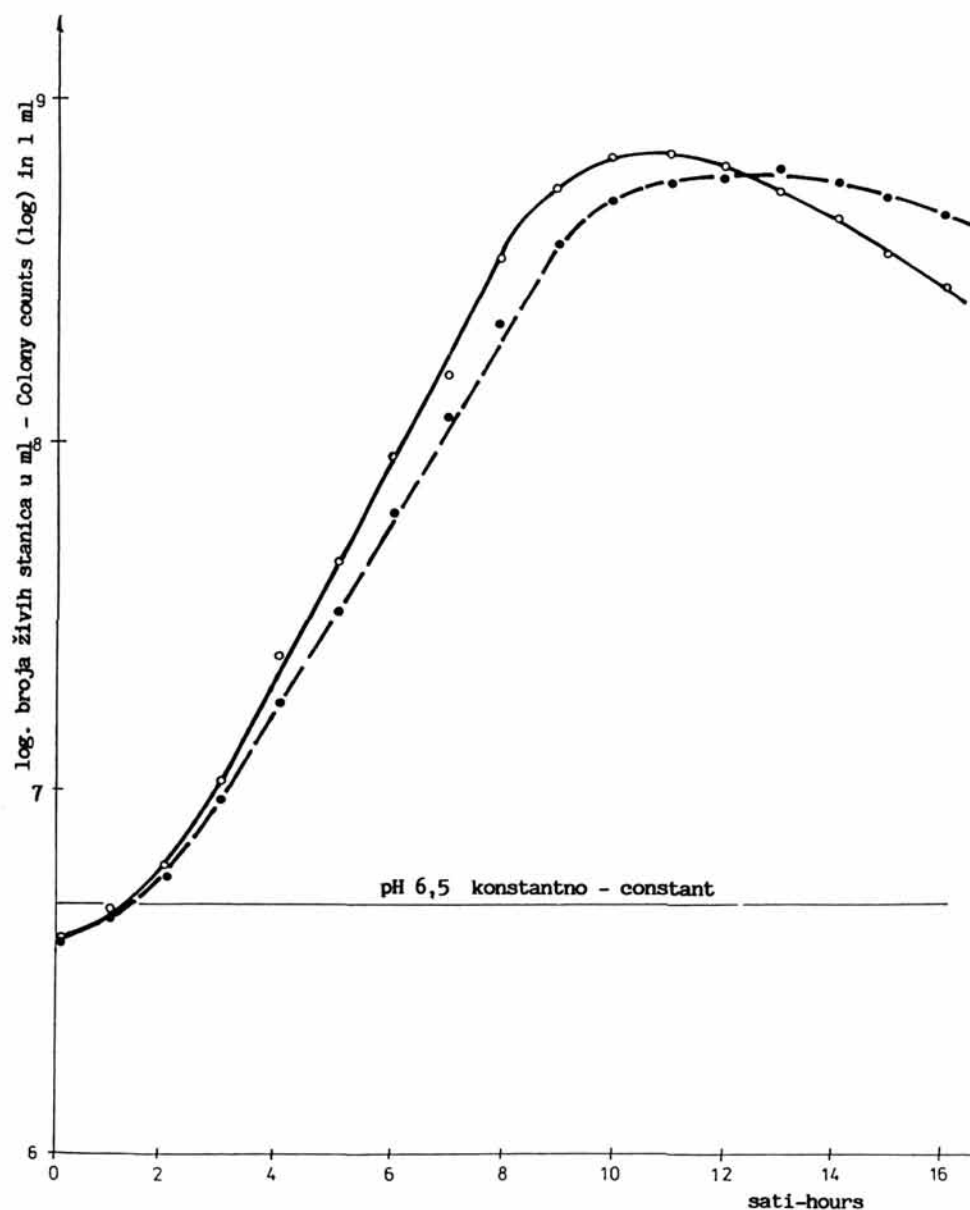
Dijagrami pokazuju da je za uzgoj kultura bolje izabrati podlogu III. Na njoj je u razdoblju od 8—9 sati određen maksimalan broj kolonija bakterija mlječne kiseline roda *Streptococcus* uzgojem kulture B na podlozi III (oko 10^6 stanica u 1 ml). Usporedbom s brojem stanica (oko 10^6 u 1 ml) koji je postignut uzgojem čiste kulture u skupnom punomasnom mlijeku — proizvodna kultura — za 10—12 sati razvije značajno veći broj stanica u 1 ml koncentrirane kulture za kraćeg trajanja uzgoja.

3.4. Rezultati praćenja proizvodnje sira »Podravca« primjenom koncentriranih kultura

Uspoređujući tehnološki postupak proizvodnje sira »Podravca« primjenom proizvodne kulture koji je u ovom radu shematski prikazan, s onim uz primjenu koncentriranih kultura, uočene su dvije osnovne razlike. Prva je u tome što je trajanje obrade gruša — s operacijama: obrada, pranje, dogrijavanje i sušenje zrna — trebalo skratiti za oko 20—30 minuta. Razlog ovog skraćivanja trajanja obrade koaguluma (gruša) bilo je značajno brže zakiseljavanje koaguluma, proizvedenog primjenom koncentriranih kultura. Druga je osnovna razlika u tom što je značajno smanjen ukupni dodatak kulture (na 0,2%) u usporedbi s potrebnom količinom kulture (1,5—2%). Spomenute razlike povoljno utječu na ekonomiku procesa.

3.5. Fizikalno-kemijski sastav sira »Podravca«

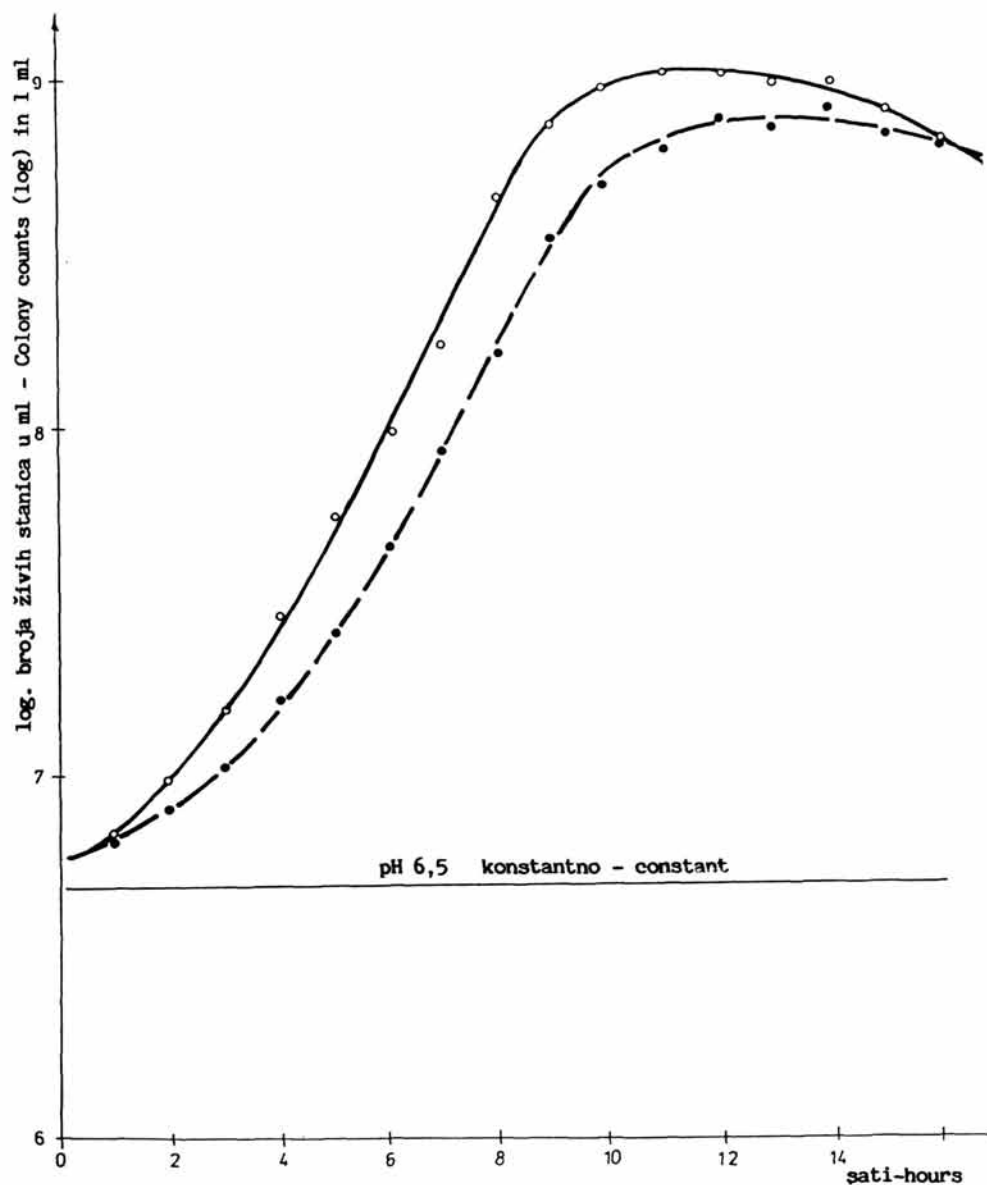
U Tablici 3. prikazani su prosječni rezultati analiza 6 uzoraka sira »Podravca« iz pokusne proizvodnje (primjenom koncentriranih kultura i 6 uzoraka iz kontrolne proizvodnje (primjenom proizvodne kulture) nakon izvršenog



Dijagram 1. Utjecaj hranjivih podloga II i III na uzgoj bakterija mlječne kiseline *Streptococcus* iz sastava čiste kulture A

Diagram 1. Influence of culture media II and III on growth of lactic acid *Streptococcus* from starter culture A

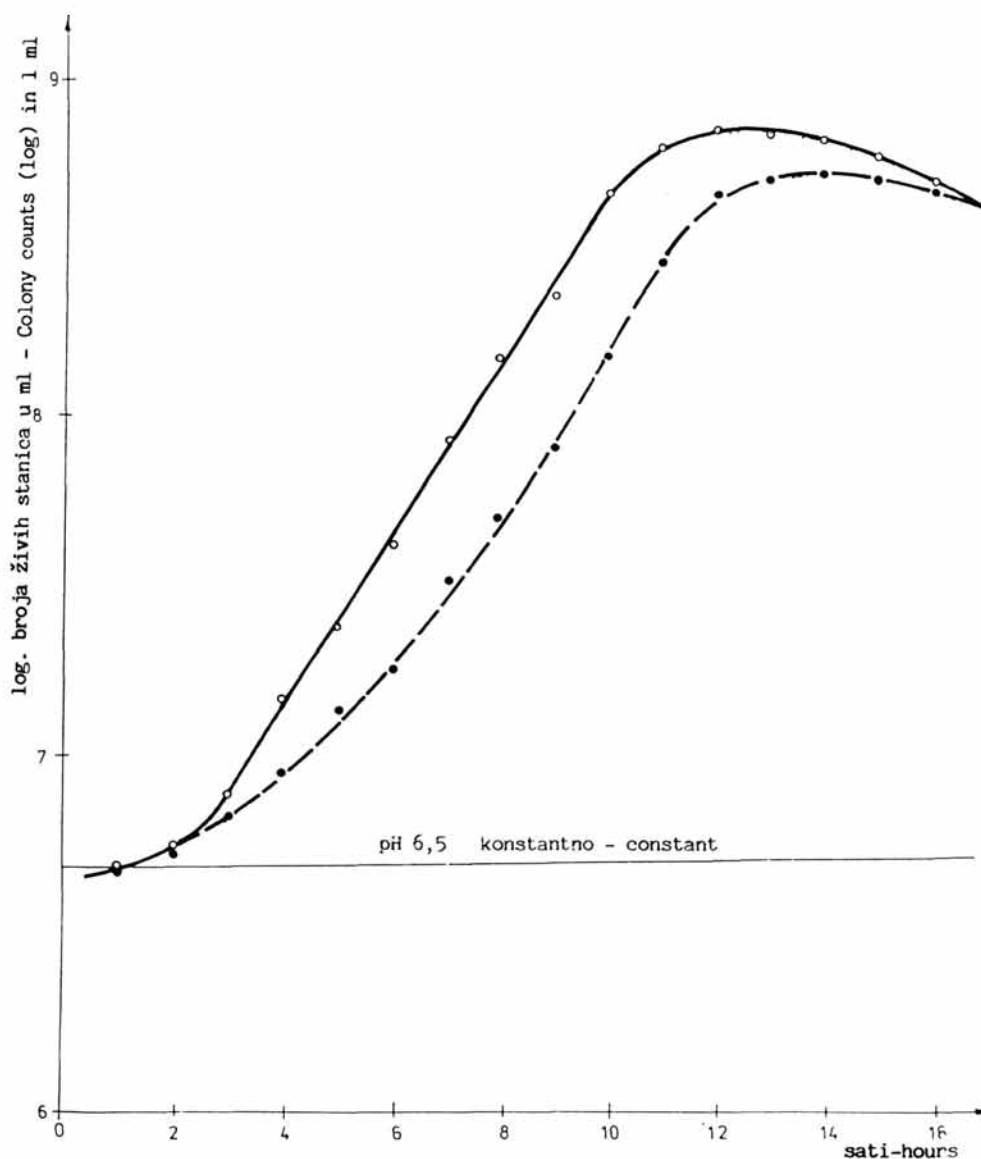
- • — • — Rast bakterija mlječne kiseline *Streptococcus* na hranjivoj podlozi II
Growth of lactic acid *Streptococcus* on culture medium II
- ○ — ○ — Rast bakterija mlječne kiseline *Streptococcus* na hranjivoj podlozi III
Growth of lactic acid *Streptococcus* on culture medium III



Dijagram 2. Utjecaj hranjivih podloga II i III na uzgoj bakterija mlječne kiseline *Streptococcus* u sastavu čiste kulture B

Diagram 2. Influence of culture media II and III on growth of lactic acid *Streptococcus* from starter culture B

- Rast bakterija mlječne kiseline *Streptococcus* na hranjivoj podlozi II
Growth of lactic acid *Streptococcus* on culture medium II
- Rast bakterija mlječne kiseline *Streptococcus* na hranjivoj podlozi III
Growth of lactic acid *Streptococcus* on culture medium III



Dijagram 3. Utjecaj hranjivih podloga II i III na uzgoj bakterija mlječne kiseline *Streptococcus* u sastavu kulture C

Diagram 3. Influence of culture media II and III on growth of lactic acid *Streptococcus* from starter culture C

- • — • — Rast bakterija mlječne kiseline *Streptococcus* na hranjivoj podlozi II
Growth of lactic acid *Streptococcus* on culture medium II
- ○ — ○ — Rast bakterija mlječne kiseline *Streptococcus* na hranjivoj podlozi III
Growth of lactic acid *Streptococcus* on culture medium III

Tablica 3. Usporedni prikaz prosječnog sastava pokusnih (konc. kulture) i kontrolnih (proizvodna kultura) uzoraka sira
 »Podravca.«
 Table 3. Parallel survey of average composition of experimental (concentrate culture) and control (prepared starter culture)
 »Podravec«-cheese samples.

	Pokusni sirevi (n = 6) Experimental cheeses				Kontrolni sirevi (n = 6) Control cheeses			
	Nakon soljenja	Nakon 15 dana zrenja	Nakon 30 dana zrenja	Nakon 40 dana zrenja	Nakon soljenja	Nakon 15 dana zrenja	Nakon 30 dana zrenja	Nakon 40 dana zrenja
Suha tvar % Total solids	57,2	57,5	58,2	58,8	54,3	54,5	54,9	55,4
Mast u suhoj tvari % Fat in total solids	46,4	46,25	45,75	45,4	48,35	48,0	47,75	47,4
°SH	67,3	73,9	73,0	65,2	55,0	58,4	57,8	55,4
pH	5,26	5,22	5,21	5,32	5,33	5,28	5,40	5,44
NaCl%	—	1,39	1,39	1,40	—	1,49	1,49	1,49

soljenja i zatim 15, 30 i 40-og dana zrenja.

Iz Tablice je vidljivo da je količina suhe tvari u pokusnim sirevima oko 3% veća nego u kontrolnim. Također se zapaža značajno brža promjena aktivne kiseline odnosno titracijske kiseline uzoraka proizvedenih koncentriranim kulturama (pokusni uzorci) od početka zrenja do 30 dana.

3.6. Rezultati organoleptičkog ocjenjivanja sira

U Tablici 4. prikazani su rezultati organoleptičkog ocjenjivanja uzoraka sira.

Tablica 4. Rezultati organoleptičkog ocjenjivanja uzorka sira
Table 4. Results of sensory evaluation of cheese samples

n = 12

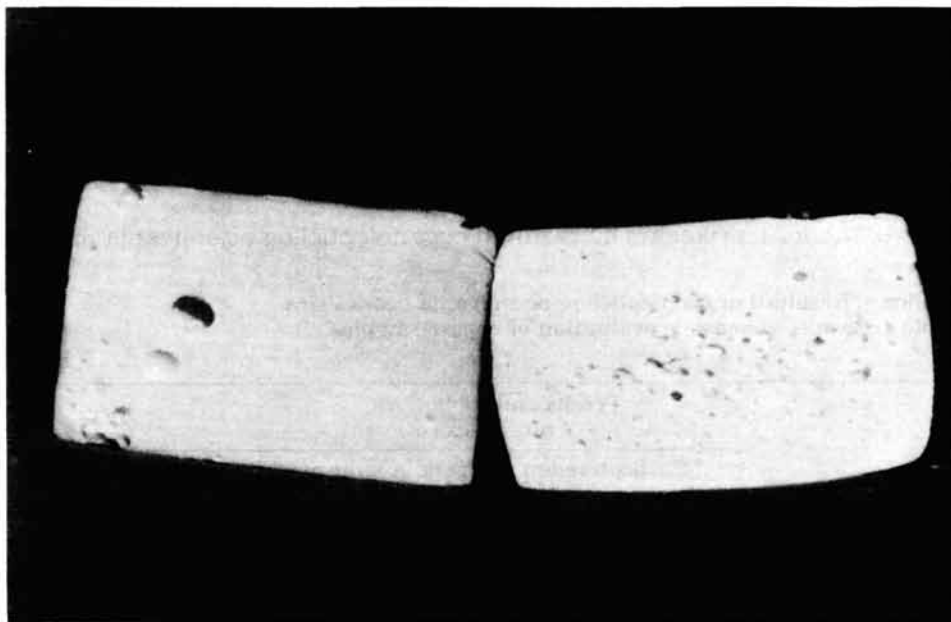
	Prosječan broj bodova Average score			Kontrolni uzorci sira Control cheese samples (n = 6)
	Sir proizveden primjenom kulture Cheese produced using starter culture			
	A (n = 2)	B (n = 2)	C (n = 2)	
Vanjski izgled Outward appearance	2	2	1,5	2
Boja Colour	1	0,5	0,5	0,5
Konzistencija Consistency	2	2	2	1,5
Presjek Cut through	3	3,5	4	3
Miris Odour	2	2	2	1,5
Okus Aroma	7,5	8	8	6,5
Ukupno Total	17,5	18,0	18,0	15,0

Iz tablice je vidljivo da su svi pokusni uzorci bili bolje ocijenjeni (17,5–18 bodova) od kontrolnih (15,0) i po tome se mogu svrstati u I klasu, a kontrolni u II klasu. Okus, miris, konzistencija i slika na presjeku pokusnih sireva povoljnije su ocijenjeni nego kontrolni, pa se je to odrazilo i na ukupnu ocjenu.

Priložene fotografije 1, 2 i 3 su snimci uzoraka sira »Podravca«, proizvedenog primjenom proizvodne kulture (desno).

4. Rasprava

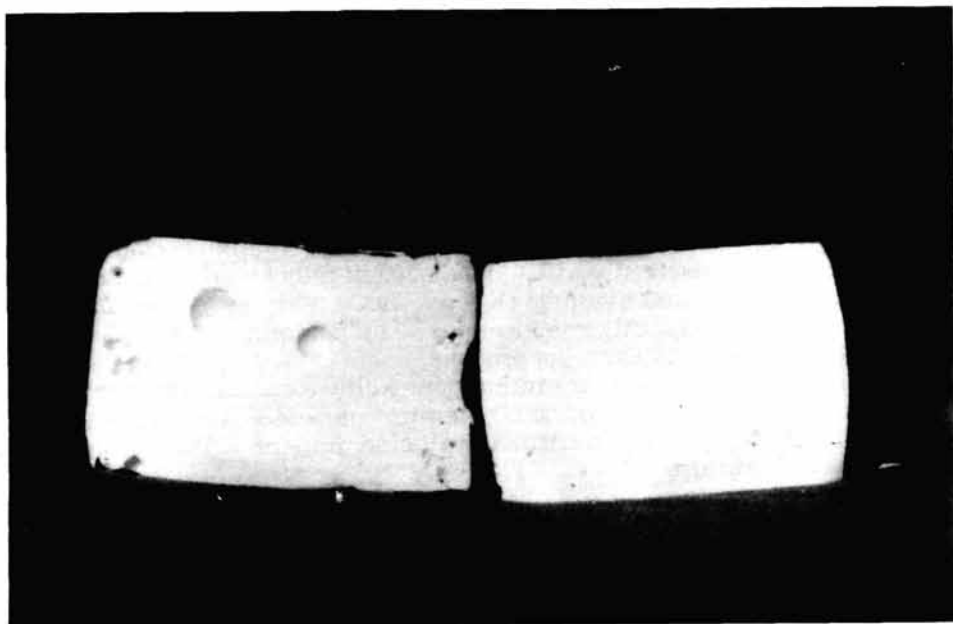
Tehnološki postupak proizvodnje sira »Podravca« kombinacija je tehnologije sira trapista i sira edamca s nekim specifičnostima tradicionalne, tj. autotone proizvodnje polutvrđih sireva na bjelovarskom području.



Slika 1



Slika 2



Slika 3

Prema podacima Kirina (1984) »Podravec« zauzima značajno mjesto u proizvodnom programu »Sirele«, Bjelovar.

Tehnološki postupak koji se primjenjuje u proizvodnji sira »Podravca« kombinacija je tehnoloških postupaka trapista i edamca, te se ovaj sir svojim karakteristikama svrstava u grupu polutvrdih sireva, a količinom masti u suhoj tvari sira (minimum 45%) među masne sireve (Službeni list SFRJ, br. 51/82.).

Mlijeko od kojeg je proizveden pokusni i kontrolni sir »Podravec« bilo je nešto veće kiselosti (7,6°SH) od one koja se preporuča za proizvodnju ove vrste sira (Scott, 1981, Eck 1984.). Povišene kiselosti mlijeka vjerojatno su posljedica visokih dnevnih temperatura, kojima je mlijeko bilo izloženo, pa su istraživanja provedena u ljetnom razdoblju.

Količina suhe tvari bez masti u mlijeku za proizvodnju sira iznosila je u prosjeku 8,44, što je niže od prosjeka (8,5%) koji se navodi u literaturi (Petričić, 1984; Vujičić 1985).

Količina proteina u mlijeku je varirala i općenito je niža od one koja se navodi u literaturi kao uobičajeni prosjek za kravlje mlijeko (Petričić, 1984). Nešto manje proteina i suhe tvari u mlijeku može se pripisati načinu ishrane stoke, odnosno specifičnosti otkupnog područja.

Osnovnu ulogu u određivanju osobitosti sira imaju mikroorganizmi (Burgos i sur. 1979). Važno je napomenuti da se danas, u doba automatizacije i kontinuirane proizvodnje u proizvodnji različitih vrsta sireva veoma često koriste mljekarske kulture istog mikrobiološkog sastava (Kršev, 1983.), pa se sirevi organoleptički gotovo i ne razlikuju.

Za uobičajenu proizvodnju sira »Podravca« koristi se proizvodna kultura pripremljena od tri, sastavom različite kulture (A, B i C), koje se biraju prema godišnjem dobu i dugogodišnjem iskustvu proizvođača sira (Proizvođačka specifikacija za sir »Podravec«, interni propis, 1976).

Za pripremu proizvodne i koncentriranih kultura korištena je matična kultura čija je kiselost nakon 12 sati fermentacije bila 28,4 do 30,4 °SH. Prema uputi proizvođača (Prospekt — Hansen, 1985) mlijeko koje se nacijepi kulturom A, B ili C treba nakon 6 sati inkubacije (30 °C) i dodatka 1,5% cjepiva postići kiselost 32 °SH. Ako se za gotovo dvostruko dulje trajanje fermentacije postigne niži stupanj kiselosti uzrok tome može biti mlijeko koje zbog sezonskih ili regionalnih promjena kvalitete (Kršev, 1983.) oskudijeva tvarima potrebnim za razvoj bakterija mlječne kiseline. Tome pridonosi i termička obrada mlijeka, obavezna u industrijskoj praksi.

Broj mikroorganizama u 1 ml matične kulture nakon završene fermentacije je u redu veličine 10^6 , koji se i u literaturi najčešće navodi (Alais, 1974., Veisseyre, 1979.) kao karakteristika kvalitetne matične kulture za proizvodnju proizvodne kulture.

Proizvodna kultura pripremljena cijepljenjem matične kulture u termički obrađeno, punomasno, skupno mlijeko nakon 16—18 sati fermentacije dostiglo je kiselost od 32,8—33,8 °SH i 10^5 do 10^6 mikroorganizama u 1 ml, što se u industrijskoj praksi proizvodnje ovih vrsta sireva (Scott, 1981) ocjenjuje kao kvalitetna proizvodna kultura.

Posljednjih 10 godina u svijetu se sve više u proizvodnji fermentiranih mlječnih proizvoda i sireva koriste koncentrirane matične kulture za pripremu proizvodne kulture i zatim, posljednje tri godine, za direktno naciepljivanje mlijeka za proizvodnju fermentiranih proizvoda i sireva (Rymaszewski i sur., 1971; Lagoda i sur. 1978; Mietton, 1978; Petričić, 1984; Eck, 1984).

Navedeni radovi bili su poticaj za primjenu koncentriranih kultura, te ocjenu mogućnosti njihove proizvodnje i primjene u svakodnevnoj proizvodnji sira »Podravca«.

Za pripremu koncentriranih kultura A, B i C provjerene su dvije hranjive podloge: podloga s rekonstituiranim obranim mlijekom u prahu, uz dodatak 1% ekstrakta kvasca (Kondratenko i sur. 1978, Kršev, 1983.) (podloga II), te podloge sa slatkom sirutkom (90%) i hidroliziranim mlijekom, (10%) uz dodatak natrijeva citrata i manganova sulfata (podloga III) (Bannikova, 1975).

Rezultati upućuju na zaključak da je bolje koristiti podlogu III, jer je maksimalan broj mikroorganizama kulture (10^9 /ml) postignut u najkraćem trajanju fermentacije (8—9 sati), tj. na kraju logaritamske faze rasta.

U literaturi ima podataka (Bannikova, 1975.) da je sastav podloge korištene u ovom radu, najprikladniji za uzgoj koncentriranih sirarskih kultura, jer je, prema navodima autora nakon 15 sati fermentacije u koncentratu kulture utvrđeno $5,5 \times 10^9$ mikroorganizama u ml. Uzgojem kultura A, B i C u podlozi istog sastava i pri konstantnom pH 6,5 utvrđenom je u koncentratima kulture slijedeći broj mikroorganizama: kultura A, nakon 10—11 sati fermentacije $4,9 \times 10^8$ stanica u ml; kultura B nakon 10 sati inkubacije $1,12 \times 10^9$ stanica, a kultura C nakon 12 sati inkubacije $5,2 \times 10^8$ stanica u ml.

I podloga II može se koristiti za uzgoj koncentriranih kultura (A, B, C) jer je maksimalan broj mikroorganizama u ml koncentriranih kultura na podlozi II, nakon duže inkubacije bio manji nego na podlozi III. Na podlozi II kultura A sadržala je nakon 13 sati $4,2 \times 10^8$ stanica u ml, kultura B nakon 12 sati $5,7 \times 10^8$ stanica u ml, a kultura C nakon 14 sati inkubacije $3,2 \times 10^8$ stanica u ml.

Usporedni rezultati broja mikroorganizama u proizvodnoj kulturi i koncentriranim kulturama pokazuju da je u koncentriranim kulturama (A, B, C) broj mikroorganizama oko 100 puta veći, što se slaže s podacima koje navodi Bannikova (1975).

Za proizvodnju sira uobičajeno je koristiti 1,5—2% proizvodne kulture (Scott, 1981), dok je količinu koncentriranih kultura, zbog velikog broja bakterija potrebno smanjiti (Bannikova, 1975; Belova i sur. 1973). U toku ovog rada i u više prethodnih pokusnih proizvodnji utvrđeno je da je za proizvodnju sira »Podravca« potrebno dodati 0,2% koncentriranih kultura.

Rezultati praćenja tehnološkog postupka proizvodnje sira »Podravca« slažu se s rezultatima Rymaszevski (1971) i Mietton (1978) u odnosu na brže zakiseljavanje sirnog tijesta. Zbog toga je bilo potrebno skratiti trajanje obrade koaguluma u proizvodnji »Podravca« za više od 30 minuta (od 148 na 113 min) primjenom sve tri vrste kultura.

Ostali parametri u tehnološkom procesu proizvodnje sira »Podravca« primjenom koncentriranih kultura bili su isti kao i u procesu uz primjenu proizvodne kulture.

Usporedni rezultati istraživanja fizikalno-kemijskog sastava sira »Podravca« nakon soljenja i 40 dana zrenja pokazuju da je u eksperimentalnim uzorcima sira, proizvedenim primjenom koncentriranom kulturom, udio suhe tvari za oko 3% veći nego u kontrolnim proizvedenim primjenom proizvodne kulture.

Budući da veći udio suhe tvari u siru nije ekonomski povoljan za proizvođača, bit će potrebno narednim istraživanjima razriješiti promjenu nekih proizvodnih parametara — kao što je manji dodatak čjepiva, skraćeno trajanje obrade koaguluma i dr. — u cilju pronalaženja optimalnog rješenja.

Za sve se uzorke sira — eksperimentalne i kontrolne — utvrdilo da se tijekom zrenja smanjuje postotak suhe tvari sira (za 1—2%) i masti u suhoj tvari sira. Do sličnih su zapažanja došli i drugi autori (Taboršak i sur., 1985).

Rezultati analiza pokazuju da primjena koncentriranih kultura nije imala značajnije utjecaje na razvoj kiselosti sira i količinu soli u njemu.

Rezultati organoleptičkog ocjenjivanja pokazuju da su sirevi, proizvedeni primjenom koncentriranih kultura bili ocijenjeni kao I klasa, dok se u II klasu svrstavaju uzorci proizvedeni primjenom proizvodne kulture. I rezultati istraživanja Kirina (1984) potvrđuju da se sir »Podravec«, proizveden primjenom proizvodne kulture svrstava uglavnom u II klasu.

Pri ocjenjivanju značajno je bolje ocijenjen okus i miris eksperimentalnih sireva, a nešto bolje i njihova slika u presjeku — u usporedbi s kontrolnim uzorcima.

Da je za proizvodnju polutvrdih sireva povoljno koristiti koncentrirane kulture potvrđuju rezultati Rousseaux i sur. (1968) Rymaszevski i sur. (1971), prema kojima je primjenom koncentriranih kultura za proizvodnju sira moguće koristiti i mlijeko koje nije idealne kvalitete, a pri tom proizvesti sir zadovoljavajuće organoleptičke kvalitete.

Osim povoljnih rezultata organoleptičkog ocjenjivanja i priloženih fotografija, snimljenih 40-og dana zrenja, potvrđuju da se primjenom koncentriranih kultura postižu sirevi značajno boljeg presjeka od kontrolnih.

Sudeći po konzistenciji i boji tijesta proces zrenja eksperimentalnih sireva odvijao se brže nego kod kontrolnih, što potvrđuje i Rymaszewski i sur. (1971).

Praćenje trajanja izrade sira i značajno manji postotak dodane kulture uz mogućnost skraćivanja trajanja zrenja sira značajne su uštede, koje se mogu postići u proizvodnji sira »Podravca« primjenom koncentriranih kultura.

Za proizvođača će biti posebno značajno da se eksperiment nastavi u cilju utvrđivanja mogućih skraćivanja sazrijevanja sireva proizvedenih primjenom koncentriranih kultura u odnosu na klasičan način proizvodnje.

5. Zaključci

Na osnovi istraživanja i rezultata koji su obuhvaćeni ovim radom može se zaključiti slijedeće:

1. Za uzgoj koncentriranih sirarskih kultura (A, B i C) u proizvodnji sira Podravca najbolja je podloga III. Kultura B postigla je na toj podlozi $1,12 \times 10^9$ bakterija u ml.
2. Za proizvodnju sira Podravca primjenom koncentriranih kultura potrebno je dodati 0,2% koncentrirane kulture (A, B, C) u mlijeko za sirenje.
3. Fizikalno-kemijska analiza sira pokazala je da sir Podravec proizveden primjenom koncentriranih kultura sadrži veći udio suhe tvari u odnosu na klasično proizvedeni sir, što je ekonomski neopravdano.
4. Potrebno je istražiti mogućnost proizvodnje sira Podravca primjenom koncentriranih kultura s onolikim postotkom suhe tvari koliki propisuje Pravilnik za ovu vrstu sira.
5. Organoleptička ocjena sira proizvedenog primjenom koncentriranih kultura svrstava proizveden sir u I klasu, dok je klasično proizveden sir svrstan u II klasu.
6. Sir proizveden primjenom koncentrirane kulture značajno je zreliji od klasično proizvedenog sira.
7. Znatno manji dodatak kulture i skraćivanje potrebnog trajanja proizvodnje sira primjenom koncentrirane kulture ekonomski su značajni za proizvodnu radnu organizaciju.
8. Istraživanja primjene koncentrirane kulture bakterija u proizvodnji sira Podravca izvedena su u industrijskim razmjerima, pa su i rezultati industrijski primjenjivi.

LACTIC-ACID BACTERIA OF GENUS STREPTOCOCCUS AS STARTER CULTURES IN PRODUCTION OF »PODRAVEC« CHEESE

Summary

*The study is relative to the possibility of production concentrated lactic acid bacteria starter cultures of genus **Streptococcus** and their use in »Podravec« cheesemaking at »Sirela« Bjelovar.*

Three different concentrated starter cultures (A, B, C) were cultivated using two culture media of pH value 6.5. Addition of 0.2 per cent (vol/vol) of concentrated starter culture was used in industrial cheese production processing 6 × 10.000 litres of milk. Control cheese samples were made processing the same quantity (6 × 10.000 l) of milk inoculated with 1.5 per cent (vol/vol) of starter culture.

Cheese samples produced using concentrated starter cultures contained more total solids (about 3 per cent) and curd treatment was about 20 minutes shorter than curd treatment of control samples.

Cheese samples produced using concentrated starter cultures during sensory evaluation, after 40 days of ripening, gained better score and attained higher degree of ripeness than control cheese samples.

Additional index words: Concentrated Lactic — acid, bacteria starter cultures, Genus *Streptococcus*, »Podravec« cheese production

Literatura

- ALAIS, Ch. (1974): Science du lait, 3 Edition, Publicite SEP., Paris.
- BANNIKOVA, L. A. (1975): Selekcija mlječno-kiselih bakterija i njihova primjena u mljekarskoj industriji, **Piščevaja promislennost**, Moskva.
- BELOVAN, G. A., KLIMOVSKI, I. I., KRAŠENININ, P. (1973): **Moločnaja promislennost**, 11, 4—8.
- BOGDANOV, V. (1950): Mikrobiologija, XIX, 2, 147—151.
- BURGOS, J., ORDONEZY, A. (1977): **Le lait**, 57, 565—566, 278—286.
- ECK, A. (1984): **Le fromage**, Laveisier, Paris.
- LAGODA, I. V., BANNIKOVA, L. A. (1978): **Moločnaja promislennost**, 11, 12—15.
- KIRIN, S. (1984): Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- KONDVATENSKO, M. S., KONDAREVA, S. Z. (1978): XX^{ee} Cong. Inter. de laiterie (F), 587—588.
- KRŠEV, Lj. (1983): **Prehrambeno-tehnol. rev.** 7, 21, (3), 103—106.
- MIETTON, B., HARRY, C., PERNODET, G., TINGUELY, F. (1978): **Revue laitiere française**, 363, 161—168.
- PEJIĆ, O., ĐORĐEVIĆ, J. (1972): Mlekarski praktikum, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
- PETRIČIĆ, A. (1984): Konzumno i fermentirano mlijeko, Udruženje mljekarskih radnika Hrvatske, Zagreb.
- Pravilnik o kvaliteti mleka i mlečnih proizvoda sirila i čistih kultura, Službeni list SFRJ, 51/82.
- Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka, te metodama kemijskih i fizikalnih analiza mleka i mlečnih proizvoda, Službeni list SFRJ, 32/1983.
- Pravilnik o ocenjivanju kvalitete mleka i mlečnih proizvoda na Međunarodnom poljoprivrednom sajmu u Novom Sadu, Novi Sad, 1980.
- Proizvođačka specifikacija za sir »Podravec« Interni propis, 1976.
- RANSSEAUX, P., VASSAL, L., VALLES, E., AUCLAIR, J., MOCQUOT, G. (1968): **Le lait**, 48, 475—476, 241—254.
- RYMASZEWSKI, J., POZNANSKI, S., MAGINSKA, Cz. (1971): **Le lait**, 51 501—502, 23—33.
- SCOTT, R. (1981): Cheesemaking practice, Applied science publishers LTD, London.
- ŠIPKA, M., MILJKOVIĆ, Višeslava (1975): Metode pregleda mleka i mlečnih proizvoda, Naučna knjiga, Beograd.
- TABORŠAK, N., STOJAK, LJ., LEŠIĆ, LJ., KOLUDROVIĆ, B., BAŠIĆ, V., PAVLEK, J. (1985): **Mljekarstvo**, 35, 1, 1—32.
- VEISSEYRE, R. (1979): Technologie du lait, La Maison rustique, Paris.
- VUJIČIĆ, I (1985): Mljekarstvo, I dio, Naučna knjiga, Beograd.