

PROIZVODNJA KISELO-MLEČNIH PROIZVODA SA MASLAČNOM KULTUROM*

Prof. dr. Jovan ĐORĐEVIĆ, dr. Dragoslava MIŠIĆ, mr. Dušica PETROVIĆ,
Ognjen MAČEJ, dipl. inž., K. VUJIČIĆ, Poljoprivredni fakultet, Zemun

Proizvodnja kiselomlečnih proizvoda je u stalnom porastu u svetu i u nas. U našoj zemlji od kiselomlečnih proizvoda najviše se proizvode jogurt i kiselomleko koji su zbog duge tradicije u ishrani i stvorenih navika masovno prihvaćeni. U njihovoj proizvodnji kao čiste kulture koriste se termofilne mlečno-kiselinske bakterije *S. thermophilus* i *L. bulgaricus*. Kiselomlečni proizvodi, kao kefir, acidofilno mleko i drugi su neznatno zastupljeni u našoj zemlji.

Obzirom na mogućnosti primene različitih vrsta i sojeva mlečno-kiselinskih bakterija, kombinacije biocenotskih odnosa i temperatura i modifikacije tehnoloških postupaka — u oblasti proizvodnje kiselomlečnih proizvoda postoje uslovi za široko polje rada za naučne radnike više profila i stručnjake tehnologe. Ove mogućnosti mogu se uspešno iskoristiti u smislu usavršavanja tehnologije proizvodnje, iznalaženja novih tehnoloških rešenja, poboljšanja kvaliteta kao i proširenja asortimana kiselomlečnih proizvoda. Sa aspekta proširenja asortimana pristup je najkonkretnije moguć u primeni novih kultura, što istovremeno uslovljava prilagođavanje tehnoloških postupaka, temperatura inkubacije, parametara kontrole i drugih faktora proizvodnje. Imajući u vidu značaj ove problematike i interes za proširenjem asortimana išli smo na primenu maslačnih kultura u kombinacijama temperatura inkubacije i mikroorganizama kako bi se dobio nov kiselomlečni proizvod s dobrim organoleptičkim osobinama, čija bi tehnologija izrade bila prihvatljiva za mlekarstvu industriju a ne bi iziskivala posebna ulaganja u opremu. Osim toga, cilj je bio da se primenom maslačnih i kombinovanih kultura mikroorganizama prouče mogućnosti vremenskog skraćivanja tehnološkog procesa proizvodnje kiselomlečnog proizvoda, što bi sa organizacionog i ekonomskog stanovišta bilo od interesa za našu mlekarstvu industriju.

Materijal i metode rada

U izradi kiselomlečnog proizvoda korišćene su dve različite maslačne kulture u pogledu sastava mikroorganizama. U radu se osim toga išlo i na kombinovano korišćenje maslačnih kultura sa čistom kulturom *S. thermophilus* kako bi se skratilo vreme inkubacije, povećala kiselost i postigla bolja konzistencija proizvoda. Kulture su dobavljene od Instituta za mlekarstvo u Beogradu i Zavoda za mikrobiologiju Poljoprivrednog fakulteta u Zemun, a eksperimentalni ogledi izvedeni u Odelenju za tehnologiju mleka istog Fakulteta.

U izradi kiselomlečnih proizvoda fermentacija sa maslačnim kulturama je obavljena na 30°C jer su naša uporedna ispitivanja (Đorđević i dr. 1980), na 22 i 30°C prethodno pokazala da se na temperaturi inkubacije 30°C dobija kiselomlečni proizvod odgovarajuće arome, ukusa i konzistencije, a znatno skraćuje vreme fermentacije. U grupama oglada sa kombinovanim kulturama,

* Referat održan na XX Seminaru za mljekarsku industriju, 10—12. 2. 1982., u Zagrebu.

pri naknadnom dodavanju čiste kulture *S. thermophilus* u jednom slučaju fermentacija se do kraja izvodila na 30°C a u drugom, temperatura je povišena na 40°C.

Kiselo-mlečni proizvodi su pakovani u plastične čaše od 200 ml u kojima se obavlja fermentacija.

Za kiselo-mlečne proizvode korišćeno je pasterizovano mleko standardizovano na 3,2% mlečne masti i naknadno termički obrađeno na 95°C u toku 5—10 min. Pri izradi kiselo-mlečnih proizvoda dodavano je mleku 4% maslačne kulture, a pri kombinovanom delovanju mikroorganizama još naknadno dodato 1% čiste kulture *S. thermophilus*.

Aktivnost maslačnih kultura ispitivana je kvalitativnim testom na izdvajanje diacetila. Na 2 ml kulture dodato je malo kreatina u prahu (na vrhu noža) i uzorak promešan sa istom količinom 40% rastvora kalijum hidroksida (KOH). Prisustvo diacetila ocenjivano je upoređivanjem prema vremenu pojave i intenzitetu boje, od svetlo ružičaste do crvenkaste boje vina.

U postavljenim ogledima obuhvaćena su sledeća ispitivanja. Određeni su sastav i osobine mleka namenjenog izradi kiselo-mlečnih proizvoda. Sadržaj masti u mleku određen je po Gerber-u, procenat suve materije direktnom metodom sušenja na 105°C, gustina laktodenzimetrom, viskozitet po Höppler-u, titraciona kiselost po Thörner-u, aktivna kiselost pehametrom sa staklenom elektrodom. U toku fermentacije praćeno je povećanje titracione i aktivne kiselosti kako bi se ocenio intenzitet fermentacije i njeno trajanje pri primeni različitih temperatura i kultura mikroorganizama. Sledećeg dana, posle završene proizvodnje i hlađenja, izvršeno je organoleptičko ocenjivanje kiselo-mlečnih proizvoda.

Rezultati istraživanja

Obzirom da se kod proizvodnje kiselo-mlečnih proizvoda obraća velika pažnja na sastav i osobine mleka, navešćemo podatke prosečnih vrednosti koje se odnose na mleko koje je korišćeno u ispitivanjima.

Tabela 1

Prosečan hemijski sastav i fizičke osobine mleka

Mleko	Kiselost u °T	Ukupna suva mat. %	Mast %	Suva mat. bez masti %	Gustina	Viskozitet u Ps
Paster. mleko	17	11,64	3,20	8,44	1,032	0,0144
Kuvano mleko	16,5	12,70	3,40	9,30	—	0,0155

Podaci pokazuju da je prosečni sadržaj suve materije bez masti u pasterizovanom mleku bio ispod granice predviđene Pravilnikom o kvalitetu mleka i proizvoda od mleka... (8,5% suve materije bez masti), što je inače čest slučaj sa konzumnim mlekom koje distribuiraju mlekare, dok su ostali pokazatelji kvaliteta mleka bili zadovoljavajući.

Kuvanjem mleka, usled isparavanja vode, znatno se povećala suva materija mleka, ukupna na 12,70% i suva materija bez masti na 9,30% i tako termički obrađeno mleko bilo podesno za izradu kiselo-mlečnih proizvoda.

Dinamika kiselosti u toku fermentacije sa maslačnim i kombinovanim kulturama

U toku fermentacije titraciona kiselost je merena po isteku svakog časa.

Podaci u tabeli 2 pokazuju dinamiku kiselosti u toku inkubacije mleka koja je obavljena na temperaturi 30°C s dve maslačne kulture koje su bile sledećeg sastava: kultura 1 *S. lactis*, *S. cremoris* i *S. diacetylactis*; kultura 2 *S. lactis* i *S. cremoris*. U tabeli 2 i dijagramu 1 prikazane su prosečne vrednosti podataka koje su dobijene na osnovu rezultata više ponovljenih ogleda.

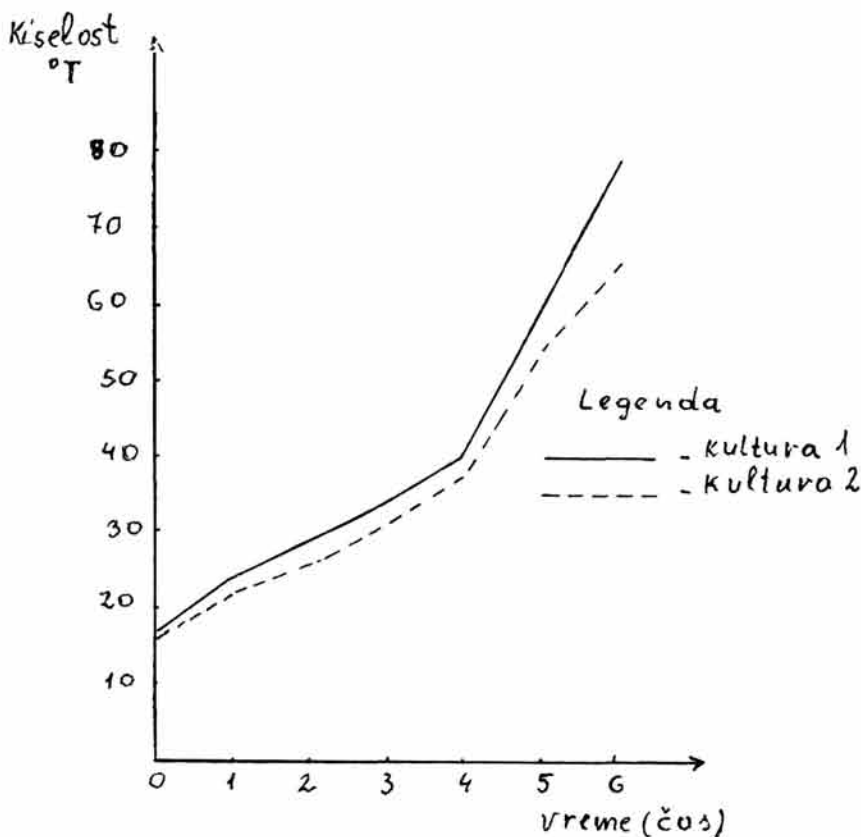
Tabela 2

Dinamika kiselosti u toku fermentacije sa različitim maslačnim kulturama na temperaturi 30°C u °T

Vreme inkubacije u časovima	Kultura 1	Kultura 2
0	17	16,5
1	24	22
2	29	26
3	34	31
4	40	38
5	60	55
6 (u momentu prekida fermentacije)	80	65

Dijagram 1

Dinamika kiselosti ($t = 30^{\circ}\text{C}$)



Iz podataka u tabeli 2 i krivih u dijagramu 1 se vidi da su različite maslačne kulture ispoljavale vrlo sličan trend aktivnosti u toku fermentacije: u toku prva tri časa razvoj kiselosti je dosta spor, znatno brži između trećeg i četvrtog časa a najintenzivniji između četvrtog i šestog časa. Iz dinamike kiselosti dobijaju se karakteristike fermentacije sa maslačnim kulturama na temperaturi inkubacije 30°C pri kojoj je kultura i bila aktivnija u stvaranju mlečne kiseline pri kraju fermentacije. U oba slučaja do pojave koagulacije mleka dolazilo je između 4. i 5. časa, odnosno pri titracionoj kiselosti od 50—52°T. Oba kiselo-mlečna proizvoda imala su finu konzistenciju porcelanasto-bele boje, umereno kiseo ukus sa prijatnom aromom koja podseća na kiselu pavlaku. Kiselo-mlečni proizvod dobijen sa maslačnom kulturom 2 ipak se nešto razlikovao, bio je nežnije konzistencije, blaže kiseo i slabije izražene arome.

Aromatična svojstva kultura merena kvalitativnim testom na izdvajanje diacetila prikazana su u tabeli 3.

Tabela 3

Reakcija na diacetil		
Broj kulture	Kultura mikroorganizama	Intenzitet boje
1	S. lactis S. cremoris S. diacetylactis	++
2	S. lactis S. cremoris	+

Prema vremenu pojave i intenzitetu boje kultura 1 je imala veću koncentraciju diacetila od kulture 2. Zna se da je S. diacetylactis jači stvaralac diacetila od S. cremoris i zbog toga je njegovo prisustvo u maslačnim kulturama poželjno jer i u fermentisanim proizvodima doprinosi isticanju specifične arome. Sa ovim se slažu i rezultati organoleptičke ocene jer se kiselo-mlečni proizvod dobijen sa kulturom 1 odlikovao jače izraženom aromom.

U narednim ogledima kiselo-mlečni proizvodi proizvedeni su u tri varijante. Varijanta 1 je uporedna i predstavlja ponovljenu fermentaciju sa maslačnim kulturama na 30°C; u varijanti 2 naknadno su dodate kulture S. thermophilus i do kraja fermentacija je nastavljena na 30°C, a u varijanti 3 posle dodavanja kulture S. thermophilus temperatura fermentacije je povišena na 40°C.

Na osnovu prethodno ustanovljene dinamike kiselosti ocenjeno je da je S. thermophilus celishodno unositi pri postignutoj kiselosti od 30°C, odnosno posle 3—3 1/2 časa trajanja fermentacije kada su maslačne kulture već ispoljile dobru aktivnost. U ovim ogledima fermentacija je za jedan čas produžena u cilju postizanja veće kiselosti i bolje konzistencije proizvoda. Kultura S. thermophilus je dodavana zbog njene osobine da utiče na obrazovanje ujednačene, homogene konzistencije proizvoda, i u varijanti 3 temperatura fermentacije povišena je da bi se aktivnost kulture S. thermophilus odvijala u približno optimalnim uslovima. U ovim ogledima pored titracione merena je i aktivna kiselost da bi se dobila slika o promenama pH u toku fermentacije s maslačnim kulturama kao i vrednosti pH koje karakterišu kraj fermentacije, što

bi i za praktičan rad u mlekarama bilo značajno pri uvođenju ove jednostavne kontrole u proizvodnji kiselo-mlečnog proizvoda. Rezultati ovih oglada prikazani su u tabeli 4 i dijagramu 2.

Tabela 4

Dinamika titracione i aktivne kiselosti u toku fermentacije s maslačnim i kombinovanim kulturama na temperaturi 30 i 40°C

Vreme inkub. u časovima	Varijanta 1		Varijanta 2		Varijanta 3	
	°T	pH	°T	pH	°T	pH
0	17	6,45	17	6,45	17	6,45
1	22	6,25	22	6,25	22	6,25
2	25	6,10	25	6,10	25	6,10
3	30	5,95	30	5,95	30	5,95
4	40	5,66	41,5	5,48	42	5,64
5	52	5,36	53,5	5,35	55	5,33
6	63	5,14	70,5	5,10	72	5,00
7	83	4,90	85	4,85	90	4,80

Iz podataka u tabeli 4 i krivih dijagrama 2 se vidi da je fermentacija u toku prva tri časa imala isti tok obzirom da se obavljala pod jednakim uslovima u svim varijantama. Posle tri časa inkubacije i postignute titracione kiselosti od 30°T, kiselost je više rasla u varijanti 2 i 3 kod kojih je u fermentaciji pored maslačnih kultura učestvovao i *S. thermophilus*. Povišena temperatura inkubacije (40°C) uticala je na nešto veći porast kiselosti u varijanti 3, pa je na kraju fermentacije ovaj kiselo-mlečni proizvod imao i najveću titraciju kiselost (90°T).

Ako upoređujemo podatke titracione i aktivne kiselosti mogu se za tok fermentacije s maslačnim kulturama izneti sledeće karakteristične vrednosti. U vremenu kada maslačne kulture počinju da ispoljavaju veću aktivnost titraciona kiselost mleka iznosi 30°T kojoj približno odgovara pH 5,95. Koagulacija mleka u toku inkubacije počinje pri titracionoju kiselosti od 50—52°T, a pH se kreće u granicama 5,20—5,10. U toku inkubacije stalno raste titraciona kiselost a smanjuje se pH, a u poslednjim časovima koji ujedno označavaju i kraj fermentacije, titraciona kiselost se kreće u granicama 83—90°T, a pH 4,90—4,80. Dinamiku aktivne kiselosti nismo predstavili dijagramom jer se zbog uskih razlika vrednosti pH u toku fermentacije za varijante dobijaju skoro identične krivulje.

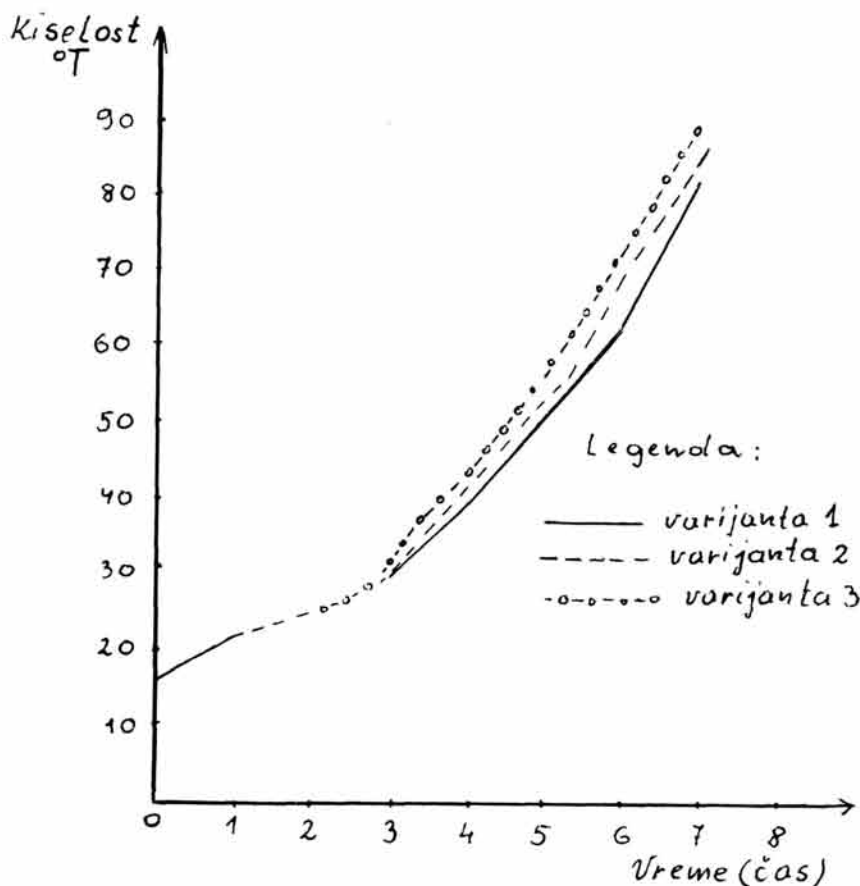
Organoleptička ocena

Prema oceni stručne komisije kiselo-mlečni proizvodi sve tri varijante imali su prijatnu aromu i vrlo dobar ukus.

Proizvodi varijante 1 i 2 nisu se bitno razlikovali u organoleptičkoj oceni osim što je proizvod varijante 2 zbog prisustva *S. thermophilus*-a imao nešto čvršću konzistenciju i kompaktniji gel iako bi odlike gela i proizvoda varijante 1, fermentisanog samo sa maslačnom kulturom, bile sasvim zadovoljavajuće. Kod proizvoda varijante 3 ispoljavalo se brže postizanje određene kiselosti, ali i veća tendencija ka izdvajanju mlečnog seruma u odnosu na proizvode varijante 1 i 2.

Dijagram 2

Dinamika titracione kiselosti fermentacije tri varijante ($t = 30$ i 40°C)



Zaključak

Na osnovu rezultata dobijenih proučavanjem problematike proizvodnje kiselo-mlečnih proizvoda sa maslačnim kulturama može se zaključiti sledeće:

Primenom dobre i aktivne maslačne kulture fermentacija mleka na temperaturi 30°C se znatno skraćuje u odnosu na temperaturu inkubacije 22°C ; završava za 6—7 časova.

Maslačna kultura u sastavu *S. lactis*, *S. cremoris* i *S. diacetylactis* bila bi prihvatljivija za proizvodnju kiselo-mlečnog proizvoda od kulture sastava *S. lactis* i *S. cremoris*, u prvom redu zbog većeg stvaranja diacetila koji gotovim proizvodima daje izraženo prijatan ukus i aromu.

Kod ocenjivanja kiselo-mlečnih proizvoda gde se inkubacija odvijala u kombinaciji temperatura i kultura mikroorganizama ističe se sledeće:

a) U prvoj varijanti gde je mleko fermentisalo samo sa maslačnom kulturom na temperaturi inkubacije 30°C, gotov proizvod je imao dobru konzistenciju, prijatnu aromu i ukus.

b) U drugoj varijanti gde je fermentacija obavljena na 30°C, a u kojoj je pored maslačne kulture učestvovala i čista kultura *S. thermophilus*, dodata pri kiselosti mleka 30°T, gotov proizvod je imao nešto bolju konzistenciju, odnosno kompaktniji gel (zbog prisustva *S. thermophilus*-a), sa istim organoleptičkim osobinama kao prethodni proizvod.

c) U trećoj varijanti u čijoj su fermentaciji učestvovala kulture mikroorganizama kao u varijanti 2, s razlikom što je posle dodavanja *S. thermophilus*-a temperatura fermentacije povišena na 40°C, gotov proizvod je uz iste organoleptičke osobine kao prethodni imao znatno veću kiselost ali i izraženiju tendenciju ka izdvajanju mlečnog seruma.

Merenja aktivne kiselosti su pokazala da se tok fermentacije, odnosno dinamika kiselosti, može pratiti i merenjem pH koje može naći primenu i u industrijskoj proizvodnji kiselomlečnih proizvoda. Naročito je značajno da se za kraj fermentacije mogu utvrditi karakteristične vrednosti pH koje mogu poslužiti kao kriterijum kod odlučivanja o momentu prekidanja fermentacije. Za kiselomlečne proizvode fermentisane maslačnim kulturama ove vrednosti pH kretale su se u granicama 4,90—4,80, pri titracionoj kiselosti od 80—90°T.

Znatno sporije delovanje maslačnih kultura na pojavu zgrušavanja mleka, koja se pri temperaturi inkubacije na 30°C dešava tek posle 4 časa od inokulacije, može biti od velikog značaja kako sa organizacionog tako i sa tehnološkog stanovišta. Naime, moguće su značajne uštede u iskorišćavanju kapaciteta termo-komora, tako što bi se mleko inokulisalo u većim sudovima (duplikatori, tankovi), gde bi postiglo određenu kiselost, a zatim razlivalo u ambalažu i inkubacija nastavljala u termo-komorama. Time bi se skratilo vreme zadržavanja mleka u termo-komorama i povećali njihovi kapaciteti za proizvodnju.

Ova ispitivanja ukazuju na različite mogućnosti proizvodnje kiselomlečnih proizvoda s maslačnim kulturama, čime bi se obogatilo asortiman fermentisanih napitaka na našem tržištu.

Literatura

- ĐORĐEVIĆ, J., MIŠIĆ, D., PETROVIĆ, D. i JAKICA, M. (1980): Mogućnost proizvodnje kiselomlečnog proizvoda od obranog mleka s maslačnom kulturom. XVIII Seminar za mlekarsku industriju, Zagreb
- KRISTOFFERSEN, T. and GOULD, I. A. (1966): *J. Dairy Sci.*, 49.
Pravilnik o kvaliteti mleka i proizvoda od mleka... Službeni list SFRJ, 15/1964.
- STEVIĆ, B. (1962): Tehnološka mikrobiologija stočnih proizvoda i ishrane stoke. Beograd
- VASAVADA, P. C. (1977): *J. Dairy Sci.*, 11
- WEBB, H. B., JOHNSON, A. H. (1974): *Fundamentals of Dairy Chemistry*. AVI Publishing Company, Inc. Westport.