

Dr Đ. Dokmanović podnio je skupštini izvještaj u ime nadzornog odbora.

U diskusiji je — pored ostaloga — iznijeto:

S. Novaković (Belje): Skupština bi, kroz zaključke, trebala jasno izraziti svoj stav, da ne samo mljekarski radnici, nego čitava mljekarska privredna grupacija ne zauzima ono mjesto, koje joj po značenju pripada. U SSSR-u su mu rekli da mljekarski radnici treba da budu sretni što rade s takvom namirnicom koja čovjeka prati od časa kad ugleda svijet pa do smrti. Kod nas je to još uvijek nedovoljno razvijena privredna djelatnost, pa bi skupština trebala predložiti rješenja za njeno unapređenje.

L. Trbić (Osijek) predložio je razmatranje problematike slobodnog otkupa kao i prestrukturiranje proizvodnje koje se vrši bez sistema i međusobnog usklađivanja. Predlaže da novi Upravni odbor obuhvati radom i te zadatke.

S. Deneš (Zagrebačka mljekara) predlaže da se u okviru ovog Udruženja oformi posebno radno tijelo u kojem bi bili uključeni direktori svih mljekara. Na taj bi način moglo doći do bržeg usklađivanja napora na unapređenju proizvodnje, investicione izgradnje i dr. Udruženje za mlekarstvo u Beogradu trebalo bi zajednički obrađivati pitanje uvoza i izvoza, premija i druge probleme od interesa za čitavu zemlju.

Dr Petričić naglašava potrebu još većeg angažiranja Udruženja na širenju stručne štampe, budući da je našim radnicima strana stručna literatura teško dostupna, a domaća oskudna. Izdavanjem brošura, skripata i dr. Udruženje će pomoći svojim članovima u sticanju potrebnih znanja.

Po završenoj diskusiji skupština je prihvatila izvještaje i dala razrješnicu Upravnom odboru, te izabrala novi Upravni odbor, Nadzorni odbor i Sud časti, kao i komisiju kojoj je stavljeno u dužnost da na osnovu izvještaja i diskusije formuliра zaključke, koji će novom Upravnom odboru poslužiti kao osnova za daljnji rad.

Prof. dr Ante Petričić, Zagreb
Tehnološki fakultet

KONTINUIRANA PROIZVODNJA JOGURTA

Sve veću proizvodnju i potrošnju fermentiranih mlječnih napitaka, a posebno jogurta, ne može da zadovolji stari način proizvodnje, s diskontinuiranim procesima fermentacije i hlađenja. Takav proces postaje kod velikog dnevnog kapaciteta vrlo neprikladan, neekonomičan i nedovoljno siguran.

U traženju novih puteva u proizvodnji jogurta polazilo se od ovih zahtjeva:

- koristiti uređaje s velikim satnim učinkom koji će raditi kontinuirano,
- smanjiti potrebu radne snage,
- dobiti proizvode dobre i jednolične kvalitete.

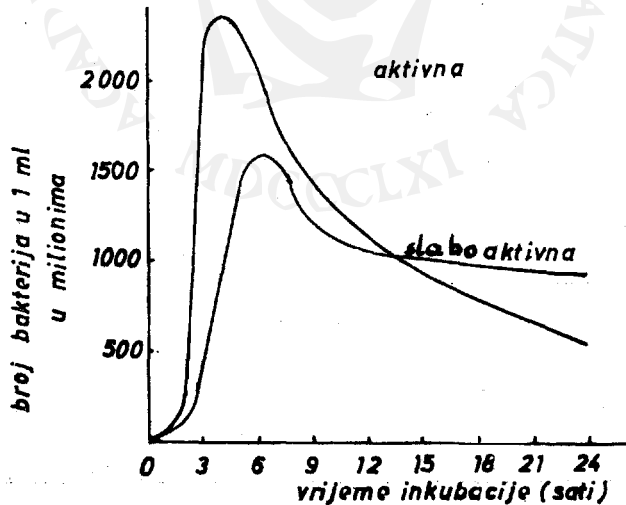
Stručnjaci koji su radili na rješavanju ovog zadatka morali su teoretski i praktično riješiti dva ključna problema: mikrobiološki i tehnički.

Mikrobiološki problem

Stara proizvodnja jogurta temelji se na statičkom postupku uzgajanja i korištenja bakterija. To je takav postupak kod kojega se jogurtne bakterije koje provode fermentaciju mlijeka (*Str. thermophilus* i *Lb. bulgaricus*) uzgajaju i razmnažaju u ograničenoj hranjivoj sredini. Bakterije u takvoj sredini, u pravilu, prolaze određeni karakteristični ciklus razvoja.

U prvoj, tzv. lag-fazi, broj bakterija se u određenoj sredini gotovo nikako ne povećava.

U kasnijoj logaritamskoj ili log-fazi dolazi do naglog porasta broja bakterija i do njihove snažne djelatnosti. Nakon nekog vremena one postižu svoj maksimum razvoja i maksimum intenziteta aktivnosti. Čim je kultura aktivnija prije će postići taj maksimum i prije će doći do pada i obustavljanja aktivnosti (sl. 1).

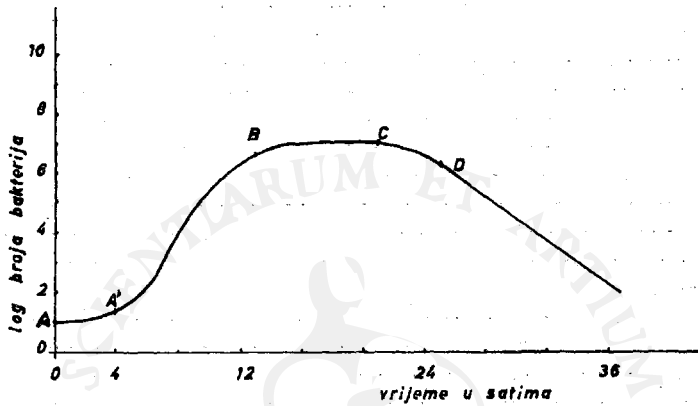


(prema Šmelevoj i Novotelnov-u)

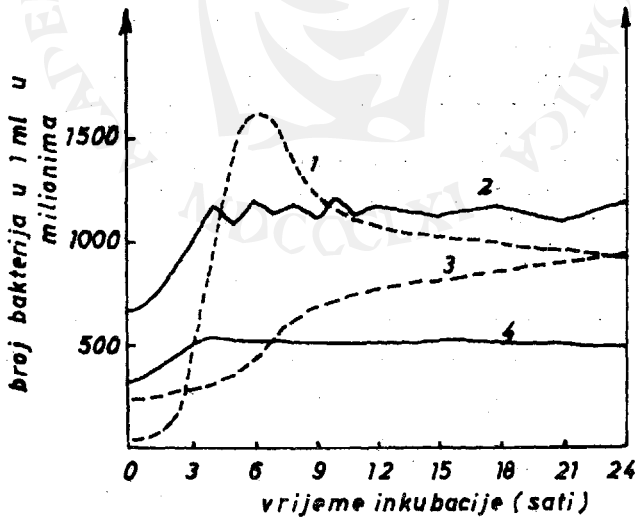
Sl. 1 — Krivulja koja pokazuje dinamiku razvoja kulture *Str. lactis*, aktivnog i slaboaktivnog soja

Iskorištenjem hranjive sredine i gomilanjem proizvoda metabolizma dolazi do stacionarne faze u kojoj prestaje razvoj i smanjuje se životna djelatnost bakterija.

Konačno, u fazi odumiranja količina bakterija se smanjuje, ispočetka sporo, zatim sve brže.



Sl. 2. Krivulja rasta mikroorganizama. Od A do A' log-faza, od A' do B log-faza, od B do C stacionarna faza, od C do D i dalje faza odumiranja.



Sl. 3. Dinamika mlječno-kisele fermentacije sa *Str. lactis* u stacionarnim (crtkano) i protočnim (puna linija) uvjetima; 1 i 2 prema broju bakterija, 3 i 4 prema porastu kiselosti

Krivulja na diagramu (sl. 2) pokazuje kako izgleda takav razvojni ciklus.

Proučavanjem ovog pitanja bavili su se mnogi učenjaci, kao Rogers i Whittier (1930), Lebedev (1936), Korolev (1940), Utenkov (1941), Monod (1950), Jarovenko (1958) i drugi. Oni su došli do zaključka da se kultura bakterija može održati dulje vremena aktivnom u tekućoj sredini. Ovakav dinamičan postupak uzgoja bakterija omogućuje kontinuiranu (neprekidnu) fermentaciju, jer se bakterijama neprekidno dovode nova hranjiva, a istodobno se odvođe proizvodi metabolizma koji bi, nagomilani, mogli kočiti daljnji njihov razvoj (sl. 3).

Radovi na kontinuiranoj fermentaciji obuhvaćali su u prvo vrijeme uglavnom područje alkoholnog vrenja (vino, pivo, špirit), a tek posljednjih godina počelo se raditi i na kontinuiranom mlječno-kiselom vrenju. Zapažene radove s tog područja dali su Anderson (1953 i 1954), Ashton i saradnici (1959), Šmeleva i Novotelnov (1964), Girginov (1964) i dr. Ashton je referirao (1959) o kontinuiranom postupku dobivanja sirarske kulture na XV Međunarodnom mljekarskom kongresu u Londonu. Pokusna aparatura koju je on konstruirao sastoji se iz tikvice s dovodom i odvodom. U tikvici se nalazi sirarska kultura, i u nju neprekidno dotječe pasterizirano, ohlađeno mlijeko u takvoj količini da se održava stalna kiselost od 16—24° SH, dok istovremeno otječe višak dobivene sirarske kulture.

Opširne pokuse s laboratorijskom aparaturom za stacionarnu i kontinuiranu fermentaciju proveli su Šmeleva, Novotelnov i Jakovlev (1964). Fermentacija se odvijala u nekoliko etapa. Pasterizirano, ohlađeno mlijeko napunjeno je u posudu za fermentaciju (fermentor), zapremine 0,5 litre, dodana je kultura (*Str. lactis* odn. *Str. thermophilus*), te se fermentacija provodila uz optimalne temperature za pojedine bakterije (za *Str. lactis* kod 30° C, za *Str. thermophilus* kod 37° C) do postizanja kiselosti oko 16° SH. Nakon toga uspostavljen je kontinuirani dovod mlijeka temperature 10° C i odvod zakiseljenog mlijeka tako, da se količina u fermentoru održavala na istoj razini. Kiselost je dalje nešto rasla, a regulirana je brzinom protjecanja mlijeka kroz fermentor. Rezultati pokusa stacionarne i kontinuirane fermentacije prikazani su u tabeli.

Iz tabele se vidi da kod uzgoja u stacionarnim uvjetima broj bakterija raste prvih 6 sati, zatim opada. Kiselost neprekidno raste. Kod protočnog uzgoja broj bakterija raste prvih nekoliko sati, zatim se zaustavlja na određenoj razini. Kiselost nakon 3—4 sata postiže maksimum, a zatim se zadržava približno na istoj razini.

Tabela br. 1

Razvoj *Str. lactis* u stacionarnim i protočnim uvjetima uzgoja

Trajanje sati	U stacionarnim uvjetima			U protočnim uvjetima		
	Broj bakt. u 1 ml mlijeka u miln.	Kiselost u °SH	pH	Broj bakt. u 1 ml mlijeka u miln.	Kiselost u °SH	pH
Ishodno mlijeko	28	24	6,3	660	30	6,2
nakon 1 sat	28	25	6,3	720	38	5,4
„ 2 sata	101	26	6,3	850	45	5,3
„ 3 „	450	28	6,2	1010	50	5,2
„ 4 „	902	31	6,2	1170	52	5,21
„ 5 „	1370	34	6,1	1060	50	5,2
„ 6 „	1600	40	5,4	1190	50	5,2
„ 7 „	1550	50	5,2	1120	50	5,2
„ 8 „	1350	62	5,0	1168	51	5,2
„ 9 „	1200	66	4,8	1090	50	5,2
„ 10 „	1050	78	4,5	1060	50	5,2
„ 15 „	1020	82	4,4	1110	52	5,21
„ 18 „	980	86	4,1	1160	51	5,2
„ 21 „	950	90	4,0	1098	50	5,2
„ 24 „	920	94	3,9	1180	50	5,2

(prema Šmelovoj i Novotelnov-u)

Ukoliko fermentaciju provodi mješovita kultura od 2 ili više mikroorganizama, bit će kod kontinuirane fermentacije potrebno posebno voditi računa o temperaturi, koja služi kao regulator za ravnomjeran razvoj jedne i druge vrste. Kao primjer se navodi kontinuirana fermentacija s mješovitom kulturom *Str. lactis* i *Lb. helveticus*. Kod temperature fermentacije od 28° C ravnoteža je bila između ove dvije vrste, dok su kod temperature od 37° C prevladali u razvoju laktobacili nad streptokokima.

Tabela br. 2

Razvoj bakterija pri različitim temperaturama kontinuirane fermentacije

Temperatura fermentacije °C								
28					37			
Trajanje sati	Broj streptokoka u 1 ml miln.	Broj štapića u 1 ml miln.	Kiselost °SH	pH	Broj streptokoka u 1 ml miln.	Broj štapića u 1 ml miln.	Kiselost °SH	pH
0	481	49	12	6,2	452	37	12	6,2
1	564	51	16	5,4	640	40	20,8	5,2
2	612	57	20	5,21	710	58	20,8	5,2
3	621	59	20	5,21	728	70	21,2	5,2
4	760	58	20	5,21	870	84	20,8	5,2
5	808	56	20,8	5,2	940	96	20,8	5,2
6	827	57	20	5,21	980	112	20,8	5,2
7	830	52	20,4	5,2	960	120	20,8	5,2
8	815	50	20,8	5,2	890	128	20,8	5,2
9	791	49	16	5,21	894	132	21,2	5,2
12	845	55	16	5,21	832	140	21,2	5,2
15	848	52	20,8	5,2	828	142	21,2	5,2
18	761	49	20,4	5,2	760	144	20,8	5,2
21	750	45	20	5,21	301	149	21,2	5,2
24	836	44	20	5,21	156	153	20,8	5,2

(prema Šmelevoj, Novotelnov-u i Jakovlev-u)

Saznanja o kontinuiranoj fermentaciji primjenjuju se danas kod proizvodnje čvrstog jogurta u ovakvoj varijanti: mlijeko cijepljeno kulturama za jogurt prepušta se djelomičnoj fermentaciji (predfermentaciji). Kiseljenje se vrši do određenog stupnja kiselosti kod kojeg je mlijeko još tekuće, i dok još nije nastupila flokulacija. Takovo mlijeko se razlijeva u ambalažu za jogurt i ostavlja da u njoj fermentira do kraja, dok se ne postigne traženi stupanj kiselosti. Na taj način se dobiva čvrst jogurt, a skraćuje trajanje fermentiranja u ambalaži gotovo napola, što znatno olakšava tehnička rješenja kod kontinuirane fermentacije jogurta.

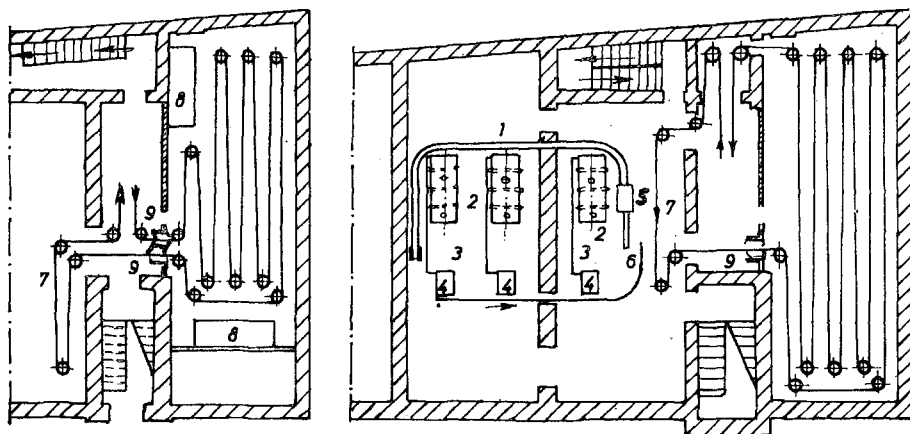
Tehnički problemi i rješenja

U traženju tehničkih rješenja za kontinuiranu proizvodnju jogurta moralo se voditi računa o tome da se odstrane svi nedostaci koji se pojavljuju kod stare, klasične proizvodnje: veliki utrošak radne snage za punjenje i zatvaranje bočica, za prijevoz, utovar i istovar. Nadalje nejednako grijanje odnosno hlađenje bočica u toku fermentacije odnosno hlađenja u uvjetima mirovanja i dr.

Kod rješavanja pitanja kontinuirane proizvodnje predstavljalo je problem i to što proces dugo traje i što se u toku fermentacije ambalaža s proizvodom ne smije potresati radi opasnosti odvajanja sirutke. Praktičnom rješavanju ovog pitanja pristupilo se poslije god. 1960., na čemu je radio niz istraživača: u SSSR-u Brjanskii i Bazlov (1961), Osipova i Remizovskaja (1961), Kikojan (1964); u Francuskoj Eyard i saradnici (1964); u Bugarskoj Girginov i saradnici (1964); u Japanu Ueno i saradnici (1965/66). Kod kontinuirane proizvodnje bilo je potrebno povezati u liniju operacije i procese koji se u staroj proizvodnji obavljaju odvojeno, a to su: pranje bočica, transport bočica, priprema mlijeka i cijepjenje kulturama, punjenje i zatvaranje bočica, fermentacija, hlađenje.

Da bi dobili uvid koliko se napredovalo u radu na ovom problemu iznijet ćemo i opisati nekoliko važnijih rješenja kontinuirane proizvodnje jogurta u nekim zemljama.

God. 1961, prilikom rekonstrukcije odjela za prostokvašu (prostokvaša je »gusto kiselo mlijeko« za čiju se proizvodnju upotrebljavaju mljekarske obično jogurtne kulture) moskovske mljekare »Spartak« uvedena je potpuna mehanizacija i kontinuirana proizvodnja. Ovime je povećana proizvodnja u 2 smjene od 6 na 30 tona prostokvaše. Proizvodnja se odvija u 2 etaže, u prizemlju i na I katu. U prizemlju je hladnjača i odio za izdavanje gotovog proizvoda, u I katu pranje, punjenje i zatvaranje boca, te komora za fermentaciju. Oprane bočice pune se mlijekom pasteuriziranim na 82—85° C u toku 30 minuta, hlađenim ljeti na 43—48, zimi na 48—53° C, cijepljenim s 5% jogurtne kulture s odnosom streptokoka i štapića 28 : 1, zatim se zatvaraju i smieštaju u košare. Po pet košara slažu se na nosače koji su obješeni na beskrainom visećem transporteru. Nosači se pokreću kontinuirano brzinom od 0,6 do 1,2 m/min, prolaze kroz termokomoru za fermentaciju, zatim kroz hladnjaču i u odio za izdavanje gotovog proizvoda. Ovdje se bočice s gotovim proizvodom skidaju s nosača koji putuju dalje u odio za pranje boca, punjenje i zatvaranje i ciklus se ponavlja.



(prema Brjanskii-u)

Slika 4. Shema kontinuirane proizvodnje prostokvaše u moskovskoj mljekari »Spartak«. Lijevo: prizemlje, Desno: I kat. 1, 3, 6, 7 transporteri, 2 stroj za pranje boca, 4 stroj za punjenje i zatvaranje boca, 5 stroj za pranje košara, 8 uređaj za hladni zrak, 9 gumeni zaslon na ulazu.

Na ulazu i izlazu iz hladnjače postavljeni su na vratašca gumeni zasloni zbog smanjenja gubitaka topline odnosno hladnoće. Kapacitet linije je 3000 kg/sat (sl. 4).

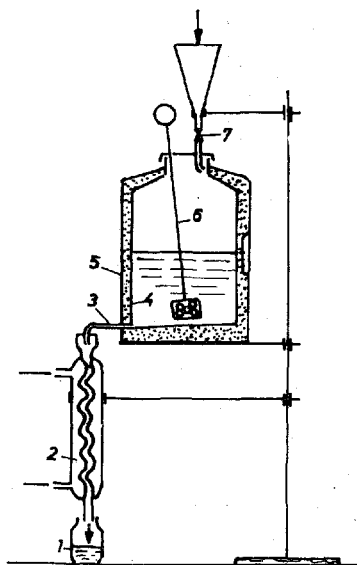
Proizvod se nalazi u termokomori oko 2 sata 50 min. do 3 sata 20 min. pri temperaturi od 46—50° C, u hladnjači oko 2 sata do 2 sata i 30 min., pri temperaturi od 0 do + 2° C, nakon čega ohlađen na 5—8° C odlazi u odio za izdavanje gotovih proizvoda.

U Bugarskoj je u toku 1962—1963. god. na novoj tehnologiji kontinuirane proizvodnje bugarske prostokvaše radio Girginov sa suradnicima. Provodeći laboratorijske i industrijske pokuse on je primijenio postupak predfermentacije i fermentacije.

Kod laboratorijskih pokusa u prvom razdoblju upotrebljavao je za proizvodnju različitu količinu kulture (Str. thermophilus i Lb. bulgaricus), od 0,5% do 20%, uz različitu kiselost kulture od 20 do 64° SH, različite temperature fermentacije od 28 do 50° C sa ciljem da ustanovi najpovoljnije faktore za proizvodnju.

Na osnovu tih prethodnih pokusa pokazala se najboljom ova varijanta proizvodnje jogurta u laboratorijskim uvjetima:

- kiselost kulture: 28° SH
- količina kulture: 1%
- predfermentacija:
 - trajanje 60—70 minuta
 - temperatura 46—48° C
 - postignuta kiselost 26—32° SH
- hlađenje (brzo): na 32—34° C
- fermentacija (u ambalaži): na 32° C



Tako dobiveni proizvod ima dobru konzistenciju te sadrži u 1 ml najmanje 1 milijardu bakterija Str. thermophilus i više od 100 miliona bakterija Lb. bulgaricus.

Laboratorijski pokus provodio se sa 100 do 120 l mlijeka u toku 9 sati. Gotov proizvod odlikovao se dobrom i jednoličnom kvalitetom kako u početku tako i pri kraju proizvodnje (Sl. 5).

Sl. 5. Shema laboratorijskog uređaja za kontinuiranu fermentaciju mlijeka: 1 prihvatna posudica, 2 hladilnik, 3 i 7 slavine, 4 staklena posuda, 5 izolacioni sloj, 6 mješalica.

(prema Girginov-u)

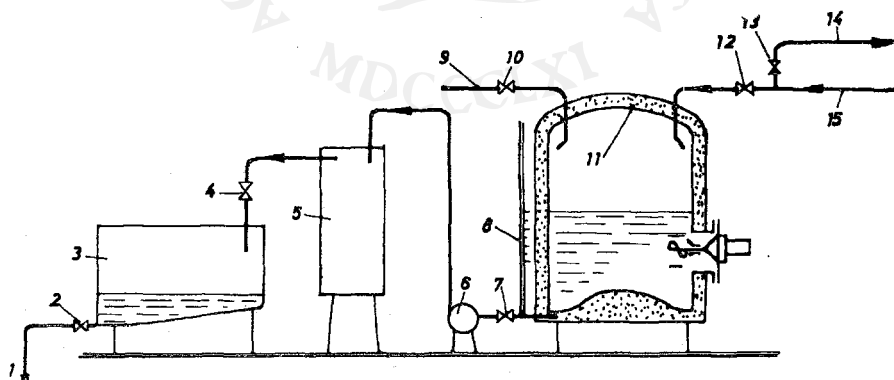
Industrijski pokusi proizvodnje provedeni su u mljekarama »Serdika« u Sofiji i »Marica« u Plovdivu pri čemu je primijenjen ovaj tehnološki postupak. Mlijeko je pasterizirano na 85—88° C u toku 15 do 18 minuta, homogenizirano i ohlađeno na 44 do 48° C. Tada je dodano 1—3% svježe priređene neohlađene kulture kiselosti 20 do 32° SH, mlijeko je prepušteno predfermentaciji do oko 10,4—12,8° SH kiselosti. Nakon toga proces teče u više varijanta:

a) u predfermentirano mlijeko (kiselosti 10,4—12,8° SH) dodaje se svježe mlijeko temperature 5—10° C, tako da se mješavina ohladi na 32—34° C, rastoči u bočice. Fermentacija se provodi i završava kod 30—32° C;

b) predfermentirano mlijeko se rastače u bočice bez hlađenja, a fermentacija se završava kod 22 do 24° C;

c) u cisternu s predfermentiranim mlijekom (kiselosti 10,4 do 12,8° SH) dobavlja se konstantna količina svježeg mlijeka, uz istodobno istjecanje zakiseljenog. Ono se ili 1) ohladi na 32° C puni u bočice i prepušta fermentaciji, ili 2) bez hlađenja puni u bočice i prepušta fermentaciji. Gotov proizvod se hladi na 5—10° C.

Kontinuirani proces proizvodnje bugarske prostokvaše primijenjen u Bugarskoj potpuno je mehaniziran i gotovo potpuno automatiziran, omogućuje sniženje troškova proizvodnje i tipizaciju gotovog proizvoda. Dobiveni proizvod ima ugodan okus i miris, tipičan za prostokvašu. Kapacitet uređaja je 10 000 l na sat (sl. 6).

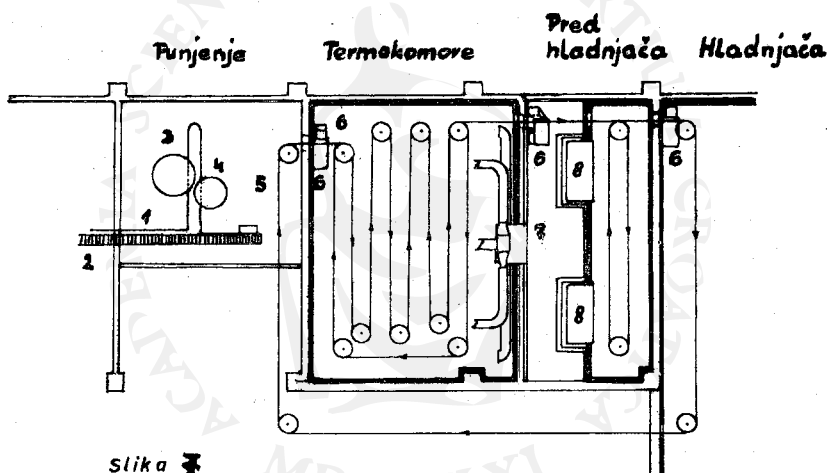


(prema Girginov-u)

Slika 6. Shema industrijskog uređaja za kontinuiranu fermentaciju mlijeka 1, 9, 14, 15 mljekovodi, 2, 4, 7, 10, 12, 13 slavine, 3 prihvatna posuda, 5 pločasti hladionik, 6 centrifugalna pumpa, 8 cijevni mješač razine, 11 cisterna izolirana.

Japanci su rezultate rada na kontinuiranoj proizvodnji jogurta prikazali na XVII Međunarodnom mljekarskom Kongresu u Münchenu, 1966. god. Tehničko rješenje bazira na radovima Brjanskii-a usavršeno u nekim detaljima. Uređaj se sastoji iz lančastog visećeg transportera, dugog 400 metara koji beskonačno kruži kroz radne prostorije. Pokreće ga el. motor od 1,5 kW. Na transporteru su obješeni nosači u razmaku od 0,6 m, a svaki nosi 6 košara s bočicama. Kreću se brzinom od 1,2 do 1,54 m u minuti uz satni učinak uređaja od 14 000 odnosno 18 480 bočica. Radi smanjenja vibracije nosači su međusobno povezani spiralnom oprugom.

Proces teče ovako: Pasterizirano konzumno mlijeko cijepljeno s 2—4% kulture predfermentira u cisterni kod temperature oko 52,5° C u toku 30 do 60 minuta, izlijeva se u bočice pri čemu se ohladi na 42° C ± 1° C. Napunjene, zatvorene bočice putuju na nosačima kroz termokomoru za fermentaciju, zatim kroz prostoriju za hlađenje gdje se za oko 50 minuta ohlade na 20° C. U tom času proizvod sadrži oko 0,75% mlječne kiseline, te odlazi dalje u hladnjaču. U času potrošnje proizvod dostigne 0,8 do 0,9% mlječne kiseline (Sl. 7).



Slika 7

(prema Ueno-u)

Sl. 7. Shematski prikaz uređaja za kontinuiranu proizvodnju jogurta. 1 transporter za boce, 2 transporter za košare, 3 i 4 punilica i zatvaračica, 5 beskrajni viseći transporter, 6 uređaj za dovoz zraka 7 grijač, 8 hladionik.

U članku su prikazani osnovni principi i neka rješenja kontinuirane fermentacije jogurta koja postaje i za nas interesantna, jer proizvodnja jogurta u našim velikim mljekarama dostiže 10 000, 15 000 i više hiljada litara na dan.

LITERATURA

1. Brjanskii, V., Bazlov, B. (1961): Linija protočnogog proizvodstva prastokvaši, Mol. Prom. 22 (5) 8—9.
2. Šmeleva, L., Novotel'nov, N., Jakovlev, D. (1964): Neprerivnoe skvašivanje moloka, Mol. Prom. 25 (1) 8—12.
3. Girginov, T. (1964): Novaja tehnologija proizvodstva bolgarskoi prastokvaši, Mol. Prom. 25 (12) 36—40.
4. Ueno, J., Hanabusa, R., Nakai, M., Musashi, K., Kaneko, S., Kanbe, M. (1966): Studies on continuous yoghurt manufacture its equipment and microbiological problems, XVII. Int. Dairy Congr. E/F, München.