

# TEADUSTÖÖD

## TERMISEERIMINE PIIMA EELTÖÖTLUSENA JUUSTUDE VALMISTAMISEL

P. Elias

**SUMMARY:** *Thermization as Pretreatment of Milk on Cheesemaking.* The effect of thermization on bacteriological properties of milk and quality of Emmental cheese was studied.

Double thermo-treating was used in the treatment of milk with high total count bacteria (average  $2.9 \pm 0,7$  mil. cfu/ml).

Thermization ( $65.4 \pm 1.0$  °C; 20–25 s.) as the first low-temperature thermo-treating did not replace pasteurization of milk and this will be used before the reservation or pasteurization of cheesemilk. Thermization reduced the total bacterial count of raw milk and this will be used before reservation or pasteurization of cheesemilk. Thermization reduced the total bacterial count of raw milk by 83% and in the milk remained 2.6 times more bacteria than on pasteurization ( $71.6 \pm 1.0$  °C; 20–25 s.).

Pasteurization ( $71.6 \pm 1.0$  °C; 20–25 s.) of the thermized milk after ripening reduced the count of aerobic bacteria spores, propionic acid bacteria and mesophilic lactobacilli, but it did not reduce the count of anaerobic lactate fermenting bacteria spores.

Practical reducing of the aerobic spore forming bacteria takes place only on the pasteurization of the thermized and ripened milk, because the vegetative cells of bacteria which grew out of spores on ripening were destroyed during pasteurization. In pasteurized and ripened milk they retained and were more active than before.

The double thermo-treatment of milk on cheesemaking did not cause essential differences to the general development of bacteria. Differences were in counts of single species on difference stages of cheesemaking. When the double thermo-treatment of milk was used, the count of lactococci was essentially lower in cheesemaking processes. Mesophilic lactobacilli and spores of mesophilic aerobic bacteria were lower still in 3 months old cheeses, than in cheeses which were made from pasteurized and ripened milk.

Thermization together with pasteurization did not influence the cheesemaking process, but reduced number of contamination microbes, increased essentially the part of starter cultures. It improved the organoleptic properties of cheeses and increased their quality. We had no earlier data about cheesemilk thermization in Estonia. Therefore the double thermo-treatment is useful to use, when the total count of bacteria in raw milk is high as not on making high cooking temperature cheeses, as on low cooking temperature cheeses too.

**Keywords:** milk, thermization, pasteurization, contamination microbes, quality of cheese

Olulisteks tehnoloogilisteks võteteks juustupiima ettevalmistamisel on jahutamine, säilitamine madalatel temperatuuridel ja termotöötlus. Operatsioonide järjekord ja töötlemisrežiimid mõjutavad piima mikroobide üldarvu, mikroobide liigilist koostist, piima mineraaloolade tasakaalu, valkude kolloidkeemilisi omadusi (kalgendumist, kalgendi elastsust, kalgendi süneresi), mikrobioloogilisi ja ensümaatilisi protsesse juustude valmistamisel. Kõik see mõjutab aga ühel või teisel määral juustude kvaliteeti (Ali jt., 1980a,b; Robinson, 1983; Linden, 1986; Chiavari jt., 1994; Soda, 1996).

Muutused jahutatud piima säilitamisel sõltuvad nii temperatuurist ja kestusest kui ka mikroobide hulgast ja liigist. Piima lipaas ja psührofiilsete bakterite lipolüütilised ensüümid põhjustavad jahutatud piima säilitamisel rasvade lipolüüsi (Linden, 1986; Chiavari jt., 1994). Vabu rasvhappeid adsorbeerub kaseiini osakestele ja see vähendab piima kalgendumisvõimet. Samasugust mõju avaldavad ka psührofiilsete bakterite ensüümid, mis lõhustavad piima valke

(Reimerdes, 1983). Juustupiima termotötlusega enne jahutatult säilitamist on võimalik mõjutada bakterite arengut ja bakteritest põhjustatud piimavalkude proteolüüsi (Leslie, Nsofor, 1989).

Piima termotötluse eesmärgiks on eelkõige võimaliku patogeense mikrofloora hävitamine, mikroobide üldarvu maksimaalne vähendamine ja toorpiimas olevate ensüümide inaktiveerimine (Burton, 1986; Linden, 1986). Samal ajal ei tohi termotötlus tekitada piima koostisosade sügavaid muutusi ega kahjustada tema biotehnoloogilisi omadusi.

Juustutehnoloogias loetakse minimaalseks pastöriseerimisrežiimi 68 °C 15 sek. ning küllaldaseks 72 °C 15 sek., mil hävivad kõik bakterite vegetatiivsed vormid (kaasa arvatud patogeensed), kuid jäävad termoresistentsed mikrokokid, streptokokid, korünebakterid ja *Bacillus*'te ning *Clostridium*'i liikide spoorid (Robinson, 1983).

Pastöriseerimistemperatuuri tõstmist piiravad piima valkude ja mineraaloolade juures toimuvad muutused. Temperatuuril üle 65 °C hakkab muutuma soolade tasakaal piimas ja tekkima intermolekulaarseid disulfiidsidemeid  $\chi$ -kaseiini ja  $\beta$ -laktoglobuliini ja/või  $\alpha$ -laktalbumiini vahel, mis mõjutavad laapumisvõimet (Fox, 1988).

Valkude denaturatsioon algab 65 °C juures ja temperatuuril 72–74 °C 20 sek. jooksul ei ületa see 10% (Renner, 1986; Steffel, Kessler, 1996). Temperatuuri tõus üle 80 °C kutsub esile vadakuvalkude sattumise kaseiiniosakeste pinnale ja sealt edasi moodustuvasse geeli. Kaseiini mitselliga seotud vadakuvalgud pidurdavad piima laapumist ja vadaku eraldumist geelist (Fox, 1988; Ghosh jt., 1996).

Termiseerimine on piima madalatemperatuuriline kuumtötlus, mille temperatuur ja aeg varieeruvad vastavalt kasutusel olevale režiimile (Robinson, 1983). Termiseerimine on mõeldud tööstuses säilitatava piima pastöriseerimisele termotötluseks (Johnston jt., 1987). Ta ei ole küllaldane saavutamaks negatiivset fosfataasreaktsiooni ja seetõttu ei asenda pastöriseerimist. Nii Euroopas kui ka Ameerikas termiseeritakse juustupiima erinevates temperatuuri ja aja tingimustes: 63...68 °C 25 sek.; 68 °C 40 sek.; 70 °C 15 sek.; 60 °C 16 sek.; 65 °C 2 sek.; 65 °C 15 sek. (Robinson, 1983; Johnston jt., 1988). Coghill jt. (1982) leidsid, et termiseerimine ei kutsu esile vadakuvalkude denaturatsiooni ega kaseinaatkompleksi stabiilsuse muutusi ning stabiliseerib säilitatava piima pH. Termiseerimine vähendab bakterite üldarvu ja psührotroofsete bakterite arvu piimas (Stadhouders, 1982) ning piima võiks säilitada 4 °C juures kuni 4 ööpäeva (Coghill jt., 1982), 6 °C juures kuni 3 ööpäeva (Griffiths jt., 1986) ja 7 °C juures (s.o. maksimaalne, mida veel aktsepteeritakse) ainult 2 ööpäeva (Johnston jt., 1987).

On leitud (Griffiths jt., 1986), et toorpiima mikroobide üldarv ja psührotroofsete mikroobide arv oli tihedas seoses termiseeritud (65 °C 15 sek.) ja 6 °C juures 3 ööpäeva säilitatud piimas olevate vastavate arvudega. Lühiajalisel termiseerimisel oli säilitatud piimas põhiliselt pseudomoonastest ja enterokokkidest koosnev mikrofloora.

Juustupiima termotötlust käsitlevates uurimistöödes nenditakse termotötluse vajalikkust, kuid ei olda ühtsel seisukohal kasutatavate režiimide efektiivsuses parandada juustude kvaliteeti.

Eestis kasutatakse ainult juustupiima pastöriseerimist ja seetõttu puudusid teiste meetodite kohta käivad võrdlusandmed. Piima suhteliselt kõrge bakteriaalse saastatuse ja juustude madala kvaliteedi juures oli vaja uurida erinevate termotötluste mõju juustuvalmistamise tehnoloogilistele parameetritele ja eri liiki mikroorganismide arengule juustude valmistamisel ning valmimisel seostatuna juustude kvaliteediga.

## Materjal ja meetodika

Emmentali juustu valmistamiskatsed tehti Türi eksperimentaalosakonnas ja Paide Piimakombinaadis. Vastuvõetud piimast võeti proovid IDF standardi 50B:1985 järgi ja määrati selle kvaliteet (EVST 594-1994). Piim puhastati piimapuhastiga ja normaliseeriti rasvasisalduse järgi nii, et valmisjuustud sisaldaksid 45...47% rasva kuivaines (EE 01054110 TT 29-94).

Termiseerimisel töödeldi katse- ja kontrolljuustude piim järgnevalt:

- katse, toorpiim → termiseerimine (64...66 °C; 20...25 sek.) → jahutamine (9...13 °C) → laktokokkide lisamine (0,10...0,15%) → valmitamine (16...20 tundi; 9...13 °C) → pastöriseerimine (70...72 °C; 20...25 sek.) → jahutamine (32...34 °C);

- kontroll, toorpiim → pastöriseerimine (71...73 °C; 20...25 sek.) → jahutamine (9...13 °C) → laktokokkide lisamine (0,10...0,15%) → valmitamine (16...20 tundi; 9...13 °C) → soojendamise (32...34 °C).

Piima, juuretise, juustutera, toor- ja 3 kuu vanuste juustude mikrobioloogilisel analüüsil kasutati lahjendusmeetodit ja proovide tegemisel juhinduti IDF standardist 122A:1988.

Bakterite üldarv määrati Petri tassidel külvil toiteagarsöötmesse ja piima analüüsil kasvatati välja 30 °C juures 72 tundi (EVS 649:1994) ning juustude analüüsil 37 °C juures 48 tundi (Gilles jt., 1983).

Termofiilsete piimhappebakterite üldarv määrati külvil toiteagarsöötmesse ja kasvatati välja 42...45 °C juures 72 tundi (Vedamuthu jt., 1978).

Mesofiilsed laktokokid kasvatati välja toiteagarsöötmes või söötmes M17 temperatuuril 12 °C 6...7 ööpäeva ja psührotroofsed bakterid toiteagarsöötmes 6...7 °C juures 8...10 ööpäeva (Mc Kinnon, Pettipher, 1983).

Termofiilsed laktobatsillid kasvatati välja anaeroobselt söötmes MRS 37 °C juures 72 tundi (IDF Standard 117A, 1988) ja mesofiilsed laktobatsillid samal söötmel, kuid 30 °C juures 72 tundi.

Termofiilsed piimhappe streptokokid kasvatati välja söötmes M17 45 °C juures 48 tundi (IDF Standard 117:1983).

Propioonhappebakterid kasvatati välja anaeroobsetes tingimustes laktaatagarsöötmes (Velesco, 1981) 30 °C juures 72 tundi.

Kolilaadsed bakterid määrati piimast ja juustust, kasutades Kessleri ja Endo söötmeid.

Mesofiilsete aeroobsete bakterite spooride määramisel valmistati proovid ette Harrigan jt. (1976) järgi. Pindkülvid Petri tassidel toiteagaril kasvatati välja 37 °C juures 48 tundi.

Anaeroobsete laktaate käärivatate bakterite spooride määramisel valmistati proovid samuti Harrigani ja McCance'i (1976) järgi, kuid bakterid kasvatati välja katseklaasides või kolbides laktaat-toiteagarsöötmes 30 °C juures 72 tundi ning tulemused hinnati Mc Grady järgi (Collins jt., 1995).

Piima, vadaku ja juustu pH määrati pH-meetriga Sentron pH-System 1001 ning piima, vadaku ja juuretiste happesus tiitrimisel 0,1n NaOH-lahusega fenoolftaleiini juuresolekul (EVS 629:1994).

Juustu rasvasisaldus määrati IDF standardi 5B:1986 järgi, juustude niiskuse- ja kuivainesisaldus proovide kuivatamisel 102...105 °C juures püsiva kaaluni.

Juustud hinnati organoleptiliselt 100-punktises skaalas.

Katsetel saadud füüsikaliste, keemiliste, mikrobioloogiliste ja organoleptiliste näitajate erinevuste tõenäosuse kontrollimisel kasutati t-testi. Piirtõenäosuseks võeti Teinbergi (1968) järgi  $P=0,05$ .

## Uurimistulemused

Kahekordset termotöötlust kui juustupiima ühte tööstusliku käsitsuse viisi kasutati kõrge bakterite üldarvuga (keskmiselt  $2,9 \pm 0,7$  mln. cfu/ml), kuid teiste näitajate poolest I sordi nõuetele vastava piima töötlusel.

Termiseerimist ( $65,4 \pm 0,5$  °C; 20...25 sek.) katsetati juustupiima esmase töötlusena, mille režiim erines pastöriseerimisest ( $71,6 \pm 1,0$  °C; 20...25 sek.)  $6,2$  °C võrra ( $P < 0,01$ ). See põhjustas termiseeritud piimas suurema laktokokkide ( $172 \cdot 10^3$  cfu/ml;  $P < 0,01$ ), laktobatsillide (405 cfu/ml;  $P < 0,01$ ) ja propioonhappebakterite (510 cfu/ml;  $P < 0,01$ ) sisalduse võrreldes pastöriseeritud piimaga (tabel 1). Termiseerimise ja pastöriseerimise efektiivsus oli vastavalt 83% ja 93,4% bakterite üldarvust.

Piima termotöötlusele järgnenud valmitamisel ( $0,13 \pm 0,02\%$  laktokokkide juuretist;  $10,3 \pm 0,6$  °C; 16...20 tundi) tõusis bakterite üldarv põhiliselt ainult juuretisega sisestatud rakkude arvel (juurdekasv  $30 \cdot 10^3$  cfu/ml).

Termiseeritud ja valmitatud piima pastöriseerimine vähendas märkimisväärselt kõikide bakteriliikide sisaldust, v.a. anaeroobsed laktaate käärivad spoorid, sest neile olid tingimused valmitamisel nähtavasti ebasoodsad. Tekkisid olulised erinevused bakterite üldarvu

( $326 \cdot 10^3$  cfu/ml;  $P < 0,01$ ), mesofiilsete laktokokkide ( $337 \cdot 10^3$  cfu/ml;  $P < 0,01$ ), mesofiilsete laktobatsillide (197 cfu/ml;  $P < 0,01$ ) ja propioonhappebakterite (105 cfu/ml;  $P < 0,05$ ) sisaldustes võrreldes pastöriseeritud ja valmitatud piimaga. Laktokokkide suurema arvu pastöriseeritud ja valmitatud piimas põhjustas eelkõige juuretise lisand, mis aktiveerus. Teiste liikide puhul oli selle põhjuseks aga ühekordse termotöötuse väiksem efektiivsus.

Aeroobsete bakterite spooride arv vähenes pastöriseeritud piima valmitamisel 20 cfu ja termiseeritud piimas pärast valmitamist ning pastöriseerimist 25 cfu võrra 1 ml-s. Aeroobsete sporogeensete bakterite tegelik vähenemine toimus siiski ainult teistkordsel termotöötusel, kuna spooridest valmitamisel väljakasvanud vegetatiivsed rakud hävisid, pastöriseeritud piimas aga säilisid ja aktiveerusid.

**Tabel 1.** Termotöötuse mõju toorpiima bakterisisaldusele  
**Table 1.** Effect of thermo-treatment on bacteria content of raw milk

Piima töötlemise režiimid <i>Treatment regimes of milk</i> n=13	Bakterite üldarv <i>Total count of bacteria,</i> <i>cfu·10<sup>3</sup>/ml</i>		Mesofiilsed laktobatsillid <i>Mesophilic lactobacilli,</i> <i>cfu/ml</i>		Propioonhappebakterid* <i>Propionic acid bacteria,</i> <i>cfu/ml</i>		Bakterite aeroobsed spoorid <i>Aerobic spores of bacteria,</i> <i>cfu/ml</i>	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Toorpiim <i>Raw milk</i>	2890	690	793*	119	3730	730	70*	14
Termiseeritud <i>Thermized</i>	490	103	576	100	850	122	69	14
Pastöriseeritud <i>Pasteurized</i>	190	44	171	45	340	71	48	10
Termiseeritud ja pastöriseeritud <i>Thermized and pasteurized</i>	158	41	124*	26	246	60	44	10

\* katsete arv n=9

\* number of tests n=9

Kõikide bakterite liikide arv suurenes järsult juustuteras enne järelsoojendust ja võrreldes piimaga enne laapumist oli see järgmine: laktokokid ~22 korda, termofiilsed piimhappebakterid ~10 korda, mesofiilsed laktobatsillid ja propioonhappebakterid ~6,5 korda ning aeroobsete bakterite spoorid ~5,4 korda. See tõus lühikese ajaga on põhjendatav kalgendi kokkutõmbumisel toimuva rakkude kontsentrerumisega terasse ja bakterite paljunemisega. Aktiivselt arenesid sel etapil laktokokid, mis saavutasid maksimumi (katsetegudel  $78,5 \pm 12,2$  mln. cfu/g; kontrolltegudel  $90,4 \pm 13,8$  mln. cfu/g;  $d=11,9$  mln. cfu/g,  $P < 0,05$ ). Märkimisväärselt kasvas ka termofiilsete piimhappebakterite arv. Teiste liikide tõus seisnes põhiliselt kontsentrerumisel terasse, kusjuures piima töötusel tekkinud arvuline erinevus säilis. Alates järelsoojendusest ( $54^\circ\text{C}$ ) mesofiilsete laktobatsillide tõus peatus ja laktokokkide arv hakkas langema, mis kestis kogu valmimisperiodi. Domineerivateks liikideks said termofiilsed piimhappebakterid, mille arv tõusis teras järelkuivatusel ja saavutas maksimumi 24 tunni vanustes juustudes (katsetegudel  $525 \pm 74$  mln. cfu/g; kontrolltegudel  $536 \pm 95$  mln. cfu/g;  $P > 0,3$ ) ning hakkas siis langema, mis kestis kogu valmimisperiodi. Kui propioonhappebakterite ja mesofiilsete laktobatsillide osa katlatöödel ning juustus pärast soolamist ulatus sajandike ja tuhandike protsentideni, siis eelvalmimisel tõusis see juba mõne protsendini ja alates soojast käärimis-keldrist, kus propioonhappebakterid ja mesofiilsed laktobatsillid saavutasid maksimumi, olid nad domineerivateks liikideks juustudes. Propioonhappebakterite sisaldus tõusis katsetegudes  $67,5 \pm 14,1$  mln. cfu/g ja kontrolltegudes  $54,1 \pm 11,1$  mln. cfu/g ( $d=13,4$  mln. cfu/g;  $P < 0,02$ ) ning mesofiilsete laktobatsillide sisaldus katsetegudes  $39,1 \pm 8,9$  mln. cfu/g ning kontrolltegudes  $53,2 \pm 8,7$  mln. cfu/g ( $d=14,1$  mln. cfu/g;  $P < 0,01$ ). Järelvalmimisel hakkasid ka nende arvud langema, kusjuures erinevused säilisid. Pastöriseeritud ja valmitatud piima jäi rohkem toorpiimast üle tulnud mesofiilseid laktobatsille ja propioonhappebaktereid, mis tekitas nüüd katse- ja kontrolljuustudes põhivalmimisel, kus toimus nende intensiivne areng, olulised arvulised erinevused. Märkimisväärne oli see, et propioonhappebakterite kasv eelvalmimisel

oli kontrolltegudes oluliselt kiirem kui põhivalmimisel, mis lõi tingimused juustudes lõhede ja ebakorrapärase augustuse tekkeks.

Aeroobsete bakterite spooride sisaldus jäi juustuvalmistamisel suhteliselt väikeseks ja anaeroobsete laktaate käärivate spooride areng ei aktiveerunud, mistõttu neil olulist mõju juustude valmistamisele ei olnud.

Pastöriseeritud ja valmitatud piima kasutamisel põhjustasid valmimisel aktiveerunud laktokokid 0,7 °Th võrra suurema ( $P<0,02$ ) vadaku alghappesuse ja 0,6 °Th võrra suurema ( $P<0,05$ ) vadaku lõpphappesuse ning 4,4 min. võrra lühema ( $P<0,02$ ) laapumisaja kui katsetegudel. Juustude valmimise järgnevatel etappidel happesuse erinevust katse- ja kontrolltegude vahel ei olnud, kuna laktokokid kaotasid oma aktiivse osaluse, mistõttu piima erinev eeltöötlus olulisi muutusi valmistamisgraafikus ei tekitanud.

Kahekordselt termiliselt töödeldud piima kasutamisel kuulus juustudest kõrgemasse sorti 84,6% ja pastöriseeritud piima kasutamisel 61,5%. Oluline erinevus tekkis koetise hindamisel ( $d=1,3$  punkti  $P<0,05$ ). Termiseeritud piima kasutamisel oli juustu auk väike või puudus, pastöriseeritud ja valmitatud piima korral aga oli augustus ebahütlane, rebitud, võrkjas või esines lõhe, mis viitas toorpiimast ületulnud saastemikrofloora suuremale osalusele.

**Tabel 2.** Emmentali juustu organoleptilised näitajad juustupiima erineval eeltöötlusel  
**Table 2.** The organoleptic characteristics of Emmental cheese in different pretreatment

Organoleptiline näitaja <i>Organoleptic characteristic</i>	Juustu hinne (pallides) / <i>Grade (points)</i>				Erinevus <i>Difference</i>	
	Kahekordselt termotöödeldud piim <i>Double thermotreated milk</i> n=13		Pastöriseeritud ja valmitatud piim <i>Pasteurized and ripened milk</i> n=13			
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	d	P
Maitse ja lõhn <i>Flavour and aroma</i> (max 45,0)	38,4	1,8	37,8	1,9	0,6	>0,3
Konsistents <i>Consistence</i> (max 25,0)	23,7	1,0	23,2	1,5	0,5	<0,3
Koetis <i>Texture</i> (max 10,0)	8,1	2,0	6,8	1,2	1,3	>0,05
Üldhinne <i>Total</i> (max 100,0)*	90,2	3,2	87,8	2,6	2,4	<0,1

\* Üldhinne sisaldab lisaks toodule veel värvuse (5,0), välimuse (10,0) ja pakkimise (5,0) hinded, mis igale juustule andsid 20,0 punkti.

\* *Total grade consists in addition of presented characteristics, grades for colour (5.0 points), outer appearance (10.0 points) and packaging (5.0 points) which took to every cheese 20.0 points.*

Seega piima kahekordne termiline töötlus ei mõjutanud oluliselt juustude valmimise käiku ega mikroorganismide üldist arengu dünaamikat, küll aga vähendas toorpiimast ületulnud aeroobsete bakterite spooride, propioonhappebakterite ja mesofiilsete laktobatsillide osa ning suurendas juuretistega sisestatud bakterite osalust. Piima termiseerimine ei asenda pastöriseerimist, kuid on efektiivne kasutada kas reserveerimis- või valmitamiseelse töötlusena, millele järgneks pastöriseerimine.

## Kokkuvõte

Uuriti termiseerimise mõju piima bakterioloogilistele omadustele ja emmentali juustu kvaliteedile.

Kahekordset termotöötlust kui juustupiima ühte tööstusliku käsitsuse viisi kasutati kõrge bakterite üldarvuga (keskmiselt  $2,9\pm 0,7$  mln. cfu/ml), kuid teiste näitajate poolest I sordi nõuetele vastava piima töötlusel.

Termiseerimine kui juustupiima esmane madalatemperatuuriline termotöötlus ( $65,4 \pm 0,5$  °C; 20...25 sek.) ei asendanud pastöriseerimist ja seda saab kasutada kas reserveerimis- või valmitamiseelse töötlusena, millele järgneks pastöriseerimine. Termiseerimisel vähenes bakterite üldarv piimas 83% ja piima jäi 2,6 korda rohkem baktereid kui pastöriseerimisel ( $71,6 \pm 1,0$  °C; 20...25 sek.).

Termiseeritud piima teistkordne termotöötlus – pastöriseerimine ( $71,6 \pm 1,0$  °C; 20...25 sek.) pärast valmitamist – vähendas toorpiimast ületulnud aeroobsete bakterite spooride, propioonihapetbakterite ja mesofiilsete laktobatsillide arvu, kuid anaeroobsete laktaate käärivatate bakterite spooride vähenemist ei toimunud.

Aeroobsete spore moodustavate bakterite tegelik vähenemine toimus siiski ainult teistkordsel termotöötlusel, kuna spooridest valmitamisel väljakasvanud vegetatiivsed rakud hävisid, pastöriseeritud piimas pärast valmitamist aga säilisid ja aktiveerusid.

Piima erinev termiline eeltöötlus juustude valmistamisel ei tekitanud olulisi erinevusi bakterite üldises arengus. Erinevused olid üksikute liikide arvus juustuvalmistamise erinevatel etappidel. Piima kahekordsel termotöötlusel oli laktokokkide arv oluliselt väiksem katlatöödel, mesofiilsete laktobatsillide ja aeroobsete bakterite spooride arv aga väiksem juustudes kuni 3 kuu vanuseni võrreldes pastöriseeritud ja valmitatud piima kasutamisega.

Piima kahekordne termotöötlus ei mõjutanud emmentali juustude valmistamise käiku, kuid saastemikrofloora vähenemise arvel tõusis oluliselt juuretiste osatähtsus, mis parandas juustude organoleptilisi näitajaid ja tõstis nende kvaliteeti. Seega kahekordset termotöötlust, mida Eestis varem pole praktiseeritud, tuleks kasutada toorpiima suure bakterite üldarvu korral mitte ainult kõrge järelsoojendustemperatuuriga juustude, vaid ka teiste kõvade lõikejuustude valmistamisel.

## Kirjandus

- Ali E. A., Andrews A. T., Cheeseman G. C. Influence of storage of milk on casein distribution between the micellar and soluble phases its relationship to cheesemaking parameters. – *Journal of Dairy Research*, vol. 47, p. 371...382, 1980a.
- Ali E. A., Andrews A. T., Cheeseman G. C. Factors influencing casein distribution in cold stored milk and their effects on cheesemaking parameters. – *Journal of Dairy Research*, vol. 47, p. 383...391, 1980b.
- Burton H. Microbiological aspects. – *IDF Bulletin*, 200, p. 9...14, 1986.
- Chiavari C., Bagni A., Castagnetti G. B., Ferri G., Losi G. Physical, chemical and microbiological properties of vat milk in the Parmigiano-Reggiano cheese zone; importance and effects on technology. Cheese yield and factors affecting its control. – *IDF seminar*, 1994. – Cork Belgium, p. 55...67, 1994.
- Coghill D. M., Mutzelburg I. D., Brich S. J. Effects of thermization on the bacteriological and chemical quality of milk. – *The Australian Journal of Dairy Technology*, vol. 37, p. 48...50, 1982.
- Collins C. H., Lyne P. M., Grange J. M. *Actinomyces, Propionibacterium and Bifidobacterium*. – In: *Microbiological Methods*. – Butterworth-Heinemann Ltd. Great Britain, p. 435...438, 1995.
- EE 0105 4110 TT 29-94. Šveitsi juust. Tehnilised tingimused ja tehnoloogia. – Tallinn: Eesti Piimaliit, 1994. – 14 lk.
- EVST 594-1994. Piim. Kokkuostunõuded. – EV Majandusministeerium, 1990. – 4 lk.
- EVS 629. Piim ja piimatooted. Happesuse määramise meetodid. – Eesti Standardiamet, 1994. – 6 lk.
- EVS 649. Piim ja piimatooted. Bakterite arvu määramine. – Eesti Standardiamet, 1994. – 8 lk.
- Fox P. F. Rennets and their action in cheese manufacture and ripening. – *Biotechnology and applied biochemistry*, 10, p. 522...535, 1988.
- Ghosh B. C., Steffel A., Kessler H.-G. Rennetability of milk containing different heat-denatured whey protein. – *Milchwissenschaft*, 51(1), p. 28...31, 1996.
- Gilles J., Turner K. W., Martley F. G. Swiss-type cheese. I Manufacturing and sampling procedures. – *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology*, vol. 18, p. 109...115, 1983.
- Griffiths M. W., Phillips J. D., Muir D. D. The effects of sub-pasteurisation heat treatments on the shelf-life of milk. – *Dairy Industries International*, 51(5), p. 31...35, 1986.
- Harrigan W. F., McCance M. E. *Laboratory methods in food and dairy microbiology*. London: Academic Press, 1976. (by Valion laboratorion menetelmia II – Helsinki. Menetelmä 10, 1984.)
- IDF Standard 117:1983 and IDF Standard 117A:1988. Yogurt. Enumeration of characteristic microorganisms. Colony count technique at 37 °C. – *IDF General Secretariat*, July 1989, p. 4.

- IDF Standard 5B:1986. Cheese and processed cheese products. Determination of fat content – gravimetric method. – 14 pp.
- IDF Standard 122A:1988. Milk and milk products. Preparation of samples and dilutions for microbiological examination. – p. 6.
- Johnston D. E., Murphy R. J., Gilmour A., McCuiggan J. T. M., Mullan W. M. A. Maturation and quality of Cheddar cheese from thermized cold stored milk. – *Milchwissenschaft*, 43, p. 211...215, 1988.
- Johnston D. E., Murphy R. J., Gilmour A., McCuiggan J. T. M., Rowe M. T., Mullan W. M. A. Manufacture of Cheddar cheese from thermized cold-stored milk. – *Milchwissenschaft*, 42(4), p. 226...231, 1987.
- Leslie M., Nsofor L. Variation in curd firmness of cold-stored raw milk from individual cows. – *Journal of Food Science and Technology*, vol. 3, p. 158...160, 1989.
- Linden G. Biochemical aspects. – *IDF Bulletin*, 200, p. 17...22, 1986.
- Mc Kinnon C. H., Pettipher G. L. A survey of sources of heat-resistant bacteria in milk with particular reference to psychrotrophic spore-forming bacteria. – *Journal of Dairy Research*, vol. 50, p. 163...170, 1983.
- Reimerdes E. H. New aspects of naturally occurring proteases bovine milk. – *Journal of Dairy Science*, vol. 66, p. 1591, 1983.
- Renner E. Nutritional aspects. Part I. Biochemical composition. – *IDF Bulletin*, 200, p. 27...30, 1986.
- Robinson R. K. Dairy Microbiology. The mikrobiology of Milk. – London, v. 1, 1983. – p. 258.
- Soda M. E. The autolytic properties of several cheese – related microorganisms. Ripening and quality of cheeses. – *Bulletin of the IDF* 317, p. 32, 1996.
- Stadhouders J. Cooling and thermization as a mean to extend the keeping quality of raw milk. – *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, 34(1), p. 19...28, 1982.
- Steffel A., Kessler H. G. Incorporation of whey protein aggregates into soft cheese. Ripening and quality of cheeses. – *Bulletin of the IDF*, 317, p. 41, 1996.
- Teinberg R. Populatsioonigeneetika loomakasvatustes. – Tartu, 1968. – 237 lk.
- Vedamuthu E. R., Hankin L., Ordal Z. J., Vanderzant C. Thermotolerant, thermophilic and psychrotrophic bacteria. Standard methods for the examination of dairy products – APHA. Washington D.C., p. 107...113, 1978.
- Velasco J. O. A culture medium for propionibacteria. – *Dairy Science Abstracts*, 43(4), p. 288...289, 1981.