

## MONOKULTUURSETE JUURETISTE JA TERMOFIILSE SEGUJUURETISE MÕJU EMMENTALI JUUSTU TEHNOLOOGILISTELE PARAMEETRITELE NING KVALITEEDILE

P. Elias, H. Eller

**SUMMARY:** *The Effect of the Single Strain Starter Cultures and the Thermophilic Mixed Culture on Technological Parameters and Quality of Emmental Cheese. The effect of the thermophilic lactic acid and the propionic acid single strain starter cultures and the thermophilic mixed starter culture on technological parameters and quality of Emmental cheese was studied.*

*pH of vat milk, time of coagulation, pH of whey and operations durability from milk coagulation to cooking did not depend on relation between thermophilic single strains in starter and on kind of strains. The mesophilic starter determined in this period the change of acidity. The stir-out time of curd particles was 4.6–4.8 min. shorter, pH of 24 hours old cheeses 0.11–0.12 unit lower and moisture content 1.2–1.5% lower than in cheeses, made with the thermophilic mixed starter TMB. Differences on same regime of temperature were caused by stable relation between thermophilic lactic acid streptococci and lactobacilli of monocultures starters and their higher activity to produce lactic acid on stir-out of curd particles and on pressing of the cheeses.*

*Upon making the thermophilic mixed bulc starter TMB, the relation between streptococci and lactobacilli changed and the activity of cultures was hardly controllable. Differences of pH and moisture content between the test and control cheeses in warm room ripening disappeared. The exchange of propionic acid bacteria cultures did not affect cheesemaking technological parameters, pH of 24 hours old cheeses and the moisture content of cheeses.*

*The flavour and arome, consistence and texture of 3 month old cheeses, made with the thermophilic single strain starter cultures were essentially better than those of cheeses made with the thermophilic mixed starter culture TMB.*

*Using of propionic acid bacteria cultures which grew well with thermophilic and mesophilic lactic acid starter cultures improved essentially the texture, flavour and arome of cheeses.*

*Therefore, the types of Streptococcus thermophilus and Lactobacillus helveticus, the relation between them, their activeness and the use of propionic acid bacteria culture suitable to grow with them and with Lactobacillus casei were essentially important to improve the quality of Emmental cheese.*

Kogu maailmas on hinnatud kõrge järelsoojendustemperatuuriga kõvad lõikejuustud. Nende hulka kuulub ka emmentali juust, mille tootmist Eestis alustati 1960. aastate lõpul Paides. Meil olid küll šveitsi juustu tootmise pikaajalised kogemused toorpiima kasutamisel, kuid piima omaduste muutudes ja suurtootmise tingimustes ei olnud need sobivad. Püüti rakendada Nõukogude Liidus kasutatavat tehnoloogiat, mis meie tingimustes oli sisuliselt uurimata. Tootmine käivitus ja suurenes ning toodang realiseeriti peamiselt Venemaale, kuid juustu kvaliteet jäi madalaks. Nii toodeti 1981. a. kõrgema sordi juustu 21,9%, 1982. a. 10,9%, 1983. a. 14,2%, 1984. a. 16,9%, 1985. a. 21,1% ja 1986. a. 34,0%. Et polnud loota kvaliteedi olulist tõusu, alustati uurimistöid emmentali juustu tehnoloogia teaduslike aluste väljaselgitamiseks. Üheks osaks selles töös oli uurida termofiilsete piimhappebakterite ja propioonhappebakterite monokultuuride kasutamise mõju juustude tehnoloogilistele näitajatele ning kvaliteedile. Eestis analoogilisi uuringuid varem tehtud ei ole. Kirjandusest selgus, et üksikuid küsimusi on suuremal või vähemal määral eri maades küll uuritud, kuid

mitte seoses juustuga või erinevate juustuliikide juures erineva sihitusega (Gilles jt., 1983; Turner jt., 1983; Martirosjan, 1985).

## Materjal ja meetodika

Emmentali juustu valmistamise katsed viidi läbi Paide Piimakombinaadis. Juustukatseteks telliti erinevatest laboratooriumidest juuretiste kultuure, millest kasutamiseks valiti välja järgmised: VNIIMS-I Altai filiaalist *Streptococcus thermophilus* 1284, *Lactobacillus helveticus* 3035 ja termofiilsete laktobakterite segujuuretist TMB; Eesti Piimaliidu laboratooriumist *Lactobacillus casei* T ja propioonhappebakterite vedelkultuur; Chr. Hanseni laboratooriumist *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii* PS.

Vastuvõetud piim puhastati piimapuhastiga, normaliseeriti, pastöriseeriti (72...74 °C; 20...25 sek.) ja jahutati temperatuurini 9...13 °C ning valmitati 16...20 tundi 0,10...0,15% mesofiilsete laktokokkide juuretisega. Valmitatud piim soojendati temperatuurini 32...33 °C ja nii katse- kui ka kontrolltegude valmistamisel lisati täiendavalt veel 0,7...1,0% mesofiilset laktokokkide juuretist. Esimeses katseseerias lisati piimale monokultuursetest juuretistest 0,35...0,45% *Streptococcus thermophilus*'t 1284, 0,15...0,20% *Lactobacillus helveticus*'t 3035, 0,02% *Lactobacillus casei* T-d ja 0,1 ml/100 l propioonhappebakterite tööstuses kasutatavat Eesti Piimaliidu laboratooriumi kultuuri. Teises samal ajal valmistatud katseseerias juustupiimale lisatavate piimhappebakterite kogust ja liigilist koostist ei muudetud, v.a. propioonhappebakterite kultuur, mis asendati samas koguses laboratooriumis testitud *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii* PS-ga.

Kontrollkatsetel nii nagu tööstuses tootmiselgi lisati piimale 0,60% termofiilsete kultuuride segujuuretist TMB, mille tüveline koostis ja liikidevaheline suhe oli teadmata, ning 0,1 ml/100 l Eesti Piimaliidu laboratooriumi propioonhappebakterite kultuuri.

Juustud valmistati vastavalt tehnoloogilisele juhendile TT 49 871-83. 3 kuu vanused juustud hinnati Paide Piimakombinaadis selleks atesteeritud komisjoni poolt 100-punktilises skaalas (GOST 7616-55).

Aega ja temperatuuri mõõdeti riiklikult kontrollitud mõõteriistadega, pH-d EV-74 ja Sentron pH-system 1001 pH-meetriga vastavalt seadme kasutusjuhendile. Piima ja vadaku üldhappesus määrati tiitrimisel 0,1 n NaOH-lahusega fenoolftaleiini juuresolekul (Ivašura, 1989). Toorjuustude ja 3 kuu vanuste juustude rasvasisaldus määrati IDF Standard 5B:1986, niiskuse- ja kuivainesisaldus GOST 3626-73 järgi.

## Uurimistulemused

Termofiilsete monokultuursete juuretistega tehtud emmentali juustu katse- ja kontrolltegude valmistamisel kasutatud toorpiim sisaldas 3,6...4,1% rasva ja 3,2...3,5% valku, kusjuures somaatiliste rakkude arv oli alla 400 000/ml, tihedus üle 1027 kg/m<sup>3</sup> ja külmumistäpp < -0,515 °C. Kui hinnati kasutatud piima bakterioloogilisi näitajaid ja füüsikalise-keemilisi omadusi koos, siis kuulus piim EVS 594:1994 järgi I sorti. Piima viis I sorti bakterite üldarv, kuna ülejäänud näitajad vastasid kõrgema sordi nõuetele.

Katsetes kasutatud toorpiima happesus oli 16,0...17,0 °Th ja pH 6,66...6,74, kusjuures happesus muutus sõltuvalt katse sooritamise aastaajast, kuid katse- ja kontrolltegude vahelisi olulisi erinevusi ei olnud (tabel 1). Valmitamisel piima pH ei muutunud ja jäi keskmiselt 6,69...6,70 piiresse.

Võrdsete koguste mesofiilsete ja termofiilsete juuretiste kasutamisel ei tekkinud erinevusi katse- ja kontrolltegude piimade pH väärtuste vahel ning laapumisaegades (tabel 1). Vadaku happesuse muutus ja tehnoloogiliste operatsioonide kestus kuni juustutera järelikuivatuseni oli nii katse- kui ka kontrolltegudel praktiliselt ühesugune ning olulise sõltuvuseta termofiilsete juuretiste erinevast tüvelisest kooslusest. Happesuse tõusu sel perioodil määras mesofiilsete juuretiste lisatud kogus ja aktiivsus, sest mesofiilset juuretist oli ligikaudu kaks korda rohkem kui termofiilseid juuretisi ja temperatuur nende arenguks soodne.

**Tabel 1.** Emmentali juustu tehnoloogilised parameetrid, kui kasutati juuretisena termofiilseid monokultuure ja termofiilset segujuuretist TMB**Table 1.** The technological parameters of Emmental cheese, when was used the thermophilic single strain starter cultures and the thermophilic mixed culture TMB

Juustuvalmistamise tehnoloogiline parameeter  <i>The technological parameter of cheesemaking</i>	Termofiilsete monokultuursete juuretiste kasutamine		Termofiilsete monokultuursete juuretiste ja valitud propioonhappebakterite kultuuride kasutamine		Termofiilse segujuuretise TMB kasutamine	
	<i>Using of the thermophilic single strain starter cultures</i>		<i>Using of the thermophilic single strain starter cultures and the selected propionic acid bacteria cultures</i>		<i>Using of the thermophilic mixed starter culture TMB</i>	
	Katseseeria/Series 1		Katseseeria/Series 2		Kontroll/Control	
n = 6	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	2	3	4	5	6	7
Piima happesus, °Th <i>Acidity of milk, °Th</i>	16,2	0,4	16,3	0,4	16,2	0,4
Piima pH <i>pH of milk</i>	6,71	0,02	6,70	0,03	6,71	0,02
Pastöriseerimistemperatuur, °C <i>Temperature of pasteurization, °C</i>	72	0,0	72	0,0	72	0,0
Juuretist piima valmitamiseks, % <i>Starter for ripening of milk, %</i>	0,10	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00
Valmitamistemperatuur, °C <i>Temperature of ripening, °C</i>	10,2	1,0	10,0	0,9	10,2	1,0
Piima pH pärast valmitamist <i>pH of milk after ripening</i>	6,70	0,02	6,69	0,02	6,70	0,02
Juuretis, % / Starter, %	1,44	0,11	1,46	0,10	1,45	0,07
mesofiilne, % <i>mesophilic, %</i>	0,85	0,07	0,87	0,10	0,85	0,07
termofiilne (TMB), % <i>thermophilic (TMB), %</i>	–	–	–	–	0,60	0,00
<i>S. thermophilus</i> 1294, %	0,40	0,40	0,40	–	–	–
<i>L. helveticus</i> 3035, %	0,17	0,0	0,17	–	–	–
<i>L. casei</i> T, %	0,02	0,0	0,02	–	–	–
Propioonhappebakterite kultuur, ml/100 l <i>Cultures of propionic acid bacteria, ml per 100 l</i>	0,10	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00
CaCl <sub>2</sub> , g/100 l	20,0	0,0	20,0	0,0	20,0	0,0
Piima pH enne laapumist <i>pH of milk before renneting</i>	6,56	0,03	6,57	0,04	6,58	0,05
Piima temperatuur kalgenemisel, °C <i>Temperature of milk during coagulation, °C</i>	33,0	0,0	33	0,0	33,0	0,0
Kalgenemise aeg, min. <i>Time of coagulation, min.</i>	34,3	3,6	33,7	3,4	35,2	4,5
Kalgendi lõikamine ja eelkuivatus, min. <i>Cutting the coagulum and stirring, min.</i>	35,1	0,4	35,5	1,2	35,0	0,0

Tabeli 1 järg / Table 1 continue

1	2	3	4	5	6	7
Vadaku pH <i>pH of whey</i>	6,50	0,04	6,51	0,04	6,52	0,05
Vadaku pH enne järelsoojendust <i>pH of whey before scalding</i>	6,49	0,04	6,48	0,03	6,51	0,05
Järelsoojenduse aeg, min. <i>Time of scalding, min.</i>	21,2	1,2	20,8	1,6	21,3	1,2
Järelsoojendustemperatuur, °C <i>Temperature of scalding, °C</i>	54,0	0,0	54,0	0,0	54,0	0,0
Järelkuivatuse aeg, min. <i>Time of stirring off, min.</i>	29,2	2,9	27,8	1,9	33,8	1,7
Vadaku pH enne vormimist <i>pH of whey before moulding</i>	6,34	0,03	6,32	0,03	6,38	0,05
Juustuvalmistamise aeg laabi lisamisest vormimiseni, min. <i>The time of cheesemaking from adding of rennet to moulding, min.</i>	119,8	4,1	117,8	4,0	125,3	3,7
Juustuvalmistamise aeg juuretise lisamisest vormimiseni, min. <i>The time of cheesemaking from adding of starters to moulding, min.</i>	140,1	5,1	137,1	3,8	144,3	2,6
24 tunni vanuse juustu pH <i>pH of 24 hours old cheese</i>	5,28	0,06	5,29	0,05	5,40	0,06
24 tunni vanuse juustu niiskusesisaldus, % <i>Moisture content of 24 hours old cheese, %</i>	39,0	0,4	39,1	0,4	40,5	0,5
3 kuu vanuse juustu pH <i>pH of 3 months old cheese</i>	5,59	0,04	5,62	0,11	5,61	0,05
3 kuu vanuse juustu niiskusesisaldus, % <i>Moisture content of 3 months old cheese, %</i>	37,4	0,5	38,4	0,67	37,4	0,5
3 kuu vanuse juustu rasvasisaldus kuivaines, % <i>Fat content in dry matter of 3 months old cheese, %</i>	46,2	0,5	46,2	0,7	45,9	0,7

Katsejuustude tera järelkuivatus oli keskmiselt 4,6 min. lühem ( $P < 0,01$ ) kui TMB-ga valmistatud juustudel. Juustutera kuivamine on seotud vadaku happesuse muutusega ja selle intensiivne kasv kiirendab vadaku eraldumist terast (Lablée, 1989). Termofiilsete monokultuursete juuretiste kasutamisel oli pH langus juustutera järelkuivatusel mõnevõrra suurem, kuid oluline erinevus tekkis alles juustude pressimisel. Pärast pressimist oli 24 tunni vanuste katsejuustude pH  $5,28 \pm 0,06$  ning jäi soovitatava piiresse (Gilles jt., 1983; EE 01054110 TT 29-94), kuid TMB kasutamisel oli pH 0,12 võrra kõrgem ( $P < 0,01$ ), jäädes soovitatava ülemisele, juustude võimaliku varase paisumise ohu piirile.

Võrreldes 24 tunni vanuste juustude veesisaldust selgus, et monokultuursete juuretistega juustudel oli see keskmiselt  $39,0 \pm 0,4\%$  ja TMB kasutamisel  $40,5 \pm 0,5\%$  (tabel 1). 1,5% erinevus ( $P < 0,01$ ) sai tekkida ühesugustel pressimistingimustel ainult happesuse erinevusest juustutera järelkuivatusel, eriti aga juustude pressimisel. Temperatuur ja happesus juustude valmistamisel toimivad koos alates piima kalgendamiseni kuni vadaku eraldumiseni, kusjuures temperatuuril on domineeriv osa katlatöödel, happesusel aga vormimisel ja pressimisel ning happesuse pidurdumine põhjustab juustude kõrgemat veesisaldust (Lablée, 1989). Turneri jt. (1983) järgi võivad šveitsi juustu tüüpi juustude veesisaldust muuta need parameetrid, mis mõjutavad *S. thermophilus*'e piimhappe moodustamise intensiivsust ja produktiooni, näiteks *S. thermophilus*'e juuretise kogus, kasutatav tüvi ja juustutera eelkuivatuse

aeg. Katsetesse programmeeritud erinevus oli juuretistes. Katsetes kasutatud juuretised kasvatati välja aktiivsetest tüvedest, iga tüvi eraldi, ja viidi juustupiima kindlas vahekorras. Segujuuretiste kasutamisel on kultuuride vahekorra ja üksikute liikide aktiivsuse kontroll raskendatud ning muutused paratamatud, kui tarbejuuretise valmistamisel kasutatakse mitmeid vahejuuretisi või muutuva kuivainesisaldusega pulbrist taastatud lõssi. Selgus, et emmentali juustu tehnoloogilist protsessi ja happesuse muutust mõjutas oluliselt termofiilsete juuretiste valik, nende aktiivsus ja pulbrist taastatud, kuid normaalsest lõssist kõrgema kuivainesisaldusega tarbejuuretise valmistamine.

Valmimisel juustude veesisaldus vähenes ja pH tõusis, olles 3 kuu vanustel katsejuustudel vastavalt  $37,4 \pm 0,5\%$  ja  $5,59 \pm 0,04$  ning TMB-ga valmistatud juustudel  $37,4 \pm 0,5\%$  ja  $5,61 \pm 0,05$  (tabel 1). Erinevused, mis olid märkimisväärsed 24 tunni vanuste katse- ja kontrolljuustude vahel, kadusid valmimisel ja pH, vee- ning rasvasisaldus kuivaines jäid emmentali juustudele klassikalises tehnoloogias soovitatud näitajate piiresse (Gilles jt., 1983).

Monokultuursete termofiilsete juuretistega valmistatud juustud said organoleptilisel hindamisel 87,1 palli, milles maitse ja lõhna hinne oli keskmiselt 39,3 palli, konsistentsi hinne 22,3 palli ja koetise hinne 6,5 palli (tabel 2). TMB-ga valmistatud juustude hinded olid madalamad: maitse ja lõhn 1,3 palli ( $P < 0,05$ ), konsistents 0,8 palli ( $P < 0,05$ ) ja koetis 1,5 palli ( $P < 0,01$ ) ning summaarne hinne 3,6 palli ( $P < 0,01$ ) (tabel 3).

**Tabel 2.** Emmentali juustu kvaliteet monokultuursete juuretiste ja segujuuretise TMB kasutamisel

**Table 2.** The quality of Emmental cheese when was used the single strain starter cultures and the thermophilic mixed culture TMB

Organoleptiline näitaja	Hinne (punktid) / Grade (points)					
	Termofiilsete monokultuursete juuretiste kasutamine		Termofiilsete monokultuursete juuretiste ja valitud propioonhappebakterite kultuuride kasutamine		Termofiilse segujuuretise TMB kasutamine	
<i>Organoleptic shower</i>	<i>Using of the thermophilic single strain starter cultures</i>		<i>Using of the thermophilic single strain starter cultures and the selected propionic acid bacteria cultures</i>		<i>Using of the thermophilic mixed starter culture TMB</i>	
n = 6	Katseseeria/Series 1		Katseseeria/Series 2		Kontroll/Control	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Maitse ja lõhn <i>Flavour and arome</i> (max 45,0)	39,3	0,5	40,3	0,5	38,0	1,1
Konsistents <i>Consistence</i> (max 25,0)	22,3	0,5	22,5	0,5	21,5	0,5
Koetis <i>Texture</i> (max 10,0)	6,5	0,5	7,3	0,5	5,0	0,6
Summaarne hinne <i>Total</i> (max 100,0)*	87,1	1,5	89,1	1,4	83,5	1,1

\* Summaarne hinne sisaldab lisaks toodule veel värvuse (5,0), välimuse (9,0) ja pakkimise (5,0) hindeid, mis igale juustule andsid 19,0 punkti.

\* *Total grade consists after it, that which has been brought, grades for colour (5.0 points), outer appearance (9.0 points) and packaging (5.0 points) which took to every cheese 19.0 points.*

**Tabel 3.** Juustude kvaliteedi erinevus monokultuursete juuretiste ja segujuuretise TMB kasutamisel

**Table 3.** The difference of the quality between cheeses, when was used the single strain starter cultures and the mixed culture TMB

	Termofiilsete monokultuursete juuretiste ja valitud propioonhappebakterite kultuuri kasutamine <i>Using of the thermophilic single strain starter cultures and selected propionic acid bacteria culture</i> Katseseeria 2 / Series 2 n = 6	Termofiilsete monokultuursete juuretiste kasutamine <i>Using of the thermophilic single strain starter cultures</i> Katseseeria 1 / Series 1 n = 6
Termofiilse segujuuretise TMB kasutamine <i>Using of the thermophilic mixed starter culture TMB</i> Kontroll / Control n = 6	maitse ja lõhn <i>flavour and aroma</i> d=2,3 P<0,01 konsistents <i>consistence</i> d=1,0 P<0,02 koetis <i>texture</i> d=2,3 P<0,001 summaarne <i>total</i> d=5,6 P<0,001	maitse ja lõhn <i>flavour and aroma</i> d=1,3 P<0,05 konsistents <i>consistence</i> d=0,8 P<0,05 koetis <i>texture</i> d=1,5 P<0,01 summaarne <i>total</i> d=3,6 P<0,01
Termofiilsete monokultuursete juuretiste kasutamine <i>Using of the thermophilic single strain starter cultures</i> Katseseeria 1 / Series 1 n = 6	maitse ja lõhn <i>flavour and aroma</i> d=1,0 P<0,02 konsistents <i>consistence</i> d=0,2 P<0,3 koetis <i>texture</i> d=0,8 P<0,005 summaarne <i>total</i> d=2,0 P<0,05	

Kui monokultuursete termofiilsete juuretistega valmistatud 3 kuu vanuste juustude maitse ja lõhn leiti ekspertide poolt olevat puhas ja vähe väljenduv ning konsistents rahuldav, siis augustus hinnati väikseks ja ebahütlaseks, mida üksikudel juhtudel täiendasid väikesed harvad lõhed. TMB-ga valmistatud juustudel leiti kibekat maitset ja nad olid vähese augustusega või augustuseta, kusjuures enamikul esines lõhe. Seega termofiilsetel juuretistel, nende liigilisel vahekorral ja valikul on märkimisväärne osa emmentali juustude valmistamisel kui ka kvaliteedi kujundamisel, mõjutades oluliselt maitse ja lõhna ning konsistentsi ja koetise näitajaid.

Mitmed uurijad (Antila, 1954; Fryer, Peberdy, 1977; Hollywood, Doelle, 1984; Martirosjan, 1985) on leidnud, et oluline tähtsus kõrge järelsoojendustemperatuuriga juustude maitse ja lõhna, aga veelgi enam tüüpilise koetise kujundamisel on propioonhappebakteritel. Nende valiku vajaduse selgitamiseks korraldati teine tööstuslik katseseeria, milles termofiilsete monokultuursete juuretistega koos kasutati laboratooriumis testitud *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii* PS tüve. Kontrolliks olid samal päeval samast piimast TMB-ga ja tööstuses samal perioodil kasutuses olnud propioonhappebakteritega valmistatud juustud.

Teise katseseeria juustude valmistamise katlarežiimis ja happesuse dünaamikas võrreldes esimese katseseeriaga, kus kasutati samadest tüvedest termofiilseid monokultuurseid juuretisi samasugustes kogustes, olulisi erinevusi ei olnud (tabel 1).

Võrreldes TMB-ga valmistatud juustudega ilmnisid ka teise katseseeria nagu esimesegi juures olulised erinevused 24 tunni vanuste juustude pH-s ja veesisalduses.

Seega leidis veelkordselt kinnitust termofiilsete juuretiste valiku ja nendevaheliste suhete mõju emmentali juustu tehnoloogilistele protsessidele, eriti aga toorjuustu pH-le ja veesisaldusele. Propioonhappebakterite valik katlatööde käiku ja toorjuustude näitajaid ei mõjutanud, kuna nende arvukus oli väike ning tingimused sel perioodil arenguks ebasoodsad võrreldes teiste bakteritega.

Hinnates monokultuursete termofiilsete juuretiste ja valitud propioonhappebakteritega valmistatud 3 kuu vanuste juustude kvaliteeti, selgus, et juustud olid puhta maitse ja lõhnaga, kuid väheks jäi sellele juustuliigile omast teravust ning nad said keskmiselt  $40,3 \pm 0,5$  palli (tabel 2). Juustude konsistents hinnati 22,5 palli vääriliseks ja peeti tüüpiliseks 3 kuu vanustele juustudele. Augustus oli ekspertide hinnangul Euroopas turustatavate sama liiki juustudega võrreldes väike ja sageli ka ebaühtlase paigutusega, kuid puhas, ümar ja lõhedeta, ning hinnati keskmiselt  $7,3 \pm 0,5$  palli (tabel 2).

Võrreldes esimese ja teise katseseeria juustusid selgus, et propioonhappebakterite välja-valitud tüvedest kasvatatud kultuuride kasutamine koos monokultuursete termofiilsete juuretistega tõstis juustude maitse ja lõhna hinnet 1,0 palli ( $P < 0,02$ ), koetist 0,8 palli ( $P < 0,05$ ), konsistentsi 0,2 palli ( $P > 0,3$ ) ja üldhinnet 2,0 palli ( $P < 0,05$ ) (tabel 3). Seega kõrge järelsoojendustemperatuuriga juustude kvaliteedi parandamisel on üheks oluliseks sammuks termofiilsete juuretiste liigiline vahekord, aktiivsus ja valik koos propioonhappebakteritega. Sisseostetavate juuretiste tüvede reklaamist üksi ei piisa selleks, et nad töötaksid meie tingimustes, vaid neid on vaja ka testida nii laboratooriumis kui ka tööstuses.

## Kokkuvõte

Uuriti termofiilsete piimhappebakterite ja propioonhappebakterite monokultuuride kasutamise mõju emmentali juustu tehnoloogilistele näitajatele ja kvaliteedile.

Juustupiima happesus, laapumisaeg, vadaku happesus ja operatsioonide kestus kuni järelsoojenduseeni ei sõltunud termofiilsete piimhappebakterite juuretiste tüvedevahelisest suhtest ega tüvede tüübist, sest happesuse muutust ja protsessi käiku määras sel perioodil mesofiilne laktokokkide juuretis. *Str. thermophilus*'e ja *Lactobacillus helveticus*'e monokultuursete juuretiste kasutamisel oli juustutera järelkuivatus 4,6...4,8 min. lühem ja 24 tunni vanuste juustude pH 0,11...0,12 ühiku ning niiskusesisaldus 1,2...1,5% võrra väiksem kui termofiilse segujuuretise TMB-ga juustude valmistamisel. Juustude valmides pH ja niiskusesisalduse erinevused kadusid. Erinevuse ühesugusel temperatuurirežiimil põhjustas monokultuursete juuretiste stabiilne vahekord ja happe moodustumise kõrgem aktiivsus juustutera kuivatusel ning toorjuustude pressimisel. TMB tarbejuuretise valmistamisel streptokokkide ja laktobatsillide suhe muutus ning kultuuride aktiivsus oli raskesti kontrollitav.

Propioonhappebakterite kultuuride vahetus ei mõjutanud juustude valmistamisel katlatööde parameetreid, toorjuustude pH-d ja niiskusesisaldust.

Termofiilsete piimhappebakterite monokultuuride kasutamisel olid 3 kuu vanuse emmentali juustu maitse ja lõhn, konsistents ning koetis oluliselt paremad kui segujuuretisega valmistatud juustudel.

Termofiilsete ja mesofiilsete juuretistega kooskasvule testitud propioonhappebakterite kultuuri kasutamine parandas oluliselt juustude koetist, maitset ja lõhna.

Seega emmentali juustude kvaliteedi parandamisel oli olulise tähtsusega *Streptococcus thermophilus*'e ja *Lactobacillus helveticus*'e tüüp, nende omavaheline suhe, aktiivsus ja neile ning *Lactobacillus casei*'le sobivate propioonhappebakterite kasutamine.

## Kirjandus

EE 0105 4110 TT 29-94. Šveitsi juust. Tehnilised tingimused ja tehnoloogia. Tallinn, Eesti Piimaliit, 1994. – 14.

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.

- GOST 3626-73: ГОСТ 3626-73. Молоко и молочные продукты. – Методы определения влаги и сухого вещества. Госстандарт. – Москва. – 7 с.
- GOST 7616-55: ГОСТ 7616-55. Сыры сычужные твёрдые. – Москва: Издат. стандартов, с. 18...37, 1966.
- IDF Standard 5B:1986. Cheese and processed cheese products. Determination of fat content-gravimetric method. – 10 p.
- Ivašura: Ивашура А. И. Гигиена производства молока. – Москва: Росагропромиздат, 1989, 237с.
- Lablee: Лабле Ж. Характерные ошибки, допускаемые при свёртывании молока и выделении сыворотки. Из книги: "Производство сыра: технология и качество" Пер. с фр. Б. Ф. Богомолова. Под ред. и с предисл. Г. Г. Шиллера. – Москва: Агропромиздат, 182...192, 1989.
- Martirosjan: Мартиросян А. А. Техника и технология производства швейцарского (эмментальского) сыра в СССР и за рубежом. – Арт. НИИНТИ. – Ереван, 1985. – 56 с.
- ТУ 49 871-83: ТУ 49 871-83. Сыр эментальский. Технические условия. – Москва: Издат. стандартов, 1983. – 23 с.
- Turner K. W., Martley F. G., Gilles J., Morris H. A. Swiss-type cheese. III The effect of cheese moisture of varying the rate of acid production by *Str. thermophilus*. – New Zealand Journal of Dairy Science and Technology, vol. 18, p. 125...130, 1983.