

*Maitoteknologia 100 vuotta*  
*Viri Lactis ry 60 vuotta*



***Viri Lactis***  
***2007***

### Kannen kuva

Maitoteknologian 100-vuotisjuhlaseminaarin kutsuvieraita odottamassa seminaarin alkua  
Kuvassa eturivissä vasemmalta: Professori (*Emeritus*) Matti Antila, rouva Eila Antila,  
johtaja Veijo Meriläinen, dekaani Jukka Kola. (Kuva: *Asmo Kemppinen, 2007*)

**VIRI LACTIS**  
**1/2007**

**VIRI LACTIS RY HELSINKI**

Viri Lactis –lehti 2007

30. vuosikerta

n:o 1/2007

ISSN 0356-925X

Julkaisija:  
Maitotalousylioppilaiden yhdistys  
Viri Lactis ry

Päätoimittaja  
Asmo Kemppinen

Toimitussihteeri  
Tiina Juhola

Osoite:  
Viri Lactis ry  
Elintarviketeknologian laitos  
Maitoteknologia, Viikki  
PL 66, 00014 HELSINGIN YLIOPISTO

Ilmoitushinnat:

koko	mainos (euroa)
------	----------------

takasivu	200
1/1	150
½	100

Lehti ilmestyy 1–2 kertaa vuodessa  
Vuosikerta 10 euroa (yksityiset), 30 euroa (yritykset ja yhteisöt)

Helsinki 2007

Yliopistopaino

## SISÄLLYSLUETTELO

Maitoteknologia 100 vuotta Helsingin yliopistossa <i>Tapani Alatossava</i>	7
Maitorasvan uudet prosessointitekniikat ja käyttösovellukset <i>Asmo Kemppinen ja Tapani Alatossava</i>	12
Ultrasound Based Quality Control in Emmental Cheese Manufacturing <i>Antti Alavuotunki, Joonas Eskelinen, Edward Hægström and Tapani Alatossava.</i>	15
<i>Pro gradu</i> -työ pastöroidun ja ESL-maidon säilyvyydestä <i>Emmi Purhonen</i>	21
Rasvattomasta maitojauheesta ja kirnumaitotiivisteestä ennastetusta maidosta valmistettu edamjuusto ja sen aistinvarainen laatu <i>Ninna Hirsylä</i>	26
Viri Lactis ry 60 vuotta <i>Tiina Juhola ja Tea Lönngrén</i>	31
Kesä Sveitsissä <i>Outi Mäkinen, Saara Pitkänen ja Sara Ahlberg</i>	34



# Maitoteknologia 100 vuotta Helsingin yliopistossa

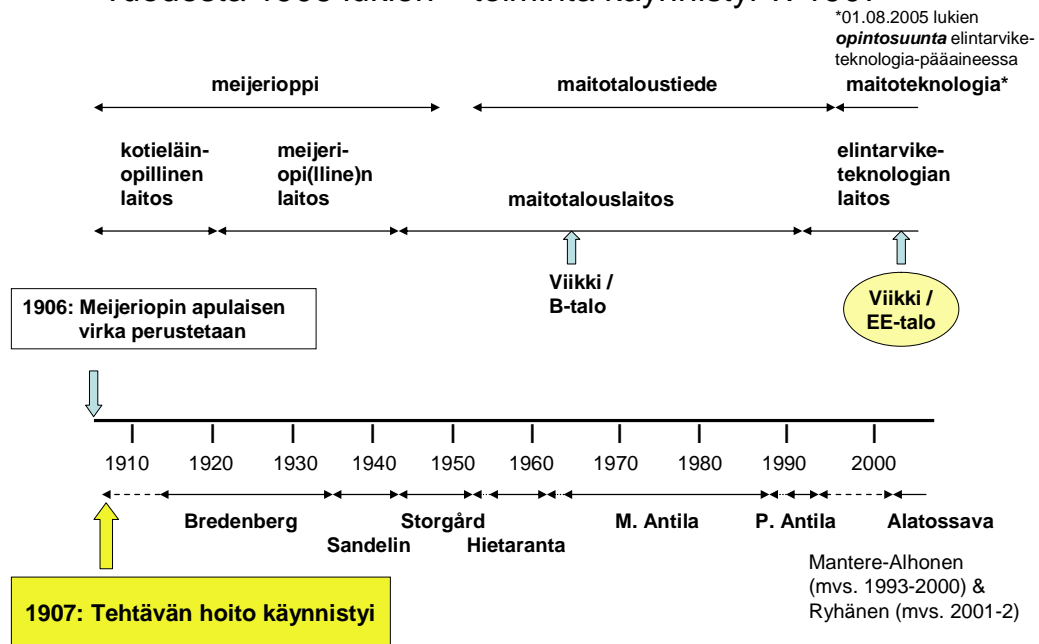
*Tapani Alatossava*  
Elintarviketeknologian laitos

## Maitoteknologia-oppiaineella pitkät perinteet Helsingin yliopistossa

Perjantaina, 21. päivänä syyskuuta 2007 pidettiin Viikissä maitoteknologia-oppiaineen juhlaseminaari, joka oli otsikoitu "Maitoteknologian opetusta ja tutkimusta 100 vuotta Helsingin yliopistossa". Juhlaseminaarin otsikko todellakin pitää paikkansa, sillä toukokuussa 1906 Helsingin yliopistoon (silloinen nimi oli Helsingin Keisarillinen Aleksanterin Yliopisto) perustettuun meijeriopin apulaisen virkaan nimettiin tehtävää hoitamaan filosofian maisteri Gustaf Adolf Bredenberg vuonna 1907. Näin meijerialan tutkimusta ja opetusta on virkatyönä yliopistossamme tehty nyt 100 vuotta (Kuva 1). Bredenberg väitteli vuonna 1912 maitorasvapallosten kelmurakenteista ("Beiträge zur Kenntniss der Hüllen der Milchfettkugeln"), mitä aiheena voi pitää edelleenkin yllättävän ajankohtaisena ja mielenkiintoisena. Apulaisen virka muutettiin vuonna 1921 annetulla asetuksella ylimääräisen professorin viraksi, ja apulaisen viran haltijana tuohon asti toiminut tohtori Bredenberg siirrettiin tähän uuteen virkaan. Hän toimi professorin virassaan aina eläkkeelle siirtymiseen asti, 30.8.1934. Bredenbergin jälkeen meijeriopin/maitoteknologian professorin virkaan Helsingin yliopistossa on nimitetty kaikkiaan kuusi henkilöä: Arne Elias Sandelin (1935-1943), Torsten Storgård (1944-1953), Matti Hietaranta (1954-1962), Matti Antila (1964-1989), Pirkko Antila (1991-1994) ja Tapani Alatossava (2002 lukien). Prof. (emer.) Matti Antila, joka juhlaseminaarissamme piti sykähdyttävän katsauksensa meijeritoiminnan käännekohdista, on ollut pisimmän ajan meijeriopin/maitoteknologian professorin virkaan nimitettynä, 25 vuotta. Sadan vuoden aikana on oppiaineen nimi muuttunut kunkin ajanhengen mukaisesti. Samoin oppiaineen kotilaitoksen nimi on matkan varrella muuttunut. Viikin upouusiin B-talon tiloihin silloinen maitotaloustiede siirtyi syksyllä 1964 kantakaupungista. Me tämän polven maitoteknologit ja maitoteknologian opiskelijat olemme saaneet olla todistamassa elintarviketeknologian laitoksen ja sen oppiaineiden muuttoa vuoden 2004 alussa upouusiin tiloihin EE-taloon.

Merkittävää tässä uudessa EE-talon toimintaympäristössä oppiaineemme kannalta oli tiloiltaan ja laitekannaltaan toimivan koemeijerin saaminen oppimis- ja tutkimusympäristön ytimeksi keväästä 2005 lukien, juuri ennen kuin uusi tutkintorakennejärjestelmä Suomen yliopistoissa otettiin käyttöön 1.8.2005 lukien. Tällöin kaikilla elintarviketeknologian koulutusohjelmaan hyväksytyillä uusilla opiskelijoilla on yhteinen pääaine, elintarviketeknologia, jossa on maisterivaiheessa mahdollisuus erikoistua neljän opintosuuntavaihtoehdon pohjalta, lihateknologiaan, maitoteknologiaan, viljateknologiaan tai yleiseen elintarviketeknologiaan. Kaikenkaikkiaan kuluneet viime vuodet ovat olleet maitoteknologia-oppiaineen kannalta huomattavia muutosten vuosia.

MEIJERIOPPI / MAITOTALOUSTIEDE / MAITOTEKNOLOGIA  
OPPIAINEENA HELSINGIN YLIOPISTOSSA  
vuodesta 1906 lukien – toiminta käynnistyi v. 1907



Kuva 1.

### Opetuksen tavoitteet ja haasteet maitoteknologian opintosuunnassa Viikissä

Yliopiston tehtävänä yhteiskunnassa on tuottaa tutkimuksen kautta uutta tietoa ja antaa tutkimukseen perustuvaa korkeinta opetusta sekä tehdä nämä yhteistyössä ja vuorovaikutuksessa yliopiston ulkopuolisten toimijoiden kanssa (ns. YVV, yhteiskunnallinen vuorovaikutus). Maitoteknologia-oppiaine on yliopistollisena oppiaineena edustettuna Suomessa vain Helsingin yliopistossa, minkä vuoksi oppiaineella on valtakunnallinen, ylimmän yliopistollisen tutkimuksen ja opetuksen toteutusvastuu maitoteknologian alalla. Se on haastava tehtävä tilanteessa, jossa Helsingin yliopiston perusrahoituksesta tulee oppiaineen käyttöön vain kaksi virkaa (professorin virka, mitä hoitaa allekirjoittanut sekä lehtorin virka, mitä hoitaa ETM Asmo Kempainen). Onneksi yhteistyösopimuksella Valio Oy:n kanssa maitoteknologia-oppiaine saa tutkimuksensa ja opetuksensa käyttöön meijeri-insinööri Jyri Rekosen työpanoksen Viikin koemeijerissä. Lisäksi täydentävällä tutkimusrahoituksella työskentelevät laitoksella maitoteknologian jatko-opiskelijat (tällä hetkellä ETM Asmo Kempainen lisäksi MSc Lourdes Mato Rodriguez ja DI Antti Alavuotunki) ja tutkijat (tällä hetkellä tutkijatohtori, PhD Patricia Munsch-Alatossava ja vanhempi tutkija, FT Eine Huttunen 31.12.2007 saakka) antavat keskeisen panoksen oppiaineen tutkimustehtävän hoitamisessa, mutta myös merkittävän lisäresurssin maitoteknologian syventävään opetukseen antamalla opetusta omilla erikoisosaamisaloillaan, esim. laboratoriokurssitöiden ja teemaluentojen muodossa. Lisäksi maitoteknologian alan dosentit – prof. (emer.) Esko Uusi-Rauva, prof. Hannu Korhonen/MTT, tuotekehitysjohtaja Matti Harju/Valio T&K – tuovat yliopiston ulkopuolista osaamista antamansa dosenttiopetuksen kautta maitoteknologian opiskelijoiden käyttöön.



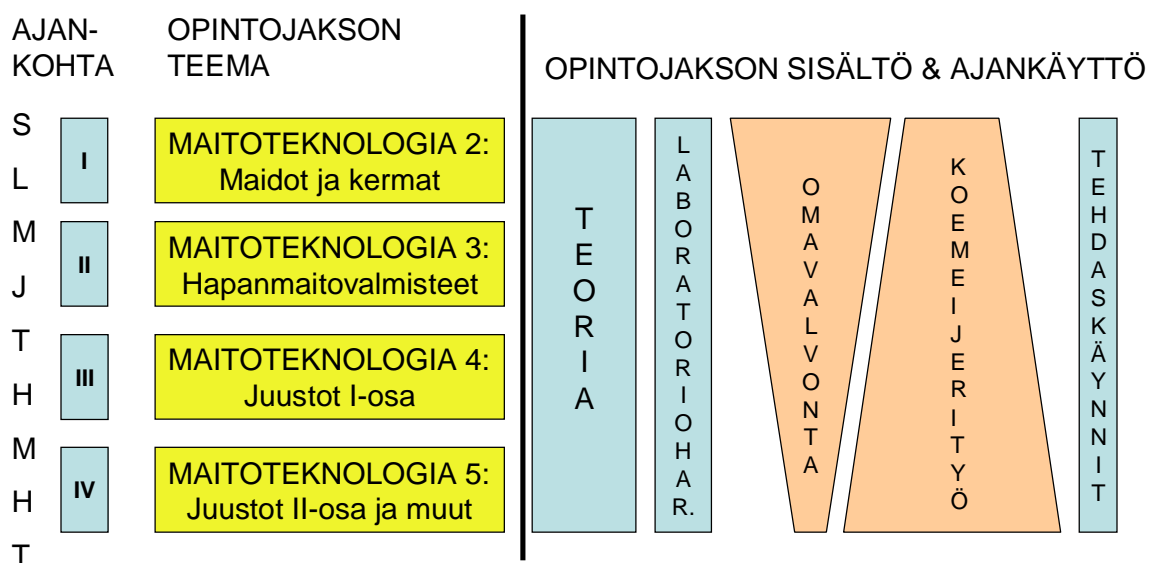
Yliopistollisen opetuksen tavoitteina on antaa sisällöllisesti relevanttia, ajanmukaista ja riittävän laaja-alaista ja toisaalta riittävän syvällistä tietoa tarkasteltavan oppiaineen alalta. Maitoteknologian osalta nämä tavoitteet tulevat erityisen haasteellisiksi toisaalta siksi, että uuden tutkintorakenteen vuoksi maitoteknologian alan opintojaksot joudutaan sijoittamaan vasta maisterivaiheeseen, sillä kandidaattiopinnot elintarviketeknologia-pääaineessa ovat yhteiset, eivätkä näin sisällä opintosuuntakohtaisesti eriyttäviä opintoja. Näin keskeiset maitoteknologian opintojaksot joudutaan sijoittamaan yhden opiskeluvuoden ajanjaksolle aikaisemman n. 3 opiskeluvuoden ajanjakson asemasta. Toisaalta maitoteknologien työtehtävissä vaaditaan nykyisin entistä enemmän elintarvike-valvontaan ja omavalvontaan liittyvää asiantuntijaosaamista, mikä on myös pystyttävä huomiomaan ajanmukaisen opetuksen sisällöissä. Kuvassa 2 on yhteenveto siitä, miten nyt käyttöönotetussa maitoteknologian opintosuunnassa pääaineen syventävät opinnot on organisoitu aikataulullisesti, teemallisesti sekä toiminnallisesti kunkin neljän keskeisen maitoteknologiapintojaksomodulin (9 op) osalta ja sisällä.

Kuluva lukuvuosi 2007–2008 on todellinen uusien maitoteknologian opintojaksojen toteutuksen sisäänajovuosi, mikä on edellyttänyt syyslukukaudella 2007 ja edellyttää vielä kevätlukukauden 2008 aikana opintopäiväkohtaisten aikataulujen sekä laatimista ja toteuttamista. Tämä on ollut jo tähän mennessä siinä määrin iso ponnistus, ettei esim. ns. virtuaalimeijerihanketta, so. maitoteknologian opetuksen virtuaalisen opetusympäristön kehittämistä ja hyödyntämistä opetuksessa, ole voitu toteuttaa samanaikaisesti, vaan siihen palataan, kun tämä sisäänajolukuvuosi on saatu suoritetuksi. Nyt olemme urakan puolivälissä. Me opettajat olemme myös mielenkiinnolla halunneet kuulla palautetta meidän kurssilaisiltamme erityisesti siitä, miten opetuksen toteutus on toiminut ja mitä puutteita on ilmennyt, jotta mahdollisimman nopeasti voisimme tältä osin tehdä korjausliikkeitä jo tulevien opintojaksojen osalta ja varsinkin seuraavia vuosikursseja varten.

#### OPETUKSEN TOTEUTTAMISEN JA OPPIMISEN TAVOITTEET:

- 1) Teorian ja havainnon / käytännön sitominen (oppimisen tehostaminen)
- 2) Opetusteknologisten työkalujen hyödyntäminen (oppimisen tehostaminen)

#### Maisteriopinnot (120 op) / 1. vuosi – maitoteknologian os.



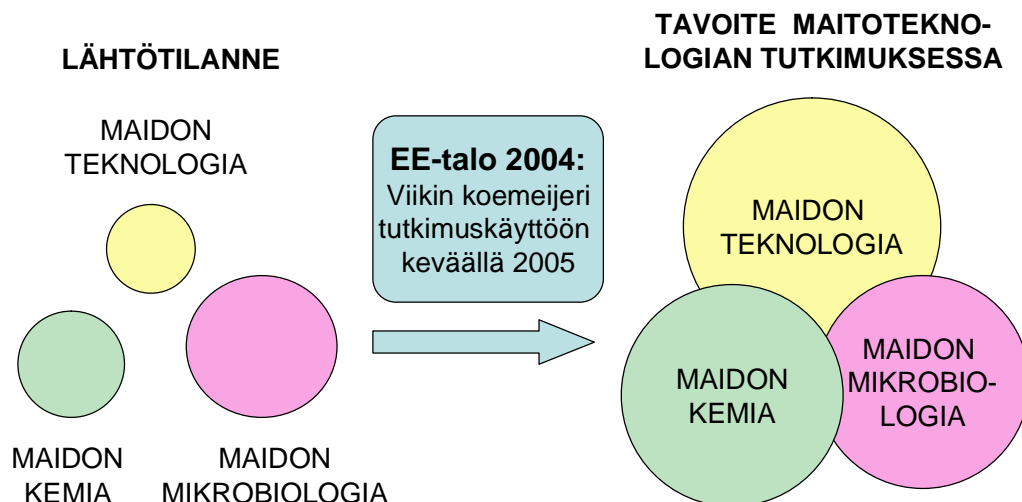
Kuva 2.

## Maitoteknologian tutkimuksen kehittämistavoitteista Viikissä

Viikin koemeijerin uudet tilat ja laitteet EE-talossa ovat olleet keskeinen edellytys maidon teknologiaan liittyvän tutkimuksen käynnistämiseksi, sillä siinä määrin teknologiatutkimus on riippuvainen mahdollisuudesta valmistaa maitotuotteita mitassa ja olosuhteissa, jotka ainakin keskeisiltä osiltaan vastaavat todellisia prosessiolosuhteita. Maitoteknologinen tutkimus Helsingin yliopistossa on perinteisesti keskittynyt maidon kemian ja maidon mikrobiologian osa-alueille ja maidon teknologinen tutkimus tarvittavan infran puuttumisen vuoksi on ollut suhteettoman vähäistä verrattuna sen keskeiseen rooliin maitoteknologisen tutkimuksen kentässä (Kuva 3). Siksi keskeisin kehittämistavoite Viikissä suoritettavassa maitoteknologisessa tutkimuksessa on maidon teknologiatutkimuksen merkittävä vahvistaminen. Tämä pyritään toteuttamaan fokuoimalla erityisesti elintarvikebioteknisten sovellusten sekä meijeriprosessien ja maitovalmisteiden mittausteknisten sovellusten tutkimukseen, koska toisaalta pienenä tutkimusyksikkönä on järkevää erikoistua ja toisaalta Viikki tarjoaa poikkeuksellisen hyvän toimintaympäristön erityisesti biotekniikan tutkimukselle tässä yhteydessä. Toinen kehittämistavoite on saada laitoksella toteutettavien maidon kemian, maidon mikrobiologian ja maidon teknologian tutkimusaktiviteettien kesken enemmän synergiaa ja yhteenliimautumista, jolloin vuosien tutkimustyön tuloksena kertyneestä erikoisosaamisesta saadaan laajempi, interaktiivisempi ja pysyvämpi kokonaisvaikutus, minkä myös ulkopuoliset yhteistyö- ja rahoittajatavat huomaavat paremmin.

Tutkimusstrategian mukaisten tavoitteiden muuttaminen käytännön toimenpiteiksi ja onnistumiseksi vaatii sitkeää, vuosien työtä. Mitä arvokasta ei synny helpolla. Mutta, jos tavoitteet ovat riittävän haastavia, kunnianhimoisia ja palkitsevia, uskon, että tavoitteiden saavuttamiseen ollaan myös valmiita panostamaan oma älyllinen kapasiteetti.

## MAITOTEKNOLOGIAN TUTKIMUKSEN KEHITTÄMISEN HAASTEET VIKISSÄ: Osa-alueiden synergia ja painotukset



Kuva 3.

Lopuksi haluan kiittää maitoteknologian tutkimusryhmää, sen opettajia, tutkijoita ja opiskelijajäseniä, kuluneesta työntäyteisestä vuodesta 2007 sekä maitoteknologian opiskelijoita aherruksesta opiskelussa ja hyvästä yhteistyöstä ja palautteesta maitoteknologian opetuksen kehittämässä Viikissä. Maitoteknologialla on mahdollisuus kehittyä myös seuraavat 100 vuotta Helsingin yliopistossa, ja se on osin myös meistä kiinni.



# Maitorasvan uudet prosessointiteknologiat ja käyttösovellukset

*Asmo Kemppinen ja Tapani Alatossava*  
Elintarviketeknologian laitos

Elintarviketeknologian laitos (maitoteknologia) on mukana yhtenä tutkimuslaitosapuolena vuonna 2007 käynnistyneessä TEKESin SymBio-hankkeessa "Maitorasvan uudet prosessointiteknologiat ja käyttösovellukset", josta käytetään tässä kirjoituksessa nimeä MilkFat-hanke. Hankkeessa tutkitaan mahdollisuuksia laajentaa maitorasvan teollista hyödynnettävyyttä kehittämällä uusia bioteknisiä prosessointimenetelmiä ja tuottamalla modifioimatonta maitorasvaa terveellisempiä rasvajakeita elintarviketeollisuuden käyttöön. Samalla etsitään maitorasvajakeille uusia käyttösovelluksia esimerkiksi rehujen, bioöljyjen ja biopolttoaineiden raaka-aineina. MilkFat-hankkeen tutkimuslaitosapuolina ovat elintarviketeknologian laitoksen lisäksi VTT ja hankkeessa koordinaattorina toimiva Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT. Koko hankkeen vastuullisena johtajana on professori Hannu Korhonen (MTT). Yritysosapuolina hankkeessa ovat Valio Oy, Rehuraisio Oy, Roal Oy ja Neste Oil Oyj.

SymBio – Biotekniikasta tuotantoon 2006–2011 – on yksi TEKESin teknologiaohjelmista, joilla pyritään teknologian ja innovaatioiden kehittämiseen Suomessa. Laajasti katsottuna SymBio-ohjelman tavoitteena on uudistaa ja kehittää teollisia prosesseja ja ympäristön puhdistusta bioteknologisin keinoin. Painopistealueina ovat tuotanto- ja käsittelyprosessien kehittämisen ohella bioteknisten ympäristösovellusten sekä prosessianalytiikan, mittausten ja mallinnuksen bioteknisten sovellusten innovointi. Kaikkiaan ohjelman budjetti on huomattava eli 80 milj. euroa, josta TEKESin osuus on 50 %. Tällä rahoituspanostuksella pyritään luomaan biotekniikan alalle uusia liiketoimintamahdollisuuksia, edistämään yritysten ja tutkimuslaitosten yhteistyötä ja konkreettisesti tuomaan biotekniikkaa laboratorioista teolliseen tuotantoon.

## Tausta

Suomessa tuotetaan vuosittain noin 2300 milj. litraa ([www.maitojaterveys.fi](http://www.maitojaterveys.fi)) maitoa, jonka keskimääräinen rasvapitoisuus on 4,1–4,3 % (Luukkonen ym., 2005), joten maitorasvaa syntyy ja lostettavaksi ja kulutettavaksi arviolta noin 100 milj. kg vuodessa. Maitorasva on maailmanlaajuisestikin eläinperäisistä ravintorasvoista tärkeimpiä. Esimerkiksi voita valmistettiin vuonna 2005 maailmassa 4,2 milj. tonnia, josta määrästä lähes puolet tuotettiin EU:n alueella (Anon., 2006). Maitorasvan kulutus ja tuotanto varsinkin teollistuneissa maissa on kuitenkin ollut selvässä laskussa maitorasvaan liitettyjen terveyshaittojen, uudentyyppisten rasvavalmisteiden markkinoille tulon ja maitovalmisteiden vientitukiin (EU) liittyvien muutosten vuoksi. Näistä tekijöistä johtuen kiinnostus maitorasvan modifiointiin on jälleen herännyt.

Maitorasvan epäedulliset terveysvaikutukset on liitetty lähinnä pitkäketjuisiin, tyydyttyneisiin rasvahappoihin kuten lauriini- (C12:0), myristiini- (C14:0) ja palmitiinihappoihin (C16:0). Aivan tuoreissakin tutkimuksissa niiden on katsottu lisäävän riskiä sairastua tyypin 2 diabetekseen tai sydän- ja verisuonitauteihin (Mensik, 2006; Tholstrup, 2006). Maitorasvan epäterveellistä ima-

goa pystyttäisiin huomattavasti parantamaan, jos pitkäketjuiset rasvahapot voitaisiin poistaa maitorasvasta tai niiden määrää voitaisiin huomattavasti alentaa. Tämä tavoite on kuitenkin hyvin vaikeasti saavutettavissa perinteisillä maitorasvan fraktiointimenetelmillä, koska valtaosaan maitorasvan triasyyliglyseroli (TAG) molekyyleistä on esteröityneenä ainakin yksi C12:0–C16:0-rasvahappo (Kemppinen ja Kalo, 2006). Lisäksi C12:0–C16:0 rasvahappojen jakautuminen TAG-molekyyliden *sn*-1–3-asemiin on hyvin spesifistä ja pääpiirteissään tunnettua: lauriini- ja myristiinihaposta noin 60 % sijaitsee *sn*-2-asemassa ja jopa noin 85 % palmitiinihaposta on tasanaisesti esteröityneenä *sn*-1- ja *sn*-2-asemissa (Jensen, 2002). Spesifisillä lipaaseilla tapahtuva maitorasvan muuntelu voisi kuitenkin tarjota mahdollisuuden vähentää näiden pitkäketjuisten tyydyttyneiden rasvahappojen määrää maitorasvassa. Tämä edellyttäisi spesifisyydeltään sopivan lipaasientsyymin käyttämistä teolliseen maitorasvan modifiointiin. Valitettavasti lipaasien vaikutuksen kohdistaminen ainoastaan näihin määrättyihin rasvahappoihin TAG:ssa on haastavaa, koska vain harvojen tunnettujen rasvahappospesifisten lipaasientsyymien vaikutuksen tiedetään kohdistuvan yksinomaan C12:0–C16:0-rasvahappoihin tai vastaavasti hyvin harvojen paikkaspesifisten lipaasien tiedetään hydrolysoivan pääasiassa vain *sn*-1- tai *sn*-2-asemassa olevia rasvahappoja TAG-molekyyleissä.

## Tavoitteet

MilkFat-hankkeen keskeisimpänä tavoitteena on etsiä uusia teknologisia ja bioteknologisia menetelmiä, joilla voidaan laajentaa maitorasvan käytettävyyttä. Tavoitteeseen pyritään kehittämällä uusia entsyymaattisia ja teknologisia menetelmiä tai menetelmäkombinaatioita maitorasvan fraktioimiseen, analysoimalla saatujen fraktioiden fysikaalisia, kemiallisia ja ravitsemuksellisia ominaisuuksia ja testaamalla saatujen fraktioiden käytettävyyttä elintarvikkeissa ja rehuissa sekä soveltuvuutta non-food -sovelluksiin kuten polttoaineeksi ja bioöljyksi. Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa keskitytään erityisesti uusien, maitorasvaa spesifisesti muokkaavien lipaasientsyymien etsimiseen, fraktiointimenetelmien kehittämiseen halutunlaisten maitorasvafraktioiden tuottamiseksi ja analyysimenetelmien optimoimiseen. Jälkimmäisessä vaiheessa pääpaino on kehitettyjen prosessointimenetelmien optimoimisessa ja siirtämisessä teollisuuteen soveltuviksi.

## Toteutus

Tutkimuksen kokeellinen vaihe on vasta hyvin alkuvaiheessa. Kesällä 2007 käynnistettiin tarkoitukseen soveltuvien, nopeiden ja luotettavien lipaasientsyymien seulontamenetelmien (screening) kehittäminen kaikissa MilkFat-hankkeeseen osallistuvissa tutkimuslaitoksissa. Valmistuksessa on lisäksi laaja maitorasvan entsyymaattista muokkausta ja maitorasvan fraktiointia käsittelevä kirjallisuusselvitys, jossa on pyritty kartoittamaan maitorasvan modifioinnin nykytilaa ja mahdollisuuksia tutkimusjulkaisuihin ja patenttikirjallisuuteen perehtymällä.

MilkFat-hankkeen alkuvaiheessa pyritään löytämään maitorasvan spesifiseen muokkaukseen soveltuvia uusia lipaaseja useista eri lähteistä kuten raakamaidon psykotrofisista bakteerikannoista (HY, tutkijatohtori Patricia Munsch-Alatossavan tutkimustyönä), lipolyttisistä hapateviljelmistä (Valio Oy), non-starter viljelmistä, kasvi- ja maaperäisistä bakteerikannoista sekä pötsimikrobikannoista (MTT) ja VTT:n laajasta mikrobien kantanakoelmasta. Seulottaville lipaaseille toivottuja ominaisuuksia olisivat mm. substratispesifisyys TAG:lle, paikkaspesifisyys *sn*-1- ja/tai *sn*-2-asemiin, mutta ei *sn*-3-asemaan, ja rasvahappospesifisyys C12:0–C16:0-rasvahappoihin. Seulonnassa lupaavimmiksi arvioitujen lipaasien spesifisyys pyritään selvittämään siihen kehitetyillä menetelmillä. Entsyymit puhdistetaan ja rikastetaan myöhempiä pienen

(koeputki)mittakaavan sovelluskokeita varten. Samanaikaisesti etsitään vaihtoehtoisia menetelmiä maitorasvan modifioinniksi yhdistämällä kaupallisilla lipaasivalmisteilla tehtäviä modifiointeja perinteisiin maitorasvan fraktiointimenetelmiin (separointi, mikro-suodatus, fraktiointi). Pilot-mittakaavan tuotesovelluskokeita on tarkoitus tehdä Viikin koemeijerissä ja MTT:n tutkimusmeijerissä Jokioisissa. MilkFat-hankkeen toisessa vaiheessa teollisuuspartnereiden osuus nousee huomattavan tärkeään asemaan, kun tutkimuksen alkuvaiheessa kehitettyjä menetelmiä skaalataan teollisuuteen sopiviksi.

Osallistuminen MilkFat-hankkeeseen on erinomainen lisä maitoteknologian nykyiseen tutkimustoimintaan. Hanke sopii sisällöltään hyvin maitoteknologian perinteisesti vahvoihin tutkimusalueisiin: mikrobiologiseen tutkimukseen ja maitorasvatutkimukseen. Hanke on käynnistynyt tiiviin ja antoisan tutkimusyhteistyön merkeissä HY:n, MTT:n ja VTT:n tutkijoiden välillä. MilkFat-hankkeen suunnittelu- ja käynnistysvaiheessa käydyt intensiiviset keskustelut ovat varmasti olleet antoisia kaikille osapuolille. Odotamme luottavaisina ja innokkaina tulevien tutkimusvuosien haasteita ja erityisesti hankkeelle asetettujen tavoitteiden saavuttamista.

## **Kirjallisuus**

- Anon. 2006. The World Dairy Situation 2006. IDF Bull. 409: 1–89.
- Jensen, R.G. 2002. Invited Review: The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. J. Dairy Sci. 85: 295–350.
- Kemppinen, A. & Kalo, P. 2006. Quantification of triacylglycerols in butterfat by gas chromatography–electron impact mass spectrometry using molar correction factors for [M–RCOO]<sup>+</sup> ions. J. Chromatogr. A 1134: 260–283.
- Luukkonen, J., Kemppinen, A., Kärki, M., Laitinen, H., Mäki, M., Sivelä, S., Taimisto, A.-M. & Ryhänen, E.-L. 2005. The effect of a protective culture and exclusion of nitrate on the survival of enterohemorrhagic E. coli and Listeria in Edam cheese made from Finnish organic milk. Int. Dairy J. 15:449–457.
- Mensink, R.P. 2006. Dairy products and the risk to develop type 2 diabetes or cardiovascular disease. Int. Dairy J. 16: 1001–1004.
- Tholstrup, T. 2006. Dairy products and cardiovascular disease. Curr. Opin. Lipidol. 17: 1–10.

# Ultrasound Based Quality Control in Emmental Cheese Manufacturing

*Antti Alavuotunki<sup>1</sup>, Joonas Eskelinen<sup>2</sup>, Edward Hægström<sup>2</sup> and Tapani Alatossava<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Department of Food Technology, University of Helsinki

<sup>2</sup>Department of Physical Sciences, University of Helsinki

## Abstract

Improved quality control in Emmental cheese manufacturing would bring significant savings to the dairy industry. In a Helsinki University (HU) led ULTRACHEESE project, ultrasonic based methods are developed for non-destructive structural quality analysis of Emmental type cheese. The objective is to develop a reliable non-destructive structural defect detection method for Emmental cheese in on-line environments and study its potential to determine the end point of propionic acid fermentation stage. Preliminary results show the good potential of the method but problems arising from high attenuation and structure inhomogeneity of cheese needs still to be resolved. The project is collaboration between Electronics Research Unit (HU, Department of Physical Sciences), Dairy technology group (HU, Department of Food technology) and industrial partners Valio Oyj and JK Juusto Kaira Oy. The project is financed by Tekes and aforementioned dairy companies.

## Introduction

The manufacturing and ripening process of hard cheese require long ripening times and large storage capacity. However, only traditional destructive sampling methods, such as drilling, are employed during the process monitoring. The main monitoring needs during the process are early defect detection and propionic acid fermentation level monitoring.

Structural defects in long ripened Emmental cheese cause significant product losses. Currently, defects are detected at the packing line at the end of the production process. If the detection could be performed months earlier, with a non-destructive evaluation (NDE) method, significant savings in working capital could be implemented. The propionic acid fermentation, where the characteristic Emmental cheese eyes are formed, is monitored by analysing the samples drilled from the cheese block. In the analyses, the eye count, size and distribution are evaluated. This destructive sampling wastes cheese material because it exposes the cheese to microbiological contamination but it is also inaccurate due to a limited sampling volume. These issues emphasise the need for a new non-destructive evaluation methods for Emmental-cheese structure measurement.

In this project, ultrasound (US) based methods are employed to monitor cheese structure and its material properties non-destructively. Ultrasound has previously been used with semi-hard cheese in attempts to detect cracks [1] by evaluating transmitted or reflected ultrasound.

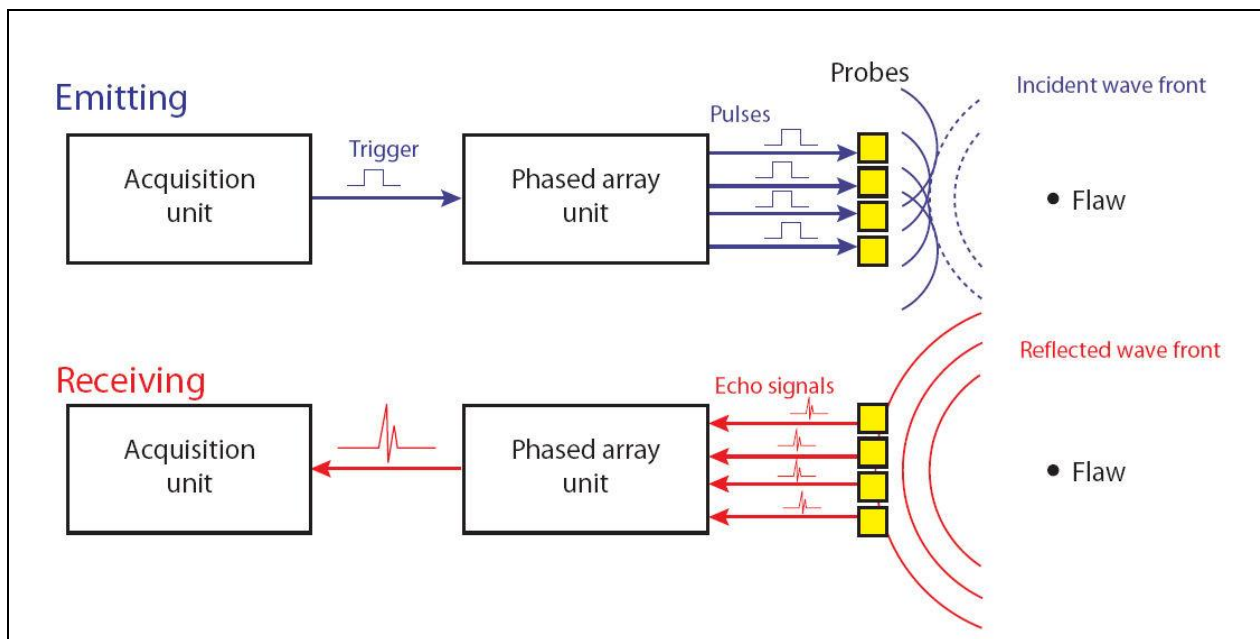


Figure 1. The phased array probe consists of many single transducer elements, each of which can be pulsed separately. The echo from a flaw hits the various transducer elements with a computable time shift depending on the distance from the element. The echo signals received at each transducer element are time-shifted before being summed together (Picture: Olympus NDT).

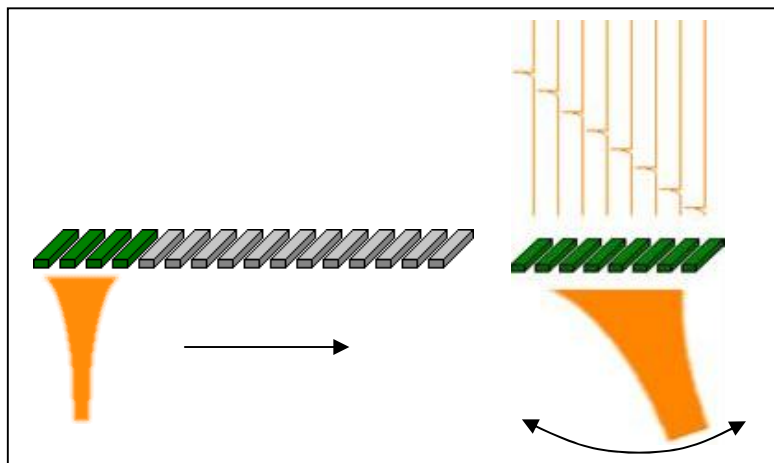


Figure 2. Phased array scanning modes. In linear scanning (left), the ultrasound transducer elements (grey blocks in the picture) are activated in small groups and the scanning beam is moved across the whole array. In the sectorial scanning (right), the elements are controlled by delays to steer the scanning beam.

A basic medical scanner was used to test parmigiano cheese structure [2]. It has also been used in a rough ripening stage monitoring [1]. In our preliminary study, single transducer pulse-echo set-up was used to examine the potential of US method to image cheese interior [3]. The objective of this ULTRACHEESE project is to develop a reliable non-destructive structural defect and structure detection method for Emmental type cheese. This on-line method should be fast and capable for analyzing cheese volumes up to 80 kg in ambient process temperatures (3-24°C).



Measurements should be done from single side, through plastic maturation wrapper and using only water coupling.

The chosen approach is to employ ultrasound imaging, where an array of single transducer elements is used. This “phased array” ultrasound imaging is familiar from diagnostic applications. The operating principle is explained in **Figure 1** and the different scanning modes in **Figure 2**. The phased array allows faster measurements and it alleviates cavity shadowing by beam steering in sectorial scanning. In the defect detection method, pulse-echo signal analysis [4] and image analysis will be combined. In the propionic acid fermentation level measurements, the sound velocity and attenuation information will be used.

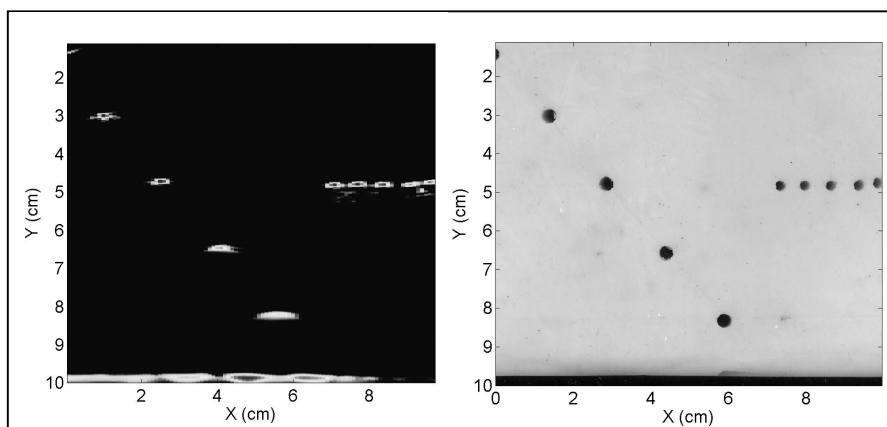
## Results and Discussion

### *Performance Evaluation and Structural Imaging*

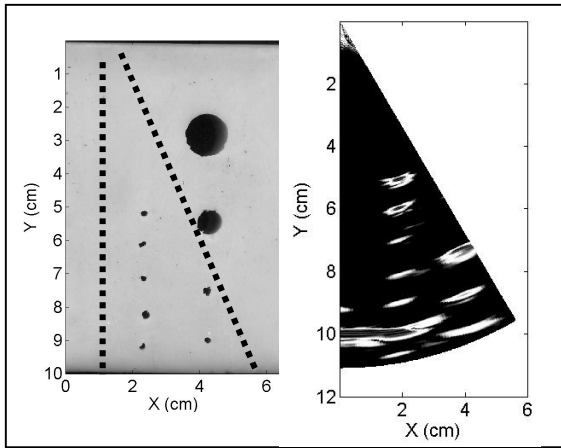
In **Figures 3-6**, demonstrative resolution tests exploiting the phased array system are presented. For these performance tests, bulk cheese samples with different diameter side drilled holes (SDH) were measured. A linear scans is presented in **Figure 3**. There are two 2.5 mm diameter SDHs are clearly resolvable at 5 cm depth.

In the preliminary tests, sectorial scans of the a SDH sample were performed to evaluate the capability to facilitate shadowing problems. In sectorial scans, the beam is swept sectorially to probe under the shadowing structures. In **Figure 4**, the SDHs of 7 mm and 2.5 mm are clearly visible under a 14 mm SDH. Also each one of five parallel 2.5 mm SDHs are identifiable.

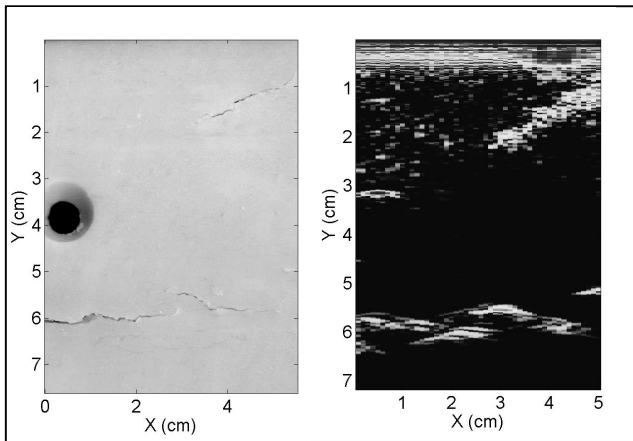
2D and 3D scans were performed to examine the phased array capability to differentiate real cheese structures. In **Figure 5**, a 2D ultrasound image and an optical reference image are presented. The US image was acquired with a 16-element linear scan and it exhibits the same structures presented in the optical image. Interesting detail shows that the area below the crack can be seen in the US image. In the **Figure 6**, a 3D picture of a 10 months old Emmental cheese sample is presented. The crack and eye formations are identifiable in the rendered US image. The optical reference image was constructed from photographed slices (slice thickness ~2 mm). However, alignment of the images is not fully identical.



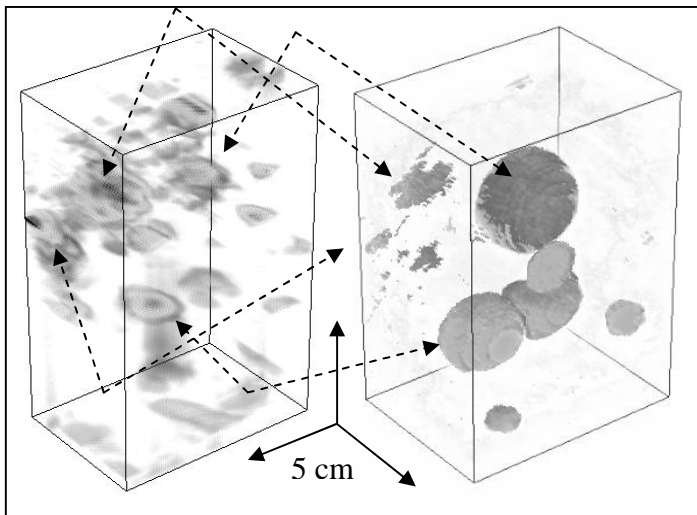
**Figure 3.** Linear scans of a Emmental cheese sample with side drilled holes ( $\text{Ø}= 4 \text{ mm}$  and  $\text{Ø}= 2.5 \text{ mm}$ ).



**Figure 4.** Sector scan with to illustrate the capability to probe under structures. Estimated scan area is presented with dotted lines.



**Figure 5** An image of linear scan (right) and the used Emmental cheese sample slice (left). Two cracks and a cheese-eye are visible on both images.



**Figure 6.** 3D image of an Emmental cheese sample (7 \* 10 \* 16 cm). Scanned and rendered US image on the left and optical (sliced and photographed) reference image on the right.

## Defect Recognition and Classification

The probability of detection and correct classification of defects can be improved by analysing the backscattered signal features. For the defect classification method development purposes 'ideal' cheese structures are needed as a reference material. However, it is difficult to produce ideal samples because of the high variance of cheese material. To overcome this problem, back-scattered signals were simulated for eyes, cracks and whey nests. In a preliminary probability of detection test, signals from real cheese structures were compared to library data of simulated signals (**Table 1**). In this evaluation, 17 of 18 (94%) structures were correctly classified exploiting the simulated reference signal library.

**Table 1.**

**Defect detection with library based signal cross-correlation. Experimental signals were compared with simulated signal library. The probability of correct classification for the sample structures was 94%.**

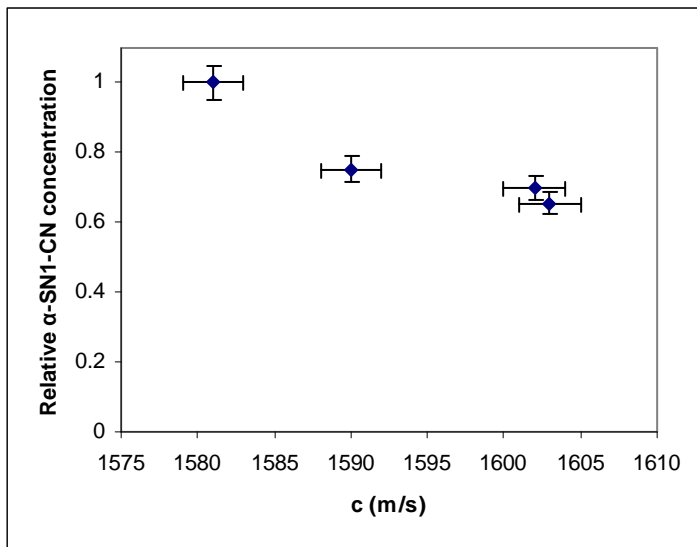
Measurement No.	Best x-corr with simulation	X-corr Coefficient	Actual structure	Correct Classification
1	Eye5	0.97	Eye	YES
2	Eye5	0.94	Eye	YES
3	Eye2	0.99	Eye	YES
4	Eye4	0.94	Whey-nest	NO
5	Whey13	0.89	Whey-nest	YES
6	Whey13	0.87	Whey-nest	YES
7	Whey4	0.90	Whey-nest	YES
8	Whey13	0.85	Whey-nest	YES
9	Whey13	0.89	Whey-nest	YES
10	Crack7	0.96	Crack	YES
11	Crack5	0.90	Crack	YES
12	Crack5	0.96	Crack	YES
13	Crack6	0.95	Crack	YES
14	Crack7	0.98	Crack	YES
15	Crack6	0.91	Crack	YES
16	Crack6	0.94	Crack	YES
17	Eye5	0.99	Eye	YES
18	Eye5	1.00	Eye	YES

## Fermentation Level Monitoring

Ultrasound based methods have potential to be employed in non-destructive monitoring of propionic acid fermentation level. The cheese interior could be imaged and eye size and distribution could be assessed with the presented ultrasonic imaging methods. Preliminary results from ongoing study also indicate that ultrasound could be capable of measuring subtle changes in the cheese mechanical properties and casein breakdown during the warm room period. In **Figure 7**, the ultrasound velocity (2MHz) is presented as a function of a relative  $\alpha_{SN1}$  –casein concentration obtained by capillary electrophoresis.

## Conclusions

The ongoing ULTRACHEESE project has demonstrated the potential of ultrasound based NDE method to image Emmental cheese interior. It has also shown the potential of ultrasonic methods to detect ripening induced changes in material properties. Next steps of the project will be to further develop the phased array system to match the demands of cheese structure measurements. The method feasibility to fulfil on-line requirements will be assessed. Also the method's applicability to follow the eye and crack development will be evaluated.



**Figure 7.** The relative proteolysis of  $\alpha_{\text{SN1-CN}}$  as a function of ultrasound velocity.

Non-destructive evaluation of all cheese blocks during Emmental cheese ripening process would minimise material losses caused by late detection of structural defects. Process control would be improved by replacing cumbersome drilling as a monitoring method. These improvements would allow significant economical savings for the Emmental cheese manufacturing industry.

### Acknowledgment

This work is supported by the Finnish Funding Agency for Technology and Innovation (project 40325/06).

### References

1. J. Benedito, J. Carcel, M. Gisbert, and A. Mulet, "Quality control of cheese maturation and defects using ultrasonics," *Journal of Food Science*, vol. 66, pp. 100-104, 2001.
2. I. Orlandini and S. Annibaldi, "Investigation into new techniques for the evaluation of par-migiano-reggiano cheese structure: Ultrasound and Xrays," *Sci Tech Lattiero-Casria*, vol. 34, pp. 20-30, 1983.
3. J. J. Eskelinen, A. P. Alavuotunki, E. Hæggröm and T. Alatossava, "Preliminary Study of Ultrasonic Structural Quality Control of Swiss-Type Cheese," *J. Dairy Sci.*, vol. 90, pp. 4071-4077, 2007.
4. J. J. Eskelinen, J. Haapalainen, A. P. Alavuotunki, T. Virolainen, E. Hæggröm And T. Alatossava, "Structural Cheese Analysis using Phased Array System". Presented in the 2007 IEEE International Ultrasonics Symposium, New York, 28th-31st October, 2007.

# ***Pro gradu* -työ pastöroidun ja ESL-maidon säilyvyydestä**

*Emmi Purhonen*  
Valio Oy

Tein Pro gradu-työni Valio Oy:lle huhti-syyskuussa 2006. Graduni aiheena oli pastöroidun ja ESL-maidon säilyvyyteen vaikuttavat tekijät. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää lämpökäsittelyn ja pakkaustavan vaikutusta pastöroidun ja ESL-maidon säilyvyyteen mikrobiologisten, kemiallisten ja aistinvaraisten menetelmien avulla.

Koeajot, joita oli yhteensä neljä, tehtiin Valio Oy:n Jyväskylän meijerissä. Työhön liittyvät mikrobiologiset ja kemialliset analyysit sekä aistinvaraiset arvioinnit tehtiin Valio Oy:n tutkimus- ja tuotekehitysyksikössä Helsingin Pitäjänmäellä.

## **Maidon säilyvyys**

Säilyvyydellä tarkoitetaan aikaa, jonka tuote säilyy aistittavilta ominaisuuksiltaan hyväksyttävänä pakkaamisen jälkeen (Bishop ja White, 1986). Pastöroidun maidon säilyvyys riippuu monista tekijöistä, ja yhden tekijän pettäessä maidon säilyvyys laskee selvästi, vaikka muut tekijät pysyisivät muuttumattomina. Pastöroidun maidon säilyvyyteen vaikuttavat raakamaidon mikrobiologinen laatu, pastörintiaika ja -lämpötila, jälkikontaminaatiobakteerit ja niiden aktiivisuus, termoduuriset bakteerit ja niiden aktiivisuus sekä maidon säilytyslämpötila (Gruetzmacher ja Bradley, 1999). Kylmäketjun säilyttäminen katkeamattomana vaikuttaa myös merkittävästi maidon säilyvyyteen (Griffiths ym., 1985; Henyon, 1999), sillä maitoon jääneet psykrotrofiset bakteerit pääsevät kasvamaan lämpötilojen noustessa. Säilytyslämpötilan nousu kahdella asteella vähentää maidon säilyvyyden puoleen (Rysstad ja Kolstad, 2006). Maidon säilytyslämpötilan tulisikin olla alle 7 °C (Bishop ja White, 1986).

Maidon säilyvyyteen vaikuttavat lisäksi merkittävästi hygieeniset tuotantotavat ja laitteistojen ja tilojen riittävä puhdistaminen (White, 1993). Lisäksi maidon rasvapitoisuuden on havaittu vaikuttavan maidon säilyvyyteen siten, että täysmaito säilyy rasvatonta maitoa paremmin (Janzen ym., 1982). Tähän syynä saattaa olla rasvattoman maidon korkeampi proteaasiaktiivisuus.

Tuotteen säilyvyyttä rajoittaa eniten bakteerien aiheuttama pilaantuminen. Bakteereista, jotka pilaantumisen aiheuttavat, on saatu toisistaan poikkeavia tuloksia. Toisten mielestä gramnegatiiviset jälkikontaminaatiota aiheuttavat bakteerit ovat suurin syy pilaantumiseen (Henyon, 1999). Toisten mielestä taas grampositiiviset bakteerit ovat ongelmallisempia, sillä lämpöä kestävinä ne voivat selviytyä pastöroinnista, ja niitä voi päästä tuotteeseen myös jälkikontaminaationa (Fromm ja Boor, 2004).

Jälkikontaminoitumista aiheuttavien bakteerien alkuperäisen määrän tuotteessa on havaittu korreloivan tuotteen säilyvyyden kanssa (Lück, 1981). Toisaalta Eneroth (1999) havaitsi, että jopa alle 10 pmy/ml jälkikontaminoituminen gramnegatiivisilla psykrotrofisilla bakteereilla

pilasi maidon 7–11 päivässä, kun kahdentumisaika oli 4–5 tuntia. Pilaajamikrobien määrä oli pilaantumishetkellä jopa  $10^7$  pmy/ml. Craven ja Macauley (1992) havaitsivat, että pastöroitu maito, jonka pilasi pääasiassa *Pseudomonas*-suvun bakteerit, säilyi lyhyemmän aikaa kuin maito, jossa oli pääasiassa muita gramnegatiivisia bakteereita. Pisimpään säilyi grampositiivisilla bakteereilla ja hiivoilla pilaantunut maito.

Tuotteen säilyvyyttä rajoittavat bakteerien lisäksi kuumennuskäsittelyn aiheuttamat ja pakkausmateriaalin läpäisevyydestä johtuvat virhemaut. ESL-tuotteilla riski virhemakujen syntymiselle on suurempi niiden pidemmän myyntiajan vuoksi. Tuotteen altistuminen auringon tai keinotekoiselle valolle aiheuttaa maidon rasvojen ja proteiinien hapettumista, vitamiinien hävikkiä ja maun muutoksia. Erityisen herkkiä valolle ovat B<sub>2</sub>- ja A-vitamiini. Valon makua rasvattomassa maidossa aiheuttavat dimetyylidisulfidi ja metionaali, joita syntyy rikkiä sisältävien aminohappojen hajotessa. Pakkausmateriaalilla on suuri merkitys virhemakujen muodostumisen estämisessä. Esimerkiksi lasi ja muovi eivät juuri suojaa tuotetta valolta, mutta pahvi suojaa, erityisesti yhdistettynä alumiinin kanssa, jolloin valon läpäisy estyy kokonaan. Pakkausmateriaali voi myös absorboida itseensä tuotteen makukomponentteja, minkä kuluttaja aistii tuotteen mauttomuutena (O'Brien, 2004; Rysstad ja Kolstad, 2006).

Tuotteen säilyvyyden määrittäminen on teollisuudelle tärkeää ja siihen veloitetaan myös lainsäädännössä. Säilyvyyden määrittämistä varten on kehitetty monia nopeita menetelmiä, muun muassa bioluminesenssi, impedanssiin perustuva menetelmä, limulus amoebocyte lyaatti, kolorimetria ja Virginia Tech- ja Moseley-menetelmät. Kaikissa menetelmissä tärkeää on näytteen esikasvatus ja määrittämissä lämpötilan ilmoittaminen. Eniten käytetään 7 °C:n lämpötilaa. Tärkeää on myös tiedostaa, että maidon säilyvyyttä laboratorio-olosuhteissa määritettäessä todellisuudessa määritetään sen potentiaalista säilyvyyttä, sillä tuote ei ole altistunut normaaleihin jakelun ja kuljetuksen aiheuttamiin rasituksiin (White, 1993).

## **Koeajot**

Koeajoissa käytettiin Jyväskylän meijerin laitteistoja, jotka ovat Tetra Pakin ja APV:n valmistamia. Raaka-aineen pastörointi tehtiin levylämmönvaihtimella ja korkeapastörointi suoralla kuumennusmenetelmällä, jossa raaka-aine kuumennettiin suihkuttamalla sitä kuumen vesihöyryyn sekaan. Näytteitä valmistettiin neljällä lämpökäsittely/pakkaustavalla ja näytteet merkittiin A, B, C ja D kirjaimin. A-näytteet pastöroitiin ja pakattiin tavallisella pakkauskoneella ja B-näytteet pastöroitiin ja pakattiin ESL-pakkauskoneella. C-näytteet korkeapastöroitiin ja pakattiin ESL-pakkauskoneella ei-aseptisin säädöin ja D-näytteet korkeapastöroitiin ja pakattiin ESL-pakkauskoneella aseptisin säädöin.

## **Tutkimusmenetelmät**

### *Aistinvarainen arviointi*

Arvioinnissa käytettiin laatupisteasteikkoa, jossa arvioijat antoivat näytteiden hajulle ja maulle pisteen yhdestä viiteen. Jos näyte sai kolme pistettä tai sen alle, virhe nimettiin. Jokaisesta näytteestä arvioitiin kerralla kymmenen rinnakkaisnäytettä. Arviointeja jatkettiin, kunnes näytteiden keskiarvo oli alle kolme pistettä.

## Mikrobiologiset menetelmät

Näytteistä määritettiin tietyin väliajoin bakteerien kokonaispesäkemäärä, *Bacillus cereus* -bakteerin määrä sekä termofiilisten bakteerien määrä. Kustakin näytteestä tehtiin jokaisella kerralla kymmenen rinnakkaismäärittystä. Lisäksi huoneenlämmössä säilytetyistä korkeapastöroiduista näytteistä tehtiin pistetesti päivittäin, jonka avulla saatiin selville oliko tuotteessa kasvua vai ei. Pistetestissä yhdelle MPCA-alustalle viljeltiin 10 µl maitonäytettä kymmenestä näytekupista. Bakteerien tunnistuksessa käytettiin gramvärjäystä, mikroskopointia sekä katalaasi- ja oksidaasitestiä.

## Kemialliset analyysit

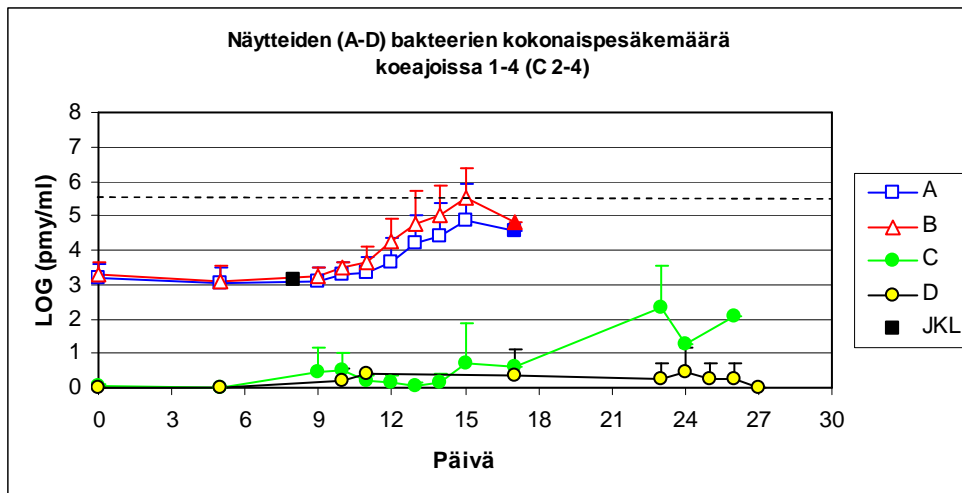
Näytteistä määritettiin denaturoitumaton  $\beta$ -laktoglobuliini, proteiinipitoisuus, sekä kuiva-aineen ja laktuloosin määrät.

## Tilastollinen tarkastelu

Koeajojen 1, 2, 3 ja 4 väliset tilastolliset erot analysoitiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä ja koeajojen väliset parittaiset vertailut tehtiin Tukeyn testillä.

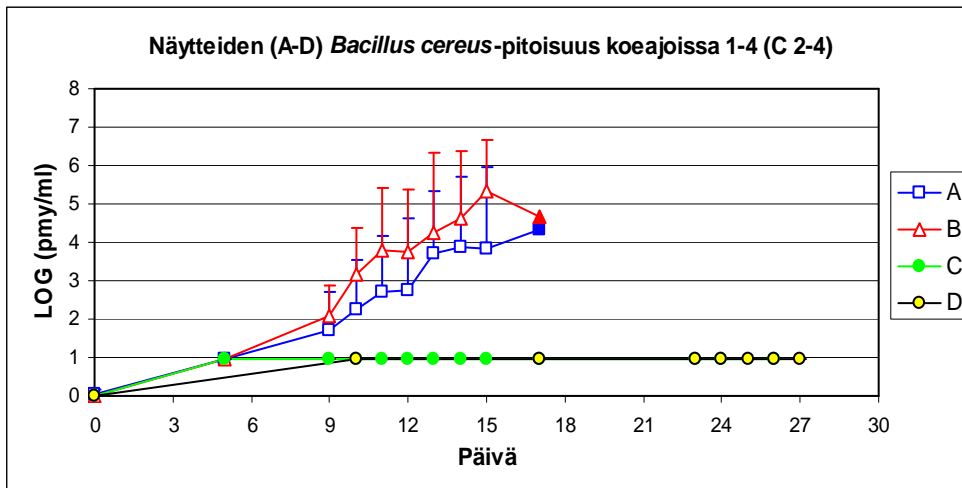
## Tulokset

Pastöroidut A- ja B-näytteet ovat kemialliselta laadultaan korkeapastöroiduja C- ja D-näytteitä parempia, eli niissä on vähemmän laktuloosia ja denaturoitunutta  $\beta$ -laktoglobuliinia. Kuvassa 1 on esitetty näytteiden A–D bakteerien kokonaispesäkemäärien keskiarvot ja keskihajonnat koeajoissa 1–4.



Kuva 1. Näytteiden A–D bakteerien kokonaispesäkemäärä koeajoissa 1–4.

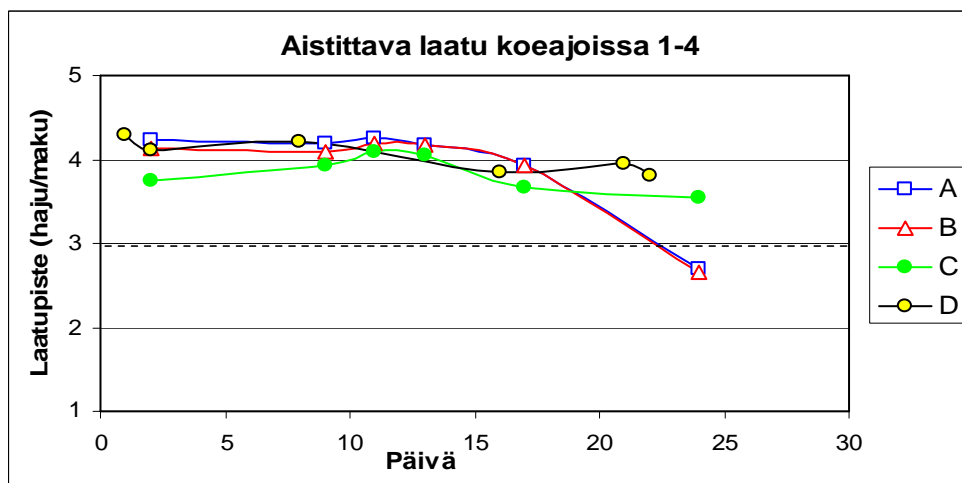
Kuvassa 2 on esitetty näytteiden A–D *Bacillus cereus* -pitoisuuksien keskiarvot ja keskihajonnat koeajoissa 1–4.



Kuva 2. Näytteiden A–D *Bacillus cereus*-pitoisuus koeajoissa 1–4.

Termofiilisiä bakteereja ei löytynyt D-näytteistä missään koeajossa.

Kuvassa 3 on esitetty näytteiden A–D aistittavan laadun keskiarvo koeajoissa 1–4.



Kuva 3. Näytteiden A–D aistittava laatu koeajoissa 1–4.

Tulosten perusteella A- ja B-näytteet säilyvät mikrobiologiselta laadultaan hyvinä 9 vuorokautta, C-näytteet 17 vuorokautta ja D-näytteet vähintään 26 vuorokautta. Aistittavalta laadultaan A- ja B-näytteet säilyvät jopa 15–17 vuorokautta. Lämpökäsittely vaikuttaa tulosten perusteella enemmän tuotteen säilyvyyteen kuin pakkaustapa. Tärkeintä tuotteen säilyvyyden parantamisessa on koko prosessin hyvä hallinta, sillä prosessin ”heikoin lenkki” ratkaisee tuotteen säilyvyyden.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että pastöroitu ja korkeapastöroitu maito voivat optimaalisissa säilytysolosuhteissa säilyä niille tällä hetkellä asetettuja säilyvyysaikoja pidempään. Maitojen säilyvyysaikoja ei tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella voida kuitenkaan lähtee pidentämään ilman jatkotutkimuksia, joissa maitonäytteet altistetaan jakelun ja kuljetuksen aiheuttamille rasituksille.



## **Omat kokemukseni gradun teosta**

Gradun teko oli mielestäni todella antoisaa ja sen aikana opin paljon, mm. uusia mikrobiologisia menetelmiä. Iso plussa gradussani oli koeajojen toteuttaminen tuotantomittakaavassa, jolloin pääsin tutustumaan itselleni uuteen meijeriin ja työni hyödyllisyys käytännössä konkretisoitui. Gradun teko sujui kaikin puolin hyvin ja iloisissa merkeissä. Suuret kiitokset tästä kuuluvat mukaville ja asiantunteville työtovereilleni sekä Valion T&K:ssa että Jyväskylän meijerissä. Gradun teko oli ensimmäinen suuri välietappi maitoteknologian opinnoissani. Lopullisen etapin saavutin elokuussa 2007, kun valmistuin elintarviketieteiden maisteriksi.

## **Kirjallisuus**

Purhonen, E. 2006. Pastöroidun ja ESL-maidon säilyvyyteen vaikuttavat tekijät. *Pro gradu*-tutkielma, EKT-sarja 1375, Helsingin yliopisto, Helsinki.

# Rasvattomasta maitojauheesta ja kirnumaitotiivisteestä ennastetusta maidosta valmistettu edamjuusto ja sen aistinvarainen laatu

Ninna Hyrsylä  
Elintarviketeknologian laitos

## Johdanto

Tämän *pro gradu* -työn (EKT-sarja 1401) kokeellinen osuus suoritettiin osittain Helsingin yliopiston elintarviketeknologian laitoksella Viikissä ja osittain Valio Oy:n T&K -yksikössä Helsingin Pitäjänmäellä. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, voidaanko rasvattomasta maitojauheesta ja kirnumaitotiivisteestä ennastetusta rasvattomasta maidosta ja kirnumaidosta osana kattilamaitoa valmistaa aistinvaraisilta ominaisuuksiltaan Valio edamjuuston, Hyvän Suomalaisen Arkijuuston (HSA) kaltainen tuote. Lisäksi tutkimuksessa haluttiin selvittää siirtymälukujen avulla rekombinoiduista ja ennastetuista kattilamaidoista valmistettujen juustojen rasvan ja proteiinin hyödyntämisen tehokkuutta. Lisäksi kokeellisessa osuudessa määritettiin kattilamaitojen juoksettumisominaisuudet formagrafi-laitteella ja tarkastettiin juustonvalmistuksessa käytettyjen hapatteiden *Lactococcus lactis* -bakteeritasot.

Tutkimuksen kirjallisuuskatsauksessa puolestaan selvitettiin rasvattoman maitojauheen ja kirnumaitotiivisten valmistusprosessissa käytettyjen voimakkaiden lämpökäsittelyjen vaikutusta juustonvalmistukseen. Erityisesti tarkasteltiin korkeiden lämpötilojen vaikutusta maidon juoksettumisominaisuuksiin sekä juuston kosteuteen ja kiinteeyteen.

Yleisesti edamjuusto kuuluu puolikoviin hollantilaistyypisiin juustoihin, minkä valmistuksessa käytetään mesofiilisiä *Lactococcus lactis* ja *Leuconostoc* -lajin maitohappobakteereita. Juustonvalmistuksessa voidaan käyttää tuoremaidon sijasta muitakin raaka-aineita kuten kermaa, vedetöntä maitorasvaa, rasvatonta tai rasvaista maitojauhetta ja kirnumaitojauhetta (Jana ja Thakar, 1996). Tällöin juustonvalmistuksen yhteydessä puhutaan jauheesta ennastetusta kattilamaidosta tai osasista koostetusta eli rekombinoidusta kattilamaidosta.

Korkeat lämpökäsittelyt, joita tässä työssä käytettyjen raaka-aineiden valmistuksessa joudutaan käyttämään, vaikuttavat maidon juustonvalmistusominaisuuksiin (Tong, 2003). Maitojauheesta ennastetun ja rekombinoidun kattilamaidon juustonvalmistusongelmat liittyvät erityisesti juoksettumisominaisuuksiin; esimerkiksi juoksettuma muodostuu hitaammin ja muodostunut juoksettuma on pehmeä. Lisäksi rakeen kuivuminen keiton ja puristuksen aikana saattaa vaatia prosessiin muutoksia (Lenoir ym., 2000). Korkeissa lämpötiloissa tehtyjen käsittelyjen aikana merkittävin juustonvalmistukseen vaikuttava asia on heraproteiinien denaturoituminen (Dalglish, 1992).

Denaturoituneet heraproteiinit jäävät helposti juustonvalmistuksen yhteydessä juustoon, jolloin juuston kosteuspitoisuus kasvaa, mikä puolestaan vaikuttaa mm. aistinvaraisiin ominaisuuksiin (Singh ja Waungana, 2001).

## Taulukko 1

Kattilamaitojen kuusi erilaista variaatiota, jotka koostuivat erilaisista rasva- ja proteiini-osista esitettyjen prosenttiosuuksien mukaan.

Variaatio	Rasvaosa	Proteiiniosa
1	Tuoremaito	100 % Tuoremaito
2	Tuoremaito ja kerma	50 % Rasvaton maitojauhe + 50 % Tuoremaito (low heat)
3	Kerma	100 % Rasvaton maitojauhe (low heat)
4	Kerma	90 % Rasvaton maitojauhe + 10 % Kirnumaitotiiviste (low heat)
5	Tuoremaito ja kerma	80 % Tuoremaito + 20 % Kirnumaitotiiviste
6	Tuoremaito ja kerma	75 % Tuoremaito + 25 % Kirnumaitotiiviste

## Materiaalit ja menetelmät

Tutkimuksen koejuustoja valmistettiin kuusi (6) erilaista variaatiota ja käytettyjen kattilamaitojen rasva- ja proteiini-osat vaihtelivat taulukon 1 osoittamalla tavalla.

Koejuustoille tehtiin aistinvaraisena arviointina asiantuntijatesti (laatupistetesti) ja kuluttajatesti (mieltymysmittaus). Aistinvaraisissa arvioinneissa vertailujuustona oli Valio Oy:n Lapinlahden tehtaassa valmistettu edamjuusto, Hyvä Suomalainen Arkijuusto, lyhenne HSA. Teollinen vertailujuusto oli mahdollisimman samanikäistä koemeijerillä valmistettujen juustojen kanssa. Asiantuntijatestissä vertailujuusto oli ns. alkunäytteenä ja kuluttajatestissä puolestaan yhtenä näytteenä muiden joukossa.

Aistinvaraisen arvioinnin asiantuntijatestit (laatupistetesti) suoritettiin Valio Oy:n T&K -yksikössä aistinvaraisen laadun tiloissa Pitäjänmäellä ja kuluttajatestit (mieltymysmittaus) Helsingin yliopiston elintarviketeknologian laitoksella Viikin koemeijerin tiloissa. Juustot arvioitiin kahden variaation sarjoissa siten, että ensimmäisessä arvioinnissa oli vertailujuuston lisäksi mukana variaatioiden 1 ja 2 juustot, toisessa arvioinnissa variaatioiden 4 ja 5 juustot ja kolmannessa arvioinnissa variaatioiden 3 ja 6 koejuustot.

Asiantuntijatesti suoritettiin jokaisen variaation juustoille kaksi kertaa: heti kypsytyn jälkeen eli 6 - 7 viikon jälkeen ja 10 viikon kylmäsäilytyksen jälkeen eli 16 - 17 viikon ikäisille juustoille. Juustoista arvioitiin erikseen ulkonäkö, rakenne ja haju/maku. Valio Hyvä Suomalainen Arkijuusto oli alkunäytteenä, jolle annettiin arviointipäivänä laatupisteet. Alkunäytteen saadessa pisteitä vähemmän kuin viisi, kuvattiin poikkeama spesifikaatiosta sanoin. Alkunäyte arvioitiin kolmen henkilön toimesta. Asiantuntijatestin varsinainen raati koostui Valio Oy:n juustojen asiantuntijoista, joita oli arviointikerrasta riippuen 9 - 11 henkilöä. Näytteet arvioitiin 5-portaisella laatupisteasteikolla.

Kuluttajatestit suoritettiin juustoille ainoastaan heti kypsytyn jälkeen eli 6 - 7 viikon ikäisille juustoille. Asiantuntijatestin tulosten perusteella kuluttajatestiin valittiin yksi juusto molemmista arvioitavista variaatioista. Kuluttajatestiin valittiin asiantuntijatestin tulosten keskiarvojen ja va-

paiden kommenttien perusteella parhaat näytteet. Kuluttajatestin arvioinneissa oli siten mukana kolme näytettä, joista kaksi oli variaatioiden koejuustot ja yksi teollinen vertailujuusto (HSA). Arvioitavia ominaisuuksia olivat ulkonäön, rakenteen (suutuntuman), hajun/maun sekä kokonaisuuden miellyttävyys. Arviointiasteikkona oli 9-portainen miellyttävyyspisteasteikko (1 = en pidä lainkaan ja 9 = pidän erittäin paljon). Lisäksi kuluttajatestissä arvioijat saivat kirjoittaa omin sanoin, mistä ominaisuuksista pitivät tai eivät pitäneet maistamissaan juustoissa.

Kuluttajatestin raati koostui Helsingin yliopiston maatalous -metsätieteellisen ja eläinlääketieteellisen tiedekunnan opiskelijoista ja henkilökunnasta. Kuluttajatestiin osallistui arviointikerrasta riippuen 50 – 54 arvioijaa, joista suurin osa (72 – 82 %) jokaisella arviointikerralla oli iältään 20 - 30 -vuotiaita.

## Tulokset

Tutkimuksen päätulokset liittyivät aistinvaraisiin arviointeihin, joten tässä yhteydessä keskitytään ainoastaan niiden esittämiseen. Asiantuntijatestin tulosten mukaan heti kypsytyksen jälkeen (6 - 7 viikon ikäisistä juustoista) tehtyjen arviointien perusteella lähes kaikki koejuustot olivat myyntikelpoisia (pisteiden keskiarvo > 2 kaikille ominaisuuksille). Tuoremaidon ja kirnumaitotiivisteeseen (80:20 ja 75:25)-seoksesta valmistetuista juustoista osa eivät olleet myyntikelpoisia (pisteiden keskiarvo ≤ 2 rakenne ja haju/maku ominaisuuksille).

Kylmäsäilytyksen jälkeen (16 - 17 viikon ikäisistä juustoista) tehtyjen arviointien perusteella tuoremaidosta (variaatio 1), tuoremaidon ja rasvattoman maitojauheen (50:50)-seoksesta (variaatio 2) ja rasvattoman maitojauheen ja kirnumaitotiivisteeseen (90:10)-seoksesta (variaatio 4) valmistetut juustot olivat edelleen myyntikelpoisia (pisteiden keskiarvo > 2 kaikille ominaisuuksille). Rasvattomasta maitojauheesta valmistetuista juustoista (variaatio 3) osa ei ollut myyntiin hyväksyttäviä rakenteen suhteen (pisteiden keskiarvo ≤ 2). Tuoremaidon ja kirnumaitotiivisteeseen (80:20)-seoksesta valmistetuista juustoista osa eivät olleet myyntiin hyväksyttäviä puolestaan hajun/maun suhteen ja tuoremaidon ja kirnumaitotiivisteeseen (75:25)-seoksesta valmistetut juustot (variaatio 6) eivät olleet myyntiin hyväksyttäviä lainkaan.

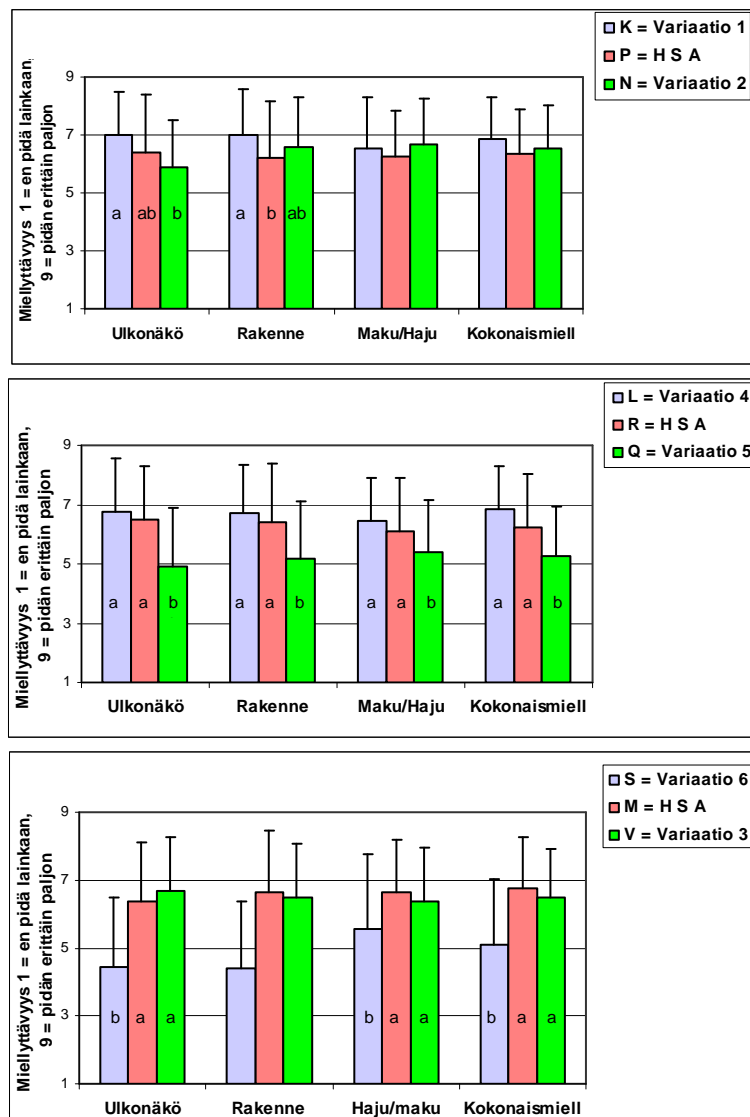
Vertailujuuston (HSA) ja koejuustojen välillä oli keskiarvojen perusteella tilastollisesti merkitsevää ( $p < 0,01$ ) eroa kaikkien ominaisuuksien suhteen sekä heti kypsytyksen (6 - 7 viikon ikäisistä juustoista) että kylmäsäilytyksen (16 - 17 viikon ikäisistä juustoista) jälkeen. Tiettyyn variaatioon kuuluvat yksittäiset juustot eivät kuitenkaan aina eronneet tilastollisesti alkunäytteestä (HSA). Tämä kertoo siitä, että variaation sisällä oli paljon vaihtelua (näytteet erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi,  $p < 0,01$ ). Näytteiden välinen sisäinen vaihtelu näkyi enemmän re-kombinoidusta kattilamaidosta valmistetuissa juustoissa verrattuna tuoremaidosta valmistettuihin juustoihin.

Seuraavissa kappaleissa esitetyt kuluttajatestien arviointitulokset on esitetty kuvassa 1. Tulosten perusteella koejuustoista tuoremaidon, tuoremaidon ja rasvattoman maitojauheen (50:50)-seoksen sekä rasvattoman maitojauheen ja kirnumaitotiivisteeseen (90:10)-seoksen juustot olivat kuluttajien mieleen. Ne eivät kuitenkaan tilastollisesti eronneet useimman ominaisuuden suhteen vertailujuustosta (HSA).

Ensimmäisen kuluttajatestin tulosten perusteella tuoremaidosta valmistettu juusto (variaatio 1) arvioitiin ulkonäön, rakenteen ja kokonaismiellyttävyuden suhteen parhaimmaksi. Hajun/maun suhteen puolestaan tuoremaidon ja rasvattoman maitojauheen (50:50)-seoksesta valmistettu juus-

to (variaatio 2) arvioitiin parhaimmaksi. Ulkonäön suhteen edellinen juusto arvioitiin vastaavasti heikoimmaksi ja muiden ominaisuuksien suhteen vertailujuusto (HSA) arvioitiin heikoimmaksi.

Toisen kuluttajatestin tulosten perusteella rasvattoman maitojauheen ja kirnumaitotiivisten (90:10)-seoksesta valmistettu juusto (variaatio 4) puolestaan arvioitiin kuluttajatestin perusteella kaikkien ominaisuuksien suhteen parhaimmaksi ja tuoremaidon sekä kirnumaitotiivisten (80:20)-seoksesta valmistettu juusto (variaatio 5) puolestaan heikoimmaksi. Kolmannen kuluttajatestin tulosten perusteella rasvattomasta maitojauheesta valmistettu juusto (variaatio 3) arvioitiin ulkonäön ja vertailujuusto (HSA) muiden ominaisuuksien suhteen parhaimmaksi. Tuoremaidon ja kirnumaitotiivisten (75:25)-seoksesta valmistettu juusto (variaatio 6) puolestaan arvioitiin kaikkien ominaisuuksien suhteen heikoimmaksi.



**Kuva 1.**  
**Kolmen kuluttajatestin miellyttävyysarvioiden (1 = en pidä lainkaan, 9 = pidän erittäin paljon) keskiarvot ja -hajonnat ominaisuuskohtaisesti variaatioiden 1–6 ja vertailujuuston (HSA) tuloksista.**

## Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Asiantuntijatestin tulosten perusteella kaikki koejuustot erosivat vertailujuuston (HSA) spesifikaatiosta vähintään erittäin lievästi kaikkien ominaisuuksien suhteen. Ulkonäön suhteen juustot olivat yleisesti murukoloisia ja rakenteeltaan pehmeitä. Rakenteen pehmeys todettiin myös laske-  
tun rasvattoman osan vesipitoisuuden (rov-%) perusteella, minkä arvot vaihtelivat koejuustoilla 61,2 %:sta 67,5 %:iin. Kaikkien koejuustojen kohdalla luvut olivat suurempia verrattuna vertailujuuston (HSA) tavoitetasoon. Hajun/maun perusteella koejuustot olivat yleisesti variaatiosta riippuen kitkeriä, happamia tai toisinaan liian mauttomia.

Rasvatonta maitojauhetta tuoremaidon joukossa on todennäköisesti mahdollista käyttää suhteessa 50:50 (variaatio 2). Asiantuntijatestissä tuoremaidon ja rasvattoman maitojauheen (50:50)-seoksesta valmistettu koejuusto ei nimittäin eronnut tilastollisesti merkitsevästi hajun/maun suhteen vertailujuustosta (HSA) heti kypsytyksen (6 - 7 viikon ikäiset juustot) jälkeen tehdyssä arvioinnissa.

Kirnumaitotiivisteestä ennastettua kirnumaitoa on mahdollista käyttää rasvattomasta maitojauheesta ennastetun maidon kanssa suhteessa 10:90 (variaatio 4). Tämän työn perusteella kirnumaitotiivisteeseen sopiva määrä tuoremaidon joukossa on puolestaan vähemmän kuin 20 - 30 % (variaatiot 5 ja 6), jotta pystytään valmistamaan aistinvaraisilta ominaisuuksiltaan vertailujuuston (HSA) kaltainen tuote.

Yleisesti kuluttajatestin tulokset erosivat asiantuntijaraadin tuloksista. Koejuusto arvioitiin nimittäin kahdessa kuluttajatesti-arvioinnissa kolmesta vertailujuustosta (HSA) paremmaksi, tosin erot juustojen välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Tuoremaidosta valmistetun juuston lisäksi rasvattoman maitojauheen ja tuoremaidon (50:50)- sekä rasvattoman maitojauheen ja kirnumaitotiivisteeseen (90:10)-seoksesta valmistetut juustot olivat kuluttajien mielestä parempia kuin vertailujuusto (HSA).

Tämän pro gradu -työn tulosten perusteella on mahdollista valmistaa edamjuustoa rasvattomasta maitojauheesta ennastettua kuorittua maitoa ja kirnumaitotiivisteestä ennastettua kirnumaitoa käyttämällä osana kattilamaitoa. Juustonvalmistuksessa käytetyt ainesosien suhteet asettavat kuitenkin rajoitteita. Toivottavasti mielenkiintoisia lisätutkimuksia saadaan aiheesta toteutettua myös tulevaisuudessa.

## Kirjallisuus

- Dalgleish, D.G. 1992. The enzymatic coagulation of milk. Teoksessa: *Advanced Dairy Chemistry, volume 1 Proteins*, P.F.Fox (toim.), s. 579–620. Elsevier, London.
- Jana, A.H. ja Thakar, P.N. 1996. Recombined milk cheese – a review. *Aust. J. Dairy Tech.* 51: 33–43.
- Lenoir, J., Remeuf, F. ja Schneid, N. 2000. The use of powdered milk. Teoksessa: *Cheesemaking From science to quality assurance*, A. Eck ja J-C Gills (toim.), s. 280–296. Lavoisier, Paris.
- Singh, H. ja Waungana, A. 2001. Influence of heat treatment of milk on cheesemaking Properties. *Int. Dairy J.* 11: 543–551.
- Tong, P.S. 2003. Recombined and reconstituted products. Teoksessa: *Encyclopedia of Dairy Sciences Vol 4*. H. Roginski, J.W. Fuquay, ja Fox, P.F (toim.), s. 2401-2405. Academic Press, Elsevier Science Ltd, London.

## Viri Lactis ry 60 vuotta

*Elintarviket yo. Tiina Juhola ja Tea Lönngren*  
Sihteeri ja taloudenhoitaja  
Viri Lactis ry

Aurinkoisena, mutta kuitenkin kirpeän viileänä syyskuun päivänä, 21.9.2007, Töölön Torpassa Helsingissä vietettiin Viri Lactis ry:n 60-vuotisjuhlia. Pienen, mutta aktiivisen ainejärjestön vuosijuhlia oli suunniteltu usean kuukauden ajan. Jännitys oli käsin kosketeltavissa ennen juhlavieraisten saapumista. Juhlavieraat oli kutsuttu saapumaan paikalle klo 19.00 ja mukavasti kaikki saapuivatkin ajoissa ja juhlat pääsivät käynnistymään.

Juhltilaisuuden avasi tervehdyspuheellaan Viri Lactis ry:n puheenjohtaja Saara Pitkänen sen jälkeen kun kaikki olivat löytäneet paikkansa pöydistä. Puheen teemana oli kansainvälistyminen. Puheenjohtaja toivotti kaikki lämpimästi tervetulleiksi ja kertoi illan ohjelmasta. Illallinen aloitettiin välittömästi puheen jälkeen ja järjestäjät jännittivät plaseerauksien onnistumista. Kaikki kuitenkin näyttivät olevan tyytyväisiä paikkoihinsa ja illallissali täyttyi puheensorinasta.



Juhlaillallisen jälkeen maitoteknologian professori Tapani Alatossava esitti tervehdyksensä 60-vuotiaalle ainejärjestölle. Myös useat juhlavieraat intoutuivat muistelemaan ainejärjestön vaiheita illan vapaan sanan aikana ja onnittelunsa kävivät esittämässä mm. Lipidi ry ja Agronomiliitto.



Iltaan kuului juhlavieraiden esittelykierros, jossa kukin vuorollaan sai kertoa itsestään ja muistoistaan ainejärjestöön liittyen. Esittelykierroksen perusteella juhlimassa olikin melkoinen joukko Viri Lactis ry:n entisiä puheenjohtajia ja muita toimihenkilöitä.







Valio Oy:n tarjoama juustopöytä kruunasi maitolaisten juhlat. Tarjolla oli myös opiskelijoiden Viikin koemeijerissä valmistamaa valkohomejuustoa, joka myös keräsi kehuja.



Vuosijuhlien jatkot vietettiin ravintola Kaarle XII:sta. Ennen Kaarleen siirtymistä viihdytti ja tanssitti orkesteri nimeltä Liljan Loiste kuitenkin vielä juhlapaikalla vieraita. Orkesteri keräsi paljon kiitosta ja uskaltautuipa kohtalaisen moni tanssimaan alkukankeuden jälkeen. Näin järjestäjän näkökannalta juhlat olivat loistavasti onnistuneet ja toivottavasti kaikilla oli mukavaa.

## Kesä Sveitsissä

Elintarviket. yo *Outi Mäkinen, Saara Pitkänen ja Sara Ahlberg*  
Viri Lactis ry

Viri Lactislaisia on jo pidemmän aikaa käynyt harjoittelussa Sveitsissä. Näin kävi myös viime kesänä, kun kolme viriläistä teki harjoittelun juustoloissa kauniissa Sveitsin maisemissa. Kaksi harjoittelijoista oli Engelbergin näyttöjuustolassa ja yksi Seelisbergissä Ascwandeneiden juustolassa.

Engelbergin näyttöjuustola sijaitsee Engelbergin kylässä tunnin junamatkan päässä Luzernista. Kylässä asuu n. 3500 ihmistä, mutta se on suosittu turistikohde ja naamat vaihtuivatkin kaduilla viikottain. Kylä sijaitsee kilometrin korkeudessa pienessä laaksossa, josta on vain yksi tie pois. Ympäröivillä vuorilla näkee kesäisin lehmiä ja vaeltajia ja talvisin laskettelijoita.

Luostarin yhteydessä sijaitseva juustola lukeutuu kylän suosittuihin turistinähtävyyksiin. Yrityksen omistaa perhe, jonka jäsenet myös työskentelevät juustolan eri tehtävissä. Juustolaan kuuluu varsinainen turisteilta suljettu juustola, missä suurin osa tuotannosta tapahtuu. Näyttöjuustola on ravintolan keskelle sijoitettu lasikoppi, missä tuotanto tapahtuu pienissä erissä. Kaikki tuotantovaiheet ovat käynnissä samaan aikaan, jotta vierailijoille syntyisi käsitys koko prosessista. Tämä myös tekee "akvaariossa" työskentelyn erittäin haastavaksi: laske maidot, mittaa hapatteet, leikkaa, hämmennä, hymyile lasiin koputtaville ihmisille, käännä juustot, hämmennä, pese kattilat, hämmennä, hae muotit, siivoa, hämmennä ja vastaile jossain välissä turistien kysymyksiin (joista suurimpaan osaan oli tietenkin erittäin selkeä vastaus esitteessä..). Vaihtelua elämään toi ajoittainen työskentely pakkaamossa. Kaikki juustot pakattiin käsin muutaman hengen voimin. Antoisinta tässä oli työkavereiden kanssa jutustelu, mitä ei päässyt tekemään yksin juustoa valmistessa. Työpäivä alkoi joka aamu 6:30 juustojen suolaamisella ja kääntämisellä. Juustoa väännettiin "akvaariossa" seitsemän tuntia, jonka jälkeen siivottiin ja kärrättiin juustoa varastoon. Kotiin pääsi viideltä jos oli onnekas (ja nopea!). 50-tuntisiin työviikkoihin tottui yllättävän nopeasti, mutta viikonloput olivat silti todella suuressa arvossa.

Seelisbergin juustola on myös perhejuustola, mutta huomattavasti pienempi kuin Engelbergissä. Myös tämä juustola on näyttöjuustola, jolloin juustolan puolelle näki kaupan puolelta. Seelisberg on 700 asukkaan kylä ja sijaitsee Luzern-järven rannalla, kahden tunnin juna- ja bussimatkan päässä Luzernista. Maisemat olivat sanoinkuvailemattoman huikeat. Kylä nousee järven rannalta 400 metrin korkeudesta 800 metrin korkeuteen ja on oikea sveitsiläinen maalaiskylä, sillä kylän rinnepelloilla laiduntaa paljon kylän pienviljelijöiden lehmiä sekä usein näkee isäntiä niittämässä tai perheitä haravoimassa heinää talven varalle.



**Kuva 1. Näkymä Seelisbergistä Altdorfiin päin.**

Normaali työpäivä Seelisbergissä alkoi puoli seitsemältä keräämällä maidot läheisiltä maataloilta meijerin maitoautolla. Aluksi Alppien kapeat serpentiinitiet ja isohko maitoauto tuntuivat varsin pelottavalta yhdistelmältä. Meijerille selvittyä vuorossa oli maidon esikäsittely, juuston valmistamisen aloittaminen ja aamukahvin nauttiminen sopivaa juoksettumaa odotellessa. Puoleen päivään mennessä juustot muotteihin saatua oli lounaan vuoro. Sveitsissä on muuten todella hyvää ruokaa, jossa rasvaa ei ole säästelyä. Iltapäivällä tehtiin vielä kaksi kattilallista lisää juustoa tai muita juustolan töitä, kuten juustojen pesua juustokellarissa. Kotiin pääsi neljän ja seitsemän välillä riippuen töiden määrästä.

Töiden ohessa kerkesimme onneksi myös matkustelemaan ja tutustumaan Sveitsiin laajemminkin. Lähin suurempi kaupunki oli Luzern, jossa tuli vierailtua useampaankin otteeseen. Lisäksi tutustuimme mm. Zürichiin, Berniin, Geneveen, Montreuxiin, Luganoon ja kävimme myös tutustumassa toistemme kyliin Engelbergiin ja Seelisbergiin. Sveitsistä on myös lyhyt matka kaikkiin rajanaapureihin, joten niissäkin tuli käytyä.



**Kuva 2. Saara ja työkaveri Seppi leikkaamassa juoksettumaa Seelisbergissä.**

Parasta Sveitsissä oli mielestämme juustot, pienyrittäjäyys, luonto, ihmiset, julkinen liikenne ja se että asiat hoituvat helposti ja tehokkaasti. Lähes jokaisessa kylässä oli oma meijeri ja leipomo, jolloin joka aamu sai tuoretta leipää ja kaupoista löytyi pienten meijereiden juustoja ja jogurtteja. Luonto oli uskomattoman puhdasta ja vihreää. Vuorilla oli rentouttavaa käydä vaeltamassa vapaapäivinä. Julkisella liikenteellä pääsi helposti minne vain, sillä vaihtoyhteydet toimivat hyvin ilman odotuksia. Toimistoasiat oli helppoja hoitaa, koska asiat hoituivat todella nopeasti. Ihmiset olivat rentoja ja iloisia. Ihmiset puhuivat paljon vieraillekin ja nopeasti alkoi tuntua kotoisalta kun kylän asukkaat tervehtivät ja kyselivät kuulumisia.

Sveitsin harjoittelu on mielestämme suositeltava kokemus seikkailunhaluisille ja työntekoa pelkäämättömille!







