



***Viri Lactis  
2008***

Kannen kuva: Viriläiset yhdessä itävaltalaisien opiskelijavieraiden kanssa Suomenlinnassa.  
Kuva: *Tea Lönngren*, 2008.

**VIRI LACTIS**  
**1/2008**

**VIRI LACTIS RY HELSINKI**

Viri Lactis –lehti 2008

31. vuosikerta

n:o 1/2008

ISSN 0356-925X

Julkaisija:  
Maitotalousylioppilaiden yhdistys  
Viri Lactis ry

Päätoimittaja  
Asmo Kemppinen

Toimitussihteeri  
Anni Vehviläinen

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 2008

Yliopistopaino

## SISÄLLYSLUETTELO

Katsaus 101. maitoteknologiavuoteen Helsingin yliopistossa <i>Tapani Alatosava</i>	7
Being in Finland According to a Turkish Student <i>Seba Erkan</i>	10
Valon vaikutus rasvapitoisuudeltaan erilaisiin juustoviipaleisiin <i>Jonna Poutanen</i>	12
Bakteereilla hapatetun maitoproteiinigeelin ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät <i>Varpu lappalainen</i>	18
Suomi-Itävalta vaihtoviikot <i>Anni Vehviläinen</i>	23
Juusto- ja viini-ilta <i>Tiina Juhola</i>	25
MMTDK:ssa vuonna 2008 hyväksytyjen maitoteknologian <i>pro gradu</i> -tutkielmien tiivistelmät	26



# Katsaus 101. maitoteknologiavuoteen Helsingin yliopistossa

*Tapani Alatossava*  
Elintarviketeknologian laitos

## **Enemmän englanninkielistä maitoteknologian opetustarjontaa myös elintarviketeknologian laitoksella**

Kuluvan vuoden 2008 yksi merkittävimpiä tapahtumista laitostasolla oli uuden englanninkielisen Food Sciences -maisteriohjelman (MScFood) käynnistyminen. Noin 50 hakijasta tammikuun 2008 haussa hyväksyttiin po. ohjelmaan 13 hakijaa, joista 6 opiskelijaa otti vastaan tarjotun opiskelupaikan ja käynnisti opiskelunsa syyskuussa 2008. MScFood-maisteriohjelmasta vastaa elintarviketeknologian laitos yhdessä soveltavan kemian ja mikrobiologian laitoksen kanssa. MScFood -maisteriohjelma jakautuu kahteen opintosuuntaan, joista Food Safety- ja Food Bio-processing-opintosuunnan opetuksen pääasiallisena toteuttajana ja vastuulaitoksena toimii soveltavan kemian ja mikrobiologian laitos ja elintarviketeknologian laitos, mainitussa järjestyksessä.

Lukuvuonna 2008–2009 maitoteknologian syventävien opintojen kontaktiopetustarjonnasta (yht. 37 op) kaikkiaan 8 op eli 22% toteutetaan englanninkielellä seuraavasti: Periodilla I Maitoteknologia 2 -opintojakson (ETT610, 9 op) opiskelijat (7 kpl sl-08) ja Dairy Bioprocessing -opintojakson (ETT360, 6 ECTS) opiskelijat (5 kpl sl-08) sekä muut vaihto-opiskelijat (2 kpl sl-08) osallistuvat samalle 3 op:n laajuiselle laboratorioskursiosuudella raakamaidon mikrobiologian laboratorio-kursiosuudelle (kurssiopettajana tutkijatohtori Patricia Munsch-Alatossava). Vastaavasti periodilla II Maitoteknologia 3 -opintojakson (ETT620, 9 op) ja LAB Starters -opintojakson (ETT340, 3 ECTS) opiskelijat suorittavat saman maitohappobakteerihapatteita käsittelevän laboratorioskursin (kurssiopettajana tohtorikoulutettava Lourdes Mato Rodriguez). Periodilla IV prof. Hannu Korhonen MTT:ltä pitää englanninkielisenä dosenttiluentosarjan (1 op/ECTS) otsikoituna "Traceability systems and applications in the feed-dairy chain" ja allekirjoittaneen ja meijeri-insinööri (AMK) Jyri Rekosen organisoimana erityisesti MScFood-maisteriohjelman opiskelijoille on suunnattu 1 ECTS:n laajuinen opintojakso "Food Safety Management, a case study". Lisäksi on mahdollista suorittaa kirjatenttejä maitoteknologian alalta. Enempää maitoteknologian englanninkielistä opetusta ei nykyisin opetusvoimaresurssein ole mahdollista toteuttaa.

Opetusministeriö on parhaillaan laatimassa korkeakoulujen kansainvälistymisstrategiaa vuosille 2009–2015. Alustavan strategialuonnoksen mukaan englanninkielisen opetuksen kehittämiseen tullaan lähivuosina kiinnittämään entistä enemmän huomiota sekä myös lisäämään resursseja valtiovallan puolelta. Tämä on selvä osoitus siitä, että laitoksellamme viime vuosien aikana lisääntynyt panostus englanninkieliseen opetukseen on tapahtunut oikea-aikaisesti, ja näin edistää laitoksen menestystä ja kiinnostavuutta kansainvälisenä yliopistotasoisena koulutusyksikkönä mukaanlukien sen maitoteknologia-oppiaine.

Maitoteknologian opiskelijat ovat kiittävästi hakeutuneet myös ulkomaille suorittamaan oman alansa tai soveltuvia sivuaineopintoja etupäässä EU-alueelle, mutta myös kaukaisemmat englanninkieliset Pohjois-Amerikan ja Australian yliopistot näyttävät kiinnostavan. Optimitilanne on,

että kansainvälinen vaihto on molemminsuuntaista. Myös kesäaikoina suoritettava harjoittelu on mahdollista toteuttaa ulkomailla ja saada sitä kautta lisää ja monipuolistettua oman opiskelualan sa teollista työkokemusta ja samalla monenlaista muuta tulevalle työuralle hyödyllistä kokemusta.

Opetuksen osalta Helsingin yliopiston kehittämiskohteiden joukossa kuluvalle toimikaudella ovat juuri kansainvälistäminen ja laadunhallinta. Laadunhallintaan liittyvänä on otettu vuoden 2008 alusta käyttöön järjestelmällinen palautteen kerääminen kaikesta opetuksesta. Tämän mukaisesti myös maitoteknologian opetuspalautteen kerääminen, sen analysointi ja opetuksen kehittämistä ohjaava käyttö on ja tulee jatkossa olemaan pysyvä osa opetuksen laadunhallintaa. On luonnollista, että englanninkielisen opetuksen ja etenkin käynnistyneiden maisteriohjelmien osalta johtuen niiden lyhyestä toteutus- ja kokemushistoriasta tullaan tulevina vuosina kiinnittämään erityistä huomiota opetuksen laatuksymyksiin.

### **Laitokselle saadaan fermentointi- ja erotusteknologian laitteistokokonaisuus alkuvuodesta 2009**

Kun keväällä 2007 varmistui tiedekuntatasolla se, että englanninkielinen MScFood-maisteriohjelma tulotisiin hyväksymään Helsingin yliopiston yhdeksi uudeksi maisteriohjelmaksi, käynnistyi erilaisia toimenpiteitä tavoitteena saada parannettua ohjelman Food Bioprocessing-opintosuunnan tarvitsemää laitevarustusta laitoksellamme. Yksi näistä toimenpiteistä oli yliopiston laiterahan anominen fermentointi- ja erotusteknologian laitteistokokonaisuutta varten. Kevään 2007 haussa emme vielä onnistuneet saamaan rahoitusta, mutta joulukuussa 2007 rehtori myönsi yliopiston laiterahanjaossa 50 t€ pilot-mitan fermentorin hankintaan ja kesäkuussa 2008 puolestaan tiedekuntamme myönsi 90 t€ pilot-mitan sumutuskuivaimen hankintaan osana em. laitteistokokonaisuutta. Syyskuun lopussa 2008 toteutettiin em. laitteiden tilaus täydennettynä tankkiasemalla (3 kpl 120 litran sekoittavia ja lämpötilasäädettäviä tankkeja), jota välttämättä tarvitaan em. laitteiden käytössä. Nämä laitteet saadaan toimitetuksi ja pääosin asennetuksi laitoksen prosessihalliin vuodenvaihteeseen mennessä. Lisäksi on toiveissa, että meijeriteollisuuden puolelta tulotisiin hankkimaan samaan tilaan pilot-mitan kalvosuodatuslaitteisto erotusteknologian tutkimuksen ja opetuksen käyttöön. Tämä suodatuslaitteisto olisi suunnitelmien mukaan prosessihallissa käyttövalmiina keväällä 2009.

Edelläkuvattu pilot-mitan laitteistokokonaisuus prosessihalliin tulee antamaan aivan uusia lisäelementtejä myös maitoteknologian opetuksen ja tutkimuksen kehittämiseen: On mahdollista käynnistää (i) hapate- ja probioottikantojen tuotantoteknologiaan ja kantojen prosessikestävyyteen liittyvää tutkimusta (fermentorilaitteistot), (ii) maito- ja herajauheteknologiaan ja mikrokapselointiin liittyvää tutkimusta ja opetusta (olemassaoleva haihdutin ja hankittava sumutuskuivain), (iii) maidon ja heran komponenttien erotusteknologiaan liittyvää tutkimusta ja opetusta (kalvosuodatuslaitteisto) sekä (iv) toteuttaa kokonaisia maito- tai herapohjaisia jatkojalostusprosessiketjuja pilot-mitassa (em. laitteet yhdessä). Näin erityisesti MScFood-maisteriohjelman Food Bioprocessing-opintosuunnan opetuksen tueksi haettu ja nyt saatava keskeinen laiteinfrastrukturi tulee varmasti olemaan jatkossa myös laajemmassa tutkimus- ja opetuskäytössä laitoksella tarjoten samalla ainutlaatuisen toimintaympäristön toteuttaa myös yhteishankkeita elintarvike- ja biotekniikka-alan yritysten kanssa. Opetuksessa tämän uuden laitteistokokonaisuuden tarjoamat mahdollisuudet voivat lähivuosina todennäköisimmin näkyä maitoteknologian opiskelijalle periodilla IV toteutettavassa maitoteknologia 5 -opintojakson opetussisällössä.



## Kiitokset ja toivotukset

Näin vuoden lopulla haluan jälleen kiittää lämpimästi maitoteknologian opiskelijoita, opettajia ja tutkijoita sekä muita yhteistyökumppaneita työstä suomalaisen maitoteknologian osaamisen edistämiseksi kuluneena vuonna, ja toivottaa rauhallista joulua ja menestyksellistä uutta vuotta 2009! Sen voi jo nähdä, että uuden yliopistolain hyväksymisen myötä muutoksia ja niihin valmistautumisia on tulossa jo ensi vuonna laajalti yliopistossa sen eri organisaatiotasolla ja varsinkin näkyvästi laitostasolla.

# Pappagallo®



Herkulliset Pappagallo – jäätelöt ja – sorbetit saatavana hyvin varustetuista kaupoista.

## Being in Finland According to a Turkish Student

*Seba Erkan*

Exchange student

Department of Food Engineering

Faculty of Engineering, Pamukkale University, Turkey

Before I arrived in Finland I thought that maybe I wouldn't have another chance to come here again. As I arrived here, I don't want to lose time to know another culture or life style. I really loved here. I can feel the difference of being in a European Union country and I support my country in this way.

First of all I want to explain the advantages of being in Finland. When I arrived here, I realized that transportation is very easy and this city (Helsinki) is designed for foreigners. I haven't been another city in my country before. This is my first time going out from my home and my country. Everything is very easy for me. Everybody tries to help me. This is very beautiful city and it is very clean.

I came from Turkey, Pamukkale University. The University has taken its name from the tourist place in Denizli "Pamukkale". This is my second year as a master student and I will stay here about 6 months. 2 months have already passed. First year I only attended courses in my hometown university. I graduated from the same university and take my BSc degree from there. Pamukkale University has a good education in my country. Especially our department "food engineering" is good at in this field. The initial two years we attend general science, maths and some department courses. After second year we get engineering and food technology (meat, cereal, dairy, vegetable-fruit) courses. Students get laboratory practises especially in the third year. We are obliged to undergo training. Generally students should pass exams but sometimes they should do homework or prepare some presentations about a subject.



**Figure 1. Pamukkale travertines.**

In Turkey I prepared my BSc thesis about enzymes but now I am interested in dairy science and technology. Because this field is very wide and in my country I can have a career in this field. I also studied lactic acid bacteria and probiotics. I would like to get special information from my studies here and I would like to practice in my country. I began to study in a project that is about the effects of copper during Emmental cheese production. Emmental cheese is very popular and traditional product in this area. Traditionally it is produced in copper vats and producers believe that copper has an important effect on the quality of Emmental Cheese. However, in large scales production, stainless steel vats are used and copper is added as  $\text{CuSO}_4$  salt solution. We will do microbiological and chemical experiments (water content, organic acid content, soluble and total nitrogen etc.) to compare the differences between the two products. For organic Emmental cheese production, copper addition is not allowed. So this is an important study because this project will try to give some information about the effect of copper in the final quality of Emmental cheese. We will do trials in the 1 day, 6 day, 1 month, 3 month, 6 month old cheese. I can only attend until 3 month old cheese because I will stay there until the end of February.



**Figure 2. Emmental cheese production.**

I will try to complete my thesis here and I wish this study would be very useful for my future studies. In Turkey we have a lot of cheese varieties. But they have different production techniques and so different flavor and texture. I can compare the techniques here and in my country. I would like to introduce this different products to my country.

Now I feel the winter is coming and I wonder how is the winter here. I would like to see snowing and white Helsinki as soon a possible. This will be a great experience for me. Thanks to everybody who gives chance us to be here. I wish this Erasmus Programme will give chance more students to see Europe and especially Finland.

# Valon vaikutus rasvapitoisuudeltaan erilaisiin juustoviipaleisiin

ETM *Jonna Poutanen*  
Arla Ingman Oy Ab

## Johdanto

Valon vaikutuksia eri laatuissa ja muotoisissa juustossa (esim. sulatejuustot, juustoraasteet, juustoviipaleet, palajuustot) on tutkittu paljon. Lähes kaikki tutkimukset ovat kuitenkin tehty täysrasvaisilla juustoilla. Tämän *pro gradu* -tutkielman tarkoituksena oli selvittää, vaikuttaako juustoviipaleiden rasvapitoisuus valon aiheuttamiin reaktioihin ja sitä kautta tuotteen pilaantumiseen. Oletuksena oli, että mitä korkeampi juustoviipaleen rasvapitoisuus on, sitä herkempi se on valolle, sillä suuremman rasvapitoisuuden johdosta se on herkempi hapettumiselle. Työn muut tavoitteet olivat selvittää, ovatko juustoviipaleet herkkiä jollekin tietylle aallonpituusalueelle ja voidaanko valon vaikutuksia vähentää tai estää eriväristen kalvojen avulla.

## Kirjallisuuskatsaus

Elintarvikkeet altistuvat valolle valmistuksen, pakkauksen ja jakelun aikana. Erityisen voimakasta altistus on ruokakaupoissa, joissa tuotehyllyt ovat voimakkaasti valaistuja ja tuotteet pakattuja lähes läpinäkyviin pakkauksiin. Elintarvikkeiden valoaltistusta tapahtuu sekä luonnollisista että keinotekoisista valonlähteistä ja mitä korkeaan energisempää valo on, sitä haitallisempaa se on elintarvikkeelle (Lennersten, 1995).

Maitotaloustuotteet ovat hyvin herkkiä valolle (Beckbölet, 1990). Niissä muodostuu hyvin nopeasti ns. valon maku, joka aikaa myöten muuttuu erittäin epämiellyttäväksi ja johtaa tuotteen myyntikelpaamattomuuteen. Maitotaloustuotteissa tapahtuu valon maun muodostumisen lisäksi paljon eri yhdisteiden pilkkoutumista, jotka johtavat mm. vitamiinitappioihin, värimuutoksiin ja toksisten tuotteiden syntyyn (Mortensen ym., 2004). Maitotaloustuotteissa lipidit, proteiinit, riboflaviini ja A-vitamiini ovat valolle herkimpiä yhdisteitä.

Tuotteen valoherkkyys riippuu tuotteen koostumuksesta, kuten rasvapitoisuudesta, rikkipitoisten yhdisteiden määrästä, antioksidanttipitoisuudesta sekä valoherkkien ainesosien määrästä (esim. juustoilla riboflaviinipitoisuudesta) (Bosset ym., 1994). Valoherkkyyteen vaikuttaa myös tuotteen läpikuultavuus. Mitä läpikuultavampi tuote on, sitä syvemmälle tuotteeseen valo tunkeutuu. Juusto on kiinteä ja läpikuultamaton tuote ja valon tunkeutuminen syvemmälle juustoon on hyvin hidasta. Tästä johtuen juustossa tapahtuvat valoreaktiot ovat pitkälti pintareaktioita.

Valo pystyy aiheuttamaan lipidien, proteiinien ja vitamiinien hapettumista. Pienikin jäännöshappipitoisuus voi johtaa valon aiheuttamiin hapettumisreaktioihin. Kristensen ym. (2000) havaitsivat jopa alle 0,5 % jäännöshappipitoisuuden johtavan merkittävään riboflaviinipitoisuuden laskuun sekä värimuutoksiin. He havaitsivat myös selviä maku- ja hajumuutoksia juustoissaan. Nykyään elintarvikkeita pakataankin suojakaasuun tai vakuumiin, jolloin happipitoisuus saadaan minimoitua.

Kuluttajien terveystietoisuus on kasvattanut tarpeen valmistaa kevyempiä tuotteita. Ensimmäiset kevytjuustot saivat suurta kritiikkiä kuluttajilta, sillä ne eivät vastanneet maultaan eivätkä rakenteeltaan vastaavia täysrasvaisia juustoja. Tämä johti tehokkaaseen kevytjuustojen tuotekehitykseen. Tänäpäin valmistetaan jopa kevytjuustoja, joilla ei ole täysrasvaista vastaavuutta (Ryhänen ym., 2001).

Suurin ongelma kevytjuustojen valmistuksessa on ollut prosessiparametrien, raaka-aineiden ja hapatteiden kehittäminen, sillä niitä ei suoraan voida käyttää kuten täysrasvaisten juustojen valmistuksessa (Mistry, 2001; Banks, 2004). Rasvalla on suuri vaikutus juuston aromiin ja rakenteeseen, jonka takia vähärasvaisten juustojen valmistaminen on haasteellista. Kun rasvaa vähennetään juustosta, tapahtuu juuston mikroympäristössä suuria muutoksia ja tämä koetaan laadun heikkenemisenä. Maku koetaan mauttomana tai vääränlaisena, koska moni rasvaliukoinen aro-miaine häviää tai niitä ei koskaan muodostu rasvapitoisuuden pienentyessä juustossa. Myös suolapitoisuus vesifaasissa on vähärasvaisilla juustoilla pienempi. Vähärasvaisten juustojen rakenne koetaan usein kiinteäksi ja kumimaiseksi. Kun rasva poistetaan juustomassasta, saa proteiinit suuremman merkityksen rakenteen muodostuksessa. Juuston proteiiniverkosto tihenee rasvamäärän ollessa pienempi. Myös valmistusolosuhteet ja hapatteet eroavat täysrasvaisten juustojen valmistuksesta, jolloin kypsytyksen aikana kaseiini hajoaa epätäydellisesti jättäen rakenteen elastisemmaksi. Mitä enemmän juustosta poistetaan rasvaa, sitä suuremmat ovat muutokset.

Juustovalikoima kasvaa vuosi vuodelta yhä suuremmaksi, mikä johtaa siihen, että yksittäisten juustojen kierto kaupasta kuluttajalle hidastuu. Tämän lisäksi kuluttajat vaativat yhä jalostetumpia juustovalmisteita, kuten raastettuja, viipaloituja ja levitettäviä tuotteita. Pitkälle jalostetut tuotteet ovat täten entistä herkempiä altistumaan valolle ja hapelle juuston pinta-alan kasvaessa.

## **Kokeellinen osuus**

### *Koemateriaali ja säilytysolosuhteet*

Koemateriaalina käytettiin juustoja, joita valmistettiin kaupallisesti eri rasvapitoisuuksina. Koejuustot olivat Valion Polar 5 %, Polar 15 % ja Emmental Violetti 28 %. Emmental Violetti vastaa entistä täysrasvaista Polar-juustoa pieniä reseptimuutoksia lukuun ottamatta. Juustot viipaloitiin ja pakattiin suojakaasuun (30 % CO<sub>2</sub> ja 70 % N<sub>2</sub>) kaupallisiin läpinäkyviin viipalepakkauksiin (syvävedettyä PET/PE). Osassa pakkauksista käytettiin kaupallisia etikettejä pakkausten päällä. Juustoviipaleita pakattiin myös itse PA/PE-pusseihin joissa käytettiin samaa kaasukoostumusta kuin kaupallisissa pakkauksissa.

Juustoja altistettiin valolle kylmähuoneessa + 8 °C:ssa, joka vastaa korkeinta sallittua säilytyslämpötilaa juustoilla. Valoaltistus oli 12 tuntia vuorokaudessa, joka vastaa ruokakauppojen valaistus-aikaa. Valoaltistettujen juustojen vertailuna käytettiin juustoja, joita oli säilytetty valolta suojattuna samoissa olosuhteissa. Suurin osa kokeista tehtiin juustoilla, joita oli valoaltistettu kirkkaalle loisteputkivalolle. Osa kokeista suoritettiin kuitenkin juustoilla, joita oli altistettu punaiselle, siniselle, oranssille ja keltaiselle valolle. Spesifiset värit saatiin aikaan käyttämällä PET- tai PP-muovista valmistettuja värikalvoja loisteputkien edessä (sininen, punainen, oranssi ja keltainen PET-kalvo sekä oranssi PP-kalvo joka sisälsi mikrokiteistä titaanidioksidia). Juustoviipaleita altistettiin valolle eri pitkiä aikoja eri kokeissa ja valaistusvoimakkuus oli kirkkailla valoilla 2500–5000 lx ja värikalvoilla 20–4800 lx. Suuri vaihtelu värikalvoilla johtui kalvojen erilaisesta valonläpäisevyydestä.

Koasetelmassa oli kaksi koesarjaa. Ensimmäisessä koesarjassa käytettiin kirkkaita valoja ja juustoviipaleet olivat pakattu kaupallisiin pakkauksiin. Tässä koesarjassa mitattiin pakkausten kaasukoostumus, juustoviipaleiden värimuutoksia, riboflaviinin ja A-vitamiinin hajoamista, hapettumistuotteiden muodostumista sekä suoritettiin aistinvaraiset arvioinnit. Toisessa koesarjassa käytettiin värillisiä valoja ja juustoviipaleet olivat pakattu itse PA/PE-pusseihin. Koesarjassa mitattiin pussien kaasukoostumus sekä riboflaviinin ja A-vitamiinin hajoamista.

### *Käytetyt menetelmät*

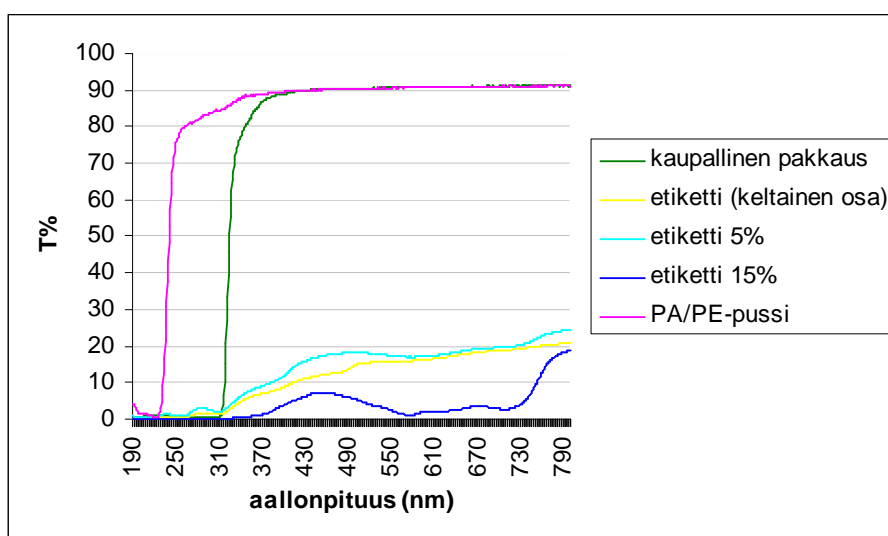
Pakkausmateriaalin ja värikalvojen valonläpäisevyys mitattiin spektrofotometrisesti. Kaasu-analysaattorin avulla selvitettiin jokaisen pakkauksen hiilidioksidi- ja happipitoisuus. Juustoviipaleiden värimuutoksia seurattiin CIELAB-menetelmällä värimittarilla. Front face fluoresenssi-spektroskopian avulla mitattiin riboflaviinin ja A-vitamiinin hajoamista. Lisäksi selvitettiin kuinka syväälle viipalepakkauksessa valon aiheuttamat muutokset näkyvät ajan myötä. Staattisen head space kaasukromatografian avulla mitattiin hapettumistuotteiden muodostumista. Näiden lisäksi tehtiin useita aistinvaraisia testejä. Juustoviipaleista tehtiin profiili Valion aistinvaraisen raadin avulla. Valion kanssa suoritettiin myös kuluttajatutkimus. Lisäksi käytettiin kuvailevaa menetelmää poikkeama vertailunäytteestä sekä erotustestiä R-indeksi selvittämään juustoviipaleiden välisiä eroja.

## **Tulokset**

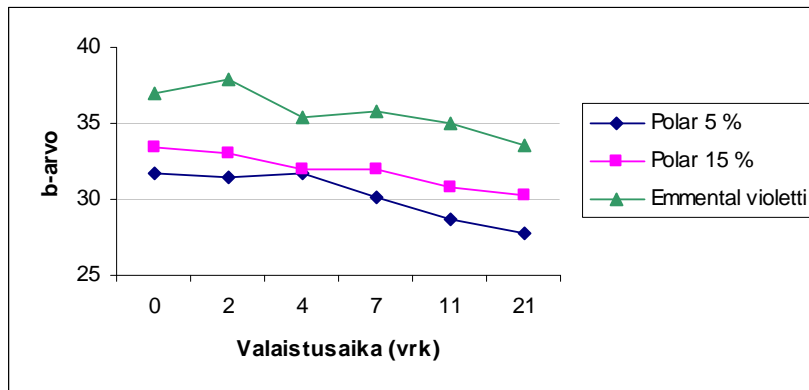
### *Pakkausten valonläpäisevyys*

Valonläpäisevyyttä mitattiin spektrofotometrisesti transmittanssin avulla (kuva 1).

Mitä korkeampi transmittanssi, sitä enemmän materiaali läpäisee valoa. Kaupallinen pakkaus läpäisi 90 % näkyvästä valosta (näkyvän valon aallonpituusalue on 380–750 nm). Polar 5 % etiketti oli vaalean sininen ja läpäisi enemmän valoa kuin Polar 15 % etiketti, joka oli tumman sininen. Molemmissa etiketeissä oli vaalean keltainen alaosa, joka suojasi juustoja valolta aavistuksen paremmin kuin Polar 5 % etiketin vaalean sininen osa. PA/PE-pussi läpäisi valoa laajemmalla aallonpituusalueella kuin kaupallinen PET/PE-pakkaus.



**Kuva 1. Pakkausten ja etikettien valonläpäisevyys.**



Kuva 2. Värimuutos koejuustojen b-arvossa.

### Värimittaukset

CIELAB -menetelmässä näytteen väriä kuvataan kolmella parametrilla: L, a ja b. L-arvo kuvaa näytteen vaaleutta (0=musta, 100=valkoinen), a-arvo kuvaa näytteen väriä akselilla punainen (+a) - vihreä (-a) ja b-arvo akselilla sininen (-b) – keltainen (+b). Polar 5 % oli selkeästi tummempi kuin Polar 15 % ja Emmental violetti. Vaaleus ei muuttunut valoaltistuksen aikana. Polar 5 % oli myös punertavampi kuin muut juustot. Punertavuus näytti kasvavan valoaltistuksen aikana Polar 5 % juustossa mutta muissa ei näkynyt yhtä selvää muutosta. Emmental violetti oli selvästi keltaisempi kuin kaksi muuta juustoa (kuva 2). Kaikkien keltaisuudessa näkyi selkeätä laskua valoaltistuksen aikana (kuva 2).

### Fluoresenssispektroskopia

Fluoresenssispektroskopian avulla mitattiin riboflaviinin ja A-vitamiinin pilkkoutumista valon vaikutuksesta. Fluoresenssispektroskopia perustuu fluoresoivien yhdisteiden kykyyn absorboida energiaa, jolloin se virittyy. Virittynyt tila on kuitenkin hyvin pysymätön, jonka seurauksesta kappale palaa takaisin alkuperäiseen tilaansa emittoiden valoa. Fluoresenssispektroskopiassa pystytään mittaamaan sekä virittävää että emittoivaa energiaa. Mitä enemmän näytteessä on fluoresoivaa yhdistettä, sitä suurempi intensiteettiarvo saadaan. Jokainen yhdiste virittyy ja emittoi valoa spesifisesti, jonka ansiosta fluoresenssikäyrät ovat erilaisia.

Fluoresenssispektroskopian avulla pystyttiin näkemään, että riboflaviini- ja A-vitamiinipitoisuudet laskivat kaikissa juustoissa valoaltistuksen takia. Juuston rasvapitoisuudella ei ollut vaikutusta riboflaviinipitoisuuteen. A-vitamiinin kohdalla pitoisuus oli suurempaa, mitä enemmän juustossa oli rasvaa.

Fluoresenssispektroskopian avulla tutkittiin myös kuinka syväälle valoaltistus vaikuttaa juustoviipalepakkauksissa. Sekä riboflaviini- että A-vitamiinimittauksissa pystyttiin näkemään, että mitä ylemmältä viipaleesta pakkauksessa oli kyse, sitä pienemmät olivat pitoisuudet. Kahdessa viikossa valon vaikutus näkyi kolmanneksi ylimmässä viipaleessa ja kolmen viikon valoaltistuksen jälkeen valon vaikutukset näkyivät neljänneksi ylimmässä viipaleessa.

## *Värikalvojen vaikutus*

Kirkkaiden valojen alla valotetuissa juustoissa oli riboflaviini- ja A-vitamiinipitoisuudet selvästi laskeneet. Sininen kalvo läpäisi ainoastaan 30 lx valoa verrattuna kirkkaaseen valoon joka läpäisi 3000 lx valoa. Tästä huolimatta sinisen kalvon alla valotetuissa juustoissa näki selvästi riboflaviinin hajonneen valotuksen takia. Parhaimman suojan riboflaviinille valoa vastaan antoivat keltainen ja oranssi PET-kalvo. Oranssi PP-kalvo sekä punainen kalvo eivät suojanneet juustoja yhtä hyvin. A-vitamiinipitoisuudessa ei näkynyt yhtä selkeitä muutoksia värikalvojen vaikutuksesta kuin riboflaviinin kohdalla.

## *Aistinvaraiset arvioinnit*

R-indeksissä valotettu Polar 5 % erosi valolta suojatusta juustosta kolmen vuorokauden valotuksen jälkeen. Valotettu Emmental violetti erosi valolta suojatusta juustosta viiden vuorokauden valotuksen jälkeen. Polar 15 % kohdalla ei erotettu valotettua ja valolta suojattua näytettä toisistaan edes viiden vuorokauden valotuksen jälkeen.

Poikkeama vertailusta arvioinnissa löytyi eniten eroja valoaltistetun ja valolta suojatun juuston väliltä Polar 5 % juuston kohdalla. Juustoja oli valotettu yksi ja viisi vuorokautta. Eroja löytyi mm. rikkimäisessä hajussa ja kitkerässä maussa siten, että valotetut juustot olivat voimakkaampia kyseisten ominaisuuksien suhteen. Kitkerää makua havaittiin myös Polar 15 % ja Emmental violetti juustoissa viiden vuorokauden valotuksen jälkeen verrattuna valolta suojattuihin näytteisiin.

Kuluttajatutkimuksessa tutkittiin Polar 5 % (n= 45) ja Polar 15 % (n= 57) juustoja. Juustoja oli valotettu yksi, kolme ja viisi vuorokautta. Polar 5 % kohdalla kuluttajat pitivät yksi vuorokautta valotettua juustoa parhaana ja antoivatkin sille korkeimman arvosanan. Polar 15 % juustossa ei valotusajalla ollut suurta merkitystä arvosanaan. Polar 15 % juustot saivat paremmat arvosanat kuin Polar 5 %, mikä on tyyppillistä kevytjuustojen kohdalla.

Profiiliarvioinnissa arvioitiin yksi, kolme ja viisi vuorokautta valotettuja juustoja. Eroja löytyi Polar 5 % juustoissa kovuudessa ja maun intensiteetissä. Kolme vuorokautta valotettu juusto oli kovin ja maun intensiteetti oli pienin kun taas yksi vuorokautta valotettu juusto oli pehmein ja maku intensiivisin. Polar 15 % juustoissa eroja löytyi ainoastaan suolaisuudessa. Yhden vuorokauden valotettu juusto oli suolaisin.

## **Päätelmät**

Rasvapitoisuudella vaikuttaisi olevan merkittävä vaikutus juustoviipaleiden valoherkkyyteen. Oletuksena oli, että mitä korkeampi juustoviipaleen rasvapitoisuus on, sitä herkempi se on valon vaikutuksille. Tämä tutkimus kuitenkin osoittaa, että tilanne on päinvastainen. Polar 5 % oli herkin valolle, mikä itse asiassa osoittaisi, että rasva suojaa juustoviipaleita huomattavilta laatumuutoksilta, kuten aistinvaraisilta muutoksilta. Rasva näyttäisi peittävän mm. makumuutoksia a, minkä takia aistinvaraiset muutokset huomataan herkemmin vähärasvaisissa tuotteissa.

Kaupalliset juustoviipalepakkaukset päästivät lävitseen erittäin paljon valoa, eli niillä ei sellaisinaan ollut valolta suojaavaa ominaisuutta. Juustopakkausten etiketit laskivat huomattavasti valonläpäisevyyttä, mutta päästivät silti sen verran valoa, ettei niillä ollut suoranaista suojaavaa vaikutusta.



Haitallisin aallonpituusalue juustoviipaleille vaikuttaisi olevan 400–500 nm, joka on alue jossa riboflaviini absorboi valoa näkyvän valon alueella. Riboflaviini on maitotaloustuotteissa valoherkkin yhdiste joka hapettuu helposti jo hyvin pienissä happipitoisuuksissa ja aiheuttaa täten herkästi foto-oksidaatiota maitotaloustuotteissa.

Fluoresenssispektroskopian avulla yritettiin löytää juustoviipaleita parhaiten suojaavaa värikalvoa. Oranssi ja keltainen väri näyttäisivät suojaavan juustoviipaleita parhaiten valon haitoilta, ainakin riboflaviinin hajoamiselta, mikä onkin tärkein ominaisuus. Sininen valo näyttäisi antavan huonoimman suojan valoa vastaan.

Tutkimuksessa käytetyt valaistusvoimakkuudet olivat aika korkeita, jopa korkeampia mitä ruokakaupoissa käytetään. Valaistusvoimakkuudet olisi hyvä pyrkiä pitämään mahdollisimman pieninä, jotta laatumuutokset saataisiin minimoitua. Tutkimus kuitenkin osoitti, että valolähteen aallonpituudella vaikuttaisi kuitenkin olevan suurempi merkitys kuin itse valaistusvoimakkuudella, joten oikeanlaisen valaistuksen ja pakkauksien värityksen avulla pystytään vaikuttamaan juustoviipaleiden laatuun.

## Kirjallisuus

- Banks, J. 2004. The technology of low-fat cheese manufacture. *Int. J. Dairy Technol.* 57: 199–207.
- Beckbölet, M. 1990. Light effects on food. *J. Food Prot.* 53: 430–440.
- Bosset, J., Gallmann, P. ja Sieber, R. 1994. Influence of light transmittance of packaging materials on the shelf-life of milk and dairy products - a review. Teoksessa: *Food packaging and preservation*, 1<sup>st</sup> edition, M. Mathlouthi (toim.), s. 222–268. Blackie Academic & professional, London.
- Kristensen, D., Orlien, V., Mortensen, G., Brockhoff, P. ja Skibsted L. 2000. Light-induced oxidation in sliced Havarti cheese packaged in modified atmosphere. *Int. Dairy J.* 10: 95–103.
- Lennersten, M. 1995. The influence of light and packaging materials on oxidative deterioration in foods. A literature review. SIK-rapport 620. SIK – The swedish institute for food and biochemistry, Göteborg, Sverige.
- Mistry, V. 2001. Low fat cheese technology. *Int. Dairy J.* 11: 413–422.
- Mortensen, G., Bertelsen, G., Mortensen, B. ja Stapelfeldt, H. 2004. Light-induced changes in packaged cheeses - a review. *Int. Dairy J.* 14: 85–102.
- Ryhänen, E.-L., Pihlanto-Leppälä, A. ja Pakkala, E. 2001. A new type of ripened, low-fat cheese with bioactive properties. *Int. Dairy J.* 11: 441–447.

# Bakteereilla hapatetun maitoproteiinigeelin ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät

ETM *Varpu Lappalainen*  
Valio Oy

## Taustaa

Tämän mielenkiintoisen ja haastavan *pro gradu* –tutkimuksen toimeenpanijana oli Valio Oy:n Tutkimus- ja tuotekehitysyksikkö. Tutkimuksen kokeellinen osuus suoritettiin Helsingin yliopiston elintarviketeknologian laitoksen koemeijerissä kesällä 2007. Työn tavoitteena oli tutkia rasvattomasta maidosta bakteereilla hapatetun ja sekoitetun geelin ominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä. Työssä tutkittiin kuumennuslämpötilan, hapatuslämpötilan, hapatemäärän proteiini-/kuivaainepitoisuuden sekä pilkotun laktoosin vaikutusta sekoitetun maitoproteiinigeelin ominaisuuksiin. Geeleistä mitattiin lujuus rotaatioviskometrillä, heran erottuminen (synereesi), pH ja °SH-luku (happamuus) sekä rakenteen homogeenisuus (”hiutaleisuus”). Mittaukset tehtiin 1, 7, 14 ja 21 vuorokauden varastoinnin (+6 °C) jälkeen. Geelit valmistettiin sekoitettua jogurttiprosessia mukaillen. Koe-erän koko oli kolme litraa. Tavoitteena oli löytää ne optimiprosessiolosuhteet, jotka merkittävästi vaikuttivat geelin rakenneominaisuuksiin, lujuuteen, homogeenisuuteen ja heroittumiseen.

## Johdanto

Maidon hapattaminen bakteerien avulla on yksi vanhimmista keinoista pidentää tuotteen säilyvyyttä. Lisäksi hapattamisella tuotteeseen saadaan makua maitohapon ja aromiaineiden ansiosta (Mantere-Alhonen ja Forsén, 1990). Jogurtin valmistuksen pääpiirteet ovat pysyneet ennallaan vuosikausia. Esikäsitellyn jogurttimaidon rasvapitoisuus vakioidaan halutuksi ja kuivaainepitoisuutta nostetaan haihdutuksella tai lisäämällä maitojauheita. Kuumennus (80–95 °C/30–5 min) tuhoaa patogeenisiä bakteereja ja inaktivoi maidon entsyymejä sekä saattaa maidon komponentit geeliytymiselle otolliseen muotoon, mikä vaikuttaa lopputuotteen rakenteeseen. Jogurttihapatteet sisältävät *Lactobacillus delbruekii* subsp. *bulgaricus*- ja *Streptococcus thermophilus* -maitohappobakteerilajeja. Jogurttiin voidaan myös lisätä probioottisia bakteereja parantamaan jogurtin terveysvaikutuksia. Hapatuksessa maidon pH laskee, kun maitohappobakteerit hydrolysoivat laktoosin ja muuntavat sen maitohapoksi. Hapatuksen aikana maidosta muodostuu pehmeä ja viskoosi geeli, joka maustetaan halutuksi hedelmillä tai marjoilla ja pakataan. Nykyään jogurtiksi kutsutaan hapatettua maitoa, joka voi olla sekoitettua tai kiinteää eli set-type-tyyppiä (Robinson ja Tamime, 2006).

Jogurttimassan rakenne on yksi tärkeimmistä ja keskeisimmistä jogurtin laatuun vaikuttavista tekijöistä. Se vaikuttaa erityisesti jogurtin aistittaviin ominaisuuksiin ja sitä kautta tuotteen hyväksyttävyyteen. Jogurtin rakenteeseen vaikuttavat monet tekijät, kuten jogurttimaito, hapate ja prosessiolosuhteet (Sodini ym., 2004). Tyypillisimpiä jogurtin rakennevirheitä ovat heran erottuminen eli synereesi, hiutaleisuus sekä liian ohut rakenne. Mikrorakenteen ja aistittavan laadun

välillä on selvä korrelaatio. Näihin voidaan vaikuttaa mm. lisäämällä jogurttimaidon kokonaiskuiva-ainepitoisuutta, muuttamalla kuumennus- ja hapatuslämpötiloja sekä käytetyn hapatteen määrää.

### **Maitoproteiinigeelin muodostuminen**

Maitoproteiinigeelin muodostuminen on seurausta kaseiinimisellien muuttumisesta epästabiiliseen tilaan. Tämä rakenteen muutos saadaan aikaan entsyymaattisesti, kemiallisesti tai bakteereilla hapattamalla. Geelien muodostuminen on palautumaton ilmiö. Proteaasientsyymit (ky-mosiini) pilkkovat  $\kappa$ -kaseiinin, jolloin kaseiinipartikkelien stabilisuus heikkenee ja ne aggregoituvat (Fox ja Kelly, 2004). pH puolestaan vaikuttaa voimakkaasti kaseiinien sähköstaattisiin vuorovaikutuksiin. Maidon fermentoinnin aikana misellaarinen tai kolloidinen  $\text{Ca}^{2+}$ -pitoisuus kasvaa maidon seerumiosassa, johtuen misellaarisen kalsium-fosfaatin liukenemisestä, kun pH laskee (Tamime ja Robinson, 1999a). Kun pH laskee hapatuksen aikana, kaseiinin kolloidinen kalsiumfosfaatti (CCP) liukenee, erityisesti pH:ssa alle 6,0. Kaseiineista tulee liukenemattomia saostukseen pH:ssa 4,6. Maito saavuttaa isoelektrisen pisteensä kohdassa, jossa nettovaraukset ovat nolla, tällöin kaseiinit liittyvät toisiinsa hydrofobisin voimin. Tästä seuraa partikkelien aggregaatio, ja sitä kautta geelimäisen rakenteen synty.

Hapattaminen kemiallisesti glukono- $\delta$ -laktonilla tai bakteereilla eroaa toisistaan mm. kolloidisen kalsiumfosfaatin liukenemisen ja kaseiinimisellin dissosiaation suhteen (Girard ja Schaffer-Lequard, 2007). Bakteereilla hapatetut geelit ovat rakenteeltaan heikompia kuin entsyymaattisesti valmistetut (Tamime ja Robinson, 1999a). Proteiiniverkosto, kuten myös yksittäisten polypeptidien tertiäärinen rakenne, on koostunut pääasiallisesti ei-kovalenttisista sidoksista, kuten hydrofobisista vuorovaikutuksista, vetysidoksista ja elektrostaattisista vuorovaikutuksista (Totousaus ym., 2002). Hapatetut geelit muodostavat kolmiulotteisen proteiinimatriisin (Sodini ym., 2004), jotka ovat muodostuneet aggregoituneista partikkelirykelmistä. Ne muodostavat jatkuvan verkkorakenteen (Horne, 1999). Hapatettujen maitojen rakenne on ainutlaatuinen, koska niissä on korkea kosteuspitoisuus, mutta ne käyttäytyvät kuin kiinteä materiaali. Hapatetun maitovalmisteen ominaisuudet riippuvat sen mikrorakenteesta ja fysikaaliskemiallisista vuorovaikutuksista eri rakenne-elementtien välillä (Tamime ym., 2007).

### **Jogurttigeelin muodostuminen**

Lämpökäsittelyä käytetään jogurttien valmistuksessa tuhoamaan tai eliminoimaan patogeenejä ja muita mahdollisia haitallisia mikro-organismeja. Kuumennuksen tehtävänä on myös muuntaa maidon proteiinien luontaisia fysikaaliskemiallisia ominaisuuksia, joka saattaa olla edellytys geeliytymisprosessille (Tamime ja Robinson, 1999a). Kuumennetusta maidosta muodostuu geeli hapatuksen aikana, koska kaseiinimisellien koko kasvaa muodostaen ketjumaisen matriisin. Geeliytyminen alkaa noin pH:ssa 5,3 (Robinson ym., 2006). Tällöin proteiinien reaktiiviset ryhmät sijoittuvat siten, että ne suosivat molekyylien välisiä vuorovaikutuksia. Liuoksen olosuhteet, kuten pH, vaikuttavat muodostuvien aggregaattien määrään. Elektrostaattisen poistovoiman (repulsiio) väheneminen puolestaan lisää vapaiden kalsium- ja fosfori-ionien määrää lähellä isoelektristä pistettä edistämällä partikkeli-geeliverkoston muodostumista (Foegeding, 2006). Tämä johtaa proteiinien tasaiseen jakautumiseen ja vesiosan sitoutumiseen syntyneen proteiiniverkoston sisään (Tamime ym., 2007). Yhteenliittymiset tuottavat verkoston, joka useimmiten havaitaan juoksevan muodon muuttumisena kiinteämpään muotoon (Foegeding, 2006). Muodostunutta proteiiniverkostorakennetta kutsutaan geeliksi.

Kun kuumentamatonta maitoa hapatetaan, geeliverkostoa ei synny, koska kaseiinimisellit eivät turpoa eivätkä jakaudu tasaisesti massaan, vaan ne aggregoituvat keskenään (Tamime ym., 2007). Geeliytyminen alhaisessa ionivoimassa ja pH:n ollessa joko isoelektrisen pisteen ylä- tai alapuolella, tuottaa hieno-säikeisiä heikkoja geelejä (Foegeding, 2006). Hapatuksen aikana tapahtuvan geeliytymisprosessin ymmärtäminen auttaa hallitsemaan hapannaitotuotteiden valmistusta (Tamime ym., 2007; Barrangou ym., 2006).

## **Synereesi**

Mitä isompia geelimassan huokokset ovat, sitä helpommin hera erottuu geelistä (Tamime ja Robinson, 1999a). Spontaani synereesi johtuu geelin supistumisesta ilman ulkoista voimaa, kuten sentrifugaatiota. Supistuminen johtuu geeliverkoston epästabiilisuudesta, kun verkkomainen rakenne järjestäytyy uudelleen, ja jonka seurauksena geeli menettää kykynsä sitoa nestettä (Lucey ym., 1998a; Lucey, 2002). Partikkeleiden liiallinen uudelleen järjestäytyminen ennen geeliytymistä ja sen aikana vaikuttaa heran erottumiseen (Lucey, 2001). Luceyn tutkimukset osoittavat, että nopea happaneminen korkeissa hapatuslämpötiloissa lisää synereesiä geeleissä. Hapattaminen alhaisissa lämpötiloissa puolestaan vähentää synereesiä (Lucey, 2002).

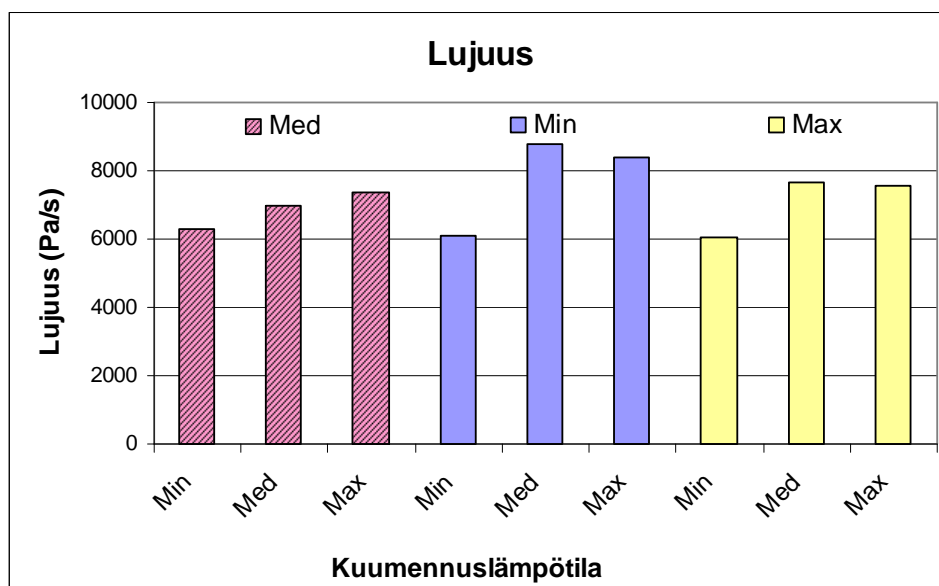
## **Kokeellinen tutkimus**

Kokeellisessa tutkimuksessa testattiin kolmen kuumennuslämpötilan, kolmen hapatuslämpötilan, kolmen eri hapatamäärän, kolmen eri proteiini-/kuiva-ainepitoisuuden sekä laktoosin hydrolyysin vaikutusta sekoitetun maitoproteiini-geelin lujuteen, hiutaleisuuteen, heroittumiseen ja happamuuteen.

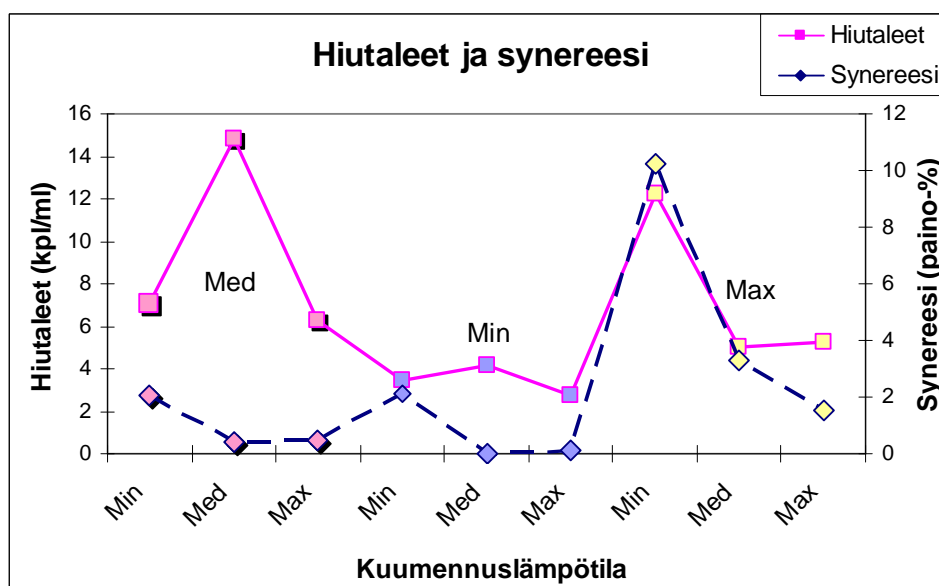
Geelit valmistettiin pastöroidusta rasvattomasta maidosta sekoitejogurtin valmistusprosessia mukaillen. Maito kuumennettiin, jäädytettiin hapatuslämpötilaan ja hapate lisättiin. Hapatuksen tavoitteena oli laskea pH tasolle 4,6. Kun haluttu happamuus oli saavutettu, näytteet sekoitettiin ja jäädytettiin sekä pakattiin pikareihin. Mittaukset tehtiin 1, 7, 14 ja 21 vuorokauden varastoinnin jälkeen.

## **Tulokset**

Tulosten perusteella matalin kuumennuslämpötila tuotti hapatuksen aikana heikoimmat geelirakenteet ja näytteissä esiintyi eniten synereesiä. Matalimman hapatuslämpötilan aikana geeleistä muodostui lujia ja ne heroittuivat vähän. Lisäksi työssä löydettiin optimihapatamäärä, joka osoittautui parhaaksi ja toimivaksi useimmille tässä työssä käytetyille prosessiolosuhteille. Laktoosin hydrolyysin osalta tulokset olivat suuntaa antavia. Lisää tutkimuksia tarvitaan laktaasientsyymien vaikutuksista näiden alustavien tulosten varmistamiseksi. Proteiinipitoisuuden nosto lisää geelien lujuutta ja vähentää synereesiä. Hiutaleisuus lisääntyy, kun proteiinipitoisuutta nostetaan, etenkin kun hapatuslämpötila oli korkea. Selvästi vähiten hiutaleita muodostui, kun hapatuslämpötila oli matala.



**Kuva 1.** Kuumennus ja hapatuslämpötilan vaikutus geelin lujuuteen. Min = normaalia alempi kuumennus-/hapatuslämpötila. Med = normaali kuumennus-/hapatuslämpötila. Max = normaalia korkeampi kuumennus-/hapatuslämpötila.



**Kuva 2.** Kuumennus ja hapatuslämpötilan vaikutus geelin hiutaleisuuteen ja synereesiin. Min = normaalia alempi kuumennus-/hapatuslämpötila. Med = normaali kuumennus-/hapatuslämpötila. Max = normaalia korkeampi kuumennus-/hapatuslämpötila.

### Pohdinta ja päätelmät

Tässä työssä havaittiin, että rasvattoman maidon kuumennus normaalia alemmassa lämpötilassa ei riitä todennäköisesti denaturoimaan tarvittavaa määrää heraproteiineista, koska bakteereilla hapatetusta proteiinigeelistä muodostui rakenteeltaan erittäin heikkoja. Tämä ilmeni erityisesti lisääntyneenä heroittumisena, etenkin kun hapatuslämpötila oli korkea. Maidon lämpökäsittelyn aikana tapahtuu useita reaktioita, sisältäen heraproteiinin denaturoitumista ja aggregoitumista, sekä kompleksien muodostumista her- ja kaseiiniproteiinien välille (Corredig ja Dalgleish, 1999). Kuumentamattomat maidot muodostavat vain heikkoja geelejä hapatuksen aikana (Lycey ym., 1997). Natiivit heraproteiinit eivät osallistu geeliverkoston muodostumiseen. Kun kuumennus on 80 °C/30 min, heraproteiinit denaturoituvat lähes kokonaan ja ne voivat yhtyä kaseiniini-

selleihin, kun heraproteiinien isoelektrinen piste saavutetaan hapatuksen aikana. Tämä lisää geeliin sisäisiä rikkisidoksia tai -siltoja ja voi lisätä geelin lujuutta (Lucey ym., 1999). Tulosten perusteella lujimmat maitoproteiinigeelit saatiin, kun hapatuslämpötila oli normaalia matalampi ja maidon kuumennuslämpötila ennen hapatusta oli normaali tai normaalia korkeampi. Selvästi enemmän heraa erottui geeleistä, jotka hapatettiin korkeassa lämpötilassa. Proteiinigeelit, jotka on valmistettu riittävästi kuumennetusta maidosta ja alhaisessa hapatuslämpötilassa, sisältävät enemmän denaturoituneiden heraproteiinien linkittämiä kaseiineja. Proteiiniverkosto, joka on runsaasti haaroittunut, vähentää kaseiinipartikkeleiden ja geeliverkoston uudelleenjärjestäytymistä (Lucey 2002). Parhaimmat geeliominaisuudet saatiin lisätyllä proteiinilla, kun hapatuslämpötila oli matala.

Hapatettujen maitoproteiinigeelien mikrorakenteen muodostumiseen voidaan vaikuttaa valitulla proteiinipitoisuudella, kuumennus- ja hapatuslämpötilalla sekä hapatteen annostuksella.

## Kirjallisuus

- Barrangou, L.M., Daubert, C.R. ja Foegeding, E.A. 2006. Textural properties of agarose gels. I. Rheological and fracture properties. *Food Hydrocolloids* 20: 184–195.
- Corredig, M., ja Dalgleish, D.G. 1999. The mechanism of the heat induced interaction of whey proteins with casein micelles in milk. *Int. Dairy J.* 9: 233–236.
- Foegeding, E.A. 2006. Food Biophysics of Protein gels: A Challenge of Nano and Macroscopic Proportions. *Food Biophysics*. 1: 41–50.
- Fox, P.F. ja Kelly, A.L. 2004. The Casein. Teoksessa: *Proteins in Food Processing*. R.Y. Yada (toim.). s. 29–71 Woodhead Publishing Ltd. Cambridge.
- Girard, M. ja Schaffer-Lequard, C. 2007. Gelation of Skim Milk Containing Anionic Exopolysaccharides and Recovery of Texture after Shearing. *Food Hydrocolloids* 21: 1031–1040.
- Horne, D.S. 1999. Formation and Structure of Acidified Milk Gels. *Int. Dairy J.* 9: 261–268.
- Lucey, J.A., Tet Teo, C., Munro, P.A. ja Singh, H. 1997. Rheological properties at small (dynamic) and large (yield) deformations of acid skim milk gels. *J. Dairy Res.* 65: 591–600.
- Lucey, J.A., Tamehana, M., Singh, H., ja Munro, P.A. 1998a. A Comparison of the formation, rheological properties and microstructure of acid skim milk gels made with a bacterial culture or glucono-delta-lactone. *Food Res. Int.* 31: 147–155.
- Lucey, J.A., Tet Teo, C., Munro, P.A. ja Singh, H. 1997. Rheological properties at small (dynamic) and large (yield) deformations of acid skim milk gels. *J. Dairy Res.* 65: 591–600.
- Lucey, J.A. 2001. The Relationship between Rheological Parameters and Whey Separation in Milk Gels. *Food Hydrocolloids* 15: 603–608.
- Lucey, J.A. 2002. Formation and Physical Properties of Milk Protein Gels. *J. Dairy Sci.* 85: 281–294.
- Mantere-Alhonen, S. ja Forsén, R. 1990. Hapatevalmisteiden mikrobit. Teoksessa: *Maidon ja maitovalmisteiden mikrobit*. S. Mantere-Alhonen (toim.) s. 129–147. VAPK-kustannus, Helsinki.
- Robinson, R.K. ja Tamime, A.Y. 2006. Types of Fermented Milks. Teoksessa: *Fermented Milks*. A.Y. Tamime (toim.) s. 1–10. Blackwell Publishing Company, Oxford.
- Robinson, R.K., Lucey, J.A. ja Tamime, A.Y. 2006. Manufacturing of Yoghurt. Teoksessa *Fermented Milks*, A.Y. Tamime (toim.). s. 53–75. Blackwell Publishing Ltd., Oxford.
- Sodini, I., Remeuf, F., Haddad, S. ja Corrieu, G. 2004. The Relative Effect of Milk Base, Starter, and Process on Yogurt Texture: Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44: 113–137.
- Tamime, A.Y. ja Robinson R.K. 1999a. Background to Manufacturing Practice. Teoksessa: *Yoghurt Science and Technology*. 2. painos. s. 11–128. Woodhead Publish Ltd. Cambridge.
- Tamime, A.Y., Hassan, A., Farnworth, E. ja Toba, T. 2007. Structure of Fermented Milks. Teoksessa: *Structure of Dairy Products*, A.T. Tamime (toim.), s. 134–169. Blackwell Publishing Ltd., Oxford.
- Totosaus, A., Montejano, J.G., Salazar, J.A. ja Guerrero, I. 2002. A Review of Physical and Chemical-protein-gel Induction. *Int. J. Food Sci. Tech.* 37: 589–601.

# Suomi-Itävalta vaihtoviikot

Elintarviket. yo. *Anni Vehviläinen*  
Tiedotusvastaava  
Viri Lactis ry



**Kuva 1: Itävaltalaiset Suomenlinnan Alpeilla. Kuva: *Tea Lönngren*, 2008.**

Helmi-maaliskuun vaihteessa saapuivat itävaltalaiset opiskelijat vieraiksemme Helsinkiin. Vaihtoviikkojen aikana oli tarkoitus tutustuttaa opiskelijoita suomalaiseen kulttuuriin, paikallisiin yrityksiin ja tietenkin yliopistoomme. Itävaltalaisten tervetuliaisillallinen alkoikin perinteisen ruoan merkeissä aidolla poronkärityksellä ja puolukkahillolla B-grundilla Viikissä.

Viikon aikana ehdimme nähdä ja kokea yhdessä paljon. Valion vierailulla Wienin maatalousyliopistosta tulleet ystävämme saivat tutustua yhteen merkittävimmistä maidonjalostajistamme. Illan aikana vatsat tulivat varmasti täyteen pöydän runsaista antimista ja tutustuminen suomalaiseen saunaankin sujui leppoisasti. Sen jälkeen olikin aika viedä itävaltalaiset tutustumaan ensimmäistä kertaa Helsingin yöelämään. Meijeri-aihe jatkui seuraavanakin päivänä, sillä teimme kierroksen yliopiston elintarviketeknologian laitoksella ja tutustuimme erityisesti koemeijeriin, jota Jyri Rekonen ja Tapani Alatossava meille perusteellisesti esittelivät.

Viikonloppuna emme halunneet pysyä ainoastaan Kehä III:n sisäpuolella, vaan uskaltauduimme bussimatkalle Porvooseen. Alkuviikon räntäsade oli muuttunut pikkupakkaseksi ja Porvoon mukulakivikaduilla kävellessä oli mukavaa piipahtaa lämmittelemään Pienessä Suklaapuodissa aidon kuuman kaakaon ja suklaamuffinien ääressä. Itävaltalaiset olivat erittäin ihastuneita tähän pieneen idylliseen kaupunkiin. Varsinkin Vanhan Porvoon värikkäät puutalot jokimaisemineen antoivat aihetta kaivaa kamerat laukusta esiin. Kun palasimme Porvoosta Helsinkiin, oli aika pistää vähän jännitystä iltaan. Vieraamme halusivat välttämättä nähdä suomalaista jääkiekkoa ja niinpä suuntasimme Hartwall Areenalle seuraamaan SM-liigapeliä.

Sunnuntai sujuikin rauhallisissa merkeissä Suomenlinnassa. Tosin löytämämme hylätyn pulkan innoittamina osa porukasta innostui laskemaan pulkkamäkeä pitkin valjeja ja pelaamaan vähän lumisotaa. Onneksi saimme edes hetken nauttia Suomen talvesta, joka täällä Helsingissä on ollut viime aikoina kovin vähäluminen. Viimeisten vierailupäivien aikana itävaltalaiset ehdivät käydä vielä Fazerilla syömässä itsensä kipeiksi maailman parhaasta suklaasta ja aina mahdollisuuksien tullen hämmästelemässä Helsingin nähtävyyksiä kuten Sibelius-monumenttia tai Eduskuntataloa, joka oli kuulemma mielettömän suuri (ihmetys oli vielä suurempi, kun kerroin vieressä olevasta lisärakennuksesta).

Oli oikein antoisa viikko tutustua uusiin tuttaviin Itävallasta ja kun hyvästien aika tuli, oli hyvin haikea mieli. Miten viikon aikana voikin kiintyä ihmisiin niin paljon? No, nyt odotankin innolla mahdollista jälleennäkemistä tulevan vuoden alussa – tällä kertaa Wienissä.



*Luonnollisesti lähelläsi*

**Maidon jalostusta vuodesta 1915**

**OSUUSKUNTA MAITOMAA**

**Kuopiontie 2**

**77600 SUONENJOKI**



## Juusto- ja viini-ilta

Elintarviket. yo. *Tiina Juhola*  
Viri Lactis ry

Pikkuhiljaa jokavuotiseksi perinteeksi muodostunut Viri Lactis ry:n juusto- ja viini-ilta järjestettiin perjantaina 26.9. tunnelmallisella C-grundilla Viikissä. Aiempien vuosien niukka osallistujamäärä sai tällä kertaa hallituksen mainostamaan tapahtumaa sähköpostilistan lisäksi MMYL:n fuksiaisten yhteydessä. Halusimme tänä syksynä tuoda esille myös sitä, että ei välttämättä tarvitse olla elintarvikealan opiskelija osallistuakseen illanviettoon kanssamme.

Syksyisen illan hämärtyessä C-grundille kokoontuikin lähes 40 opiskelijaa nauttimaan useista eri viineistä ja Valio Oy:n tarjoamista juustoista. Tarjolla oli lisäksi muun muassa runsaasti erilaisia hedelmiä ja viljateknologian koeleipomossa leivottua tuoretta leipää. Jälkiruoaksi tarjottiin koe-meijerissä valmistettuja jäätelöitä sekä kahvia.



**Kuva 1: Juustopöydän antimia. Kuva: *Tiina Juhola*, 2008.**

Juusto- ja viini-ilta keräsi paljon positiivista palautetta. Moni olisi innokas osallistumaan vastaavanlaisiin tapahtumiin useamminkin ja olimme onnistuneet saamaan mukaan elintarviketieteilijöiden lisäksi niin vaihto-oppilaita kuin metsätieteilijöitäkin.

## **MMTDK:ssa vuonna 2008 hyväksytyjen maitoteknologian *pro gradu* -tutkielmien tiivistelmät**

***Poutanen, Jonna 2008. Ljusets påverkan på ostskivor med olika fetthalt.  
Pro gradu* -arbete. EKT-sarja 1402: 92 s + 28 s. bilagor.**

I litteraturdelen behandlas livsmedelsförpackningarnas egenskaper och ljusets påverkan på livsmedel och deras komponenter. Skillnader mellan lättostar och normalfeta ostar tas också upp. Syftet med den experimentella undersökningen var att få reda på hur ljuset påverkar olika feta ostskivor, vilket våglängdsområde ostskivorna är känsliga för och om man med hjälp av färgade filter kunde minska ljusets påverkan.

I experimentet användes tre olika feta ostskivor: Polar 5 %, Polar 15 % samt Emmental Violet 28 %. Ostarna exponerades under klara ljus och ljus täckta med fem olika färgfilter: blå, röd, gul och orange PET-filter samt orange PP-filter som innehöll mikrokristallin titandioxid. Belysningsstyrkan var 2100–5200 lx. Ljusets påverkan på ostskivor undersöktes med hjälp av färgmätningar (CIELAB  $L^*a^*b$ ), fluorescensspektroskopi med hjälp av riboflavin- och A-vitaminreducering, statisk head space gaskromatografi samt med fyra olika sensoriska analyser.

Ljusets påverkan på ostskivorna kunde märkas med färgförändringar, reducering av riboflavin- och A-vitaminhalten samt sensoriska förändringar. I de sensoriska analysen verkade de 5 % ostskivorna påverkas mest av exponeringen.

Ju mindre ostskivorna innehöll fett, desto känsligare verkade de vara för ljusets påverkan. Ett skadligt våglängdsområdet låg vid riboflavinets absorptionsområde (kring 450 nm), vilket förklarade varför det blåa filtret inte gav just något skydd för ostskivorna medan det gula och orange filtren verkade skydda ostskivorna för ljus.

***Korhonen, Petri 2008. Maitoproteiinijauheiden käytön optimointi vaniljajäätelön valmistuksessa tarkasteltuna hinnan ja laadun suhteen.***

***Pro gradu* -tutkielma. EKT-sarja 1419: 72 s + 4 (liitteet).**

Tutkimuksen kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin jäätelön valmistusta, rakennetta ja koostumusta. Lisäksi tutustuttiin erityisesti herapohjaisten maitoproteiinijauheiden käytöstä aiheutuviin ongelmiin jäätelön laadussa sekä rasvattoman maitojauheen viimeaikaiseen hinnankehitykseen.

Kokeellisessa osassa tutkittiin erilaisia kaupallisten valmistajien maitoproteiinijauheita ja niiden soveltumista rasvattoman maitojauheen korvaajaksi jäätelön valmistuksessa. Lisäksi vertailtiin maitoproteiinijauheiden käytön vaikutusta jäätelön jauheiden raaka-ainekustannuksiin.

Tutkimuksessa vertailtiin erikseen kermajäätelöitä ja kasvirsavajäätelöitä. Kermajäätelöitä valmistettiin 23 näytettä ja kasvirsavajäätelöitä 17 näytettä. Jäätelöiden valmistuksessa käytettiin Ingman Ice Cream Oy Ab:n normaalissa kaupallisessa valmistuksessa käytössä olevaa perus-

reseptiä. Tähän reseptiin tehtiin erilaisia muutoksia ainoastaan käytetyn maitoproteiinijauheen osalta. Muunnelmia tehtiin maidon rasvattoman kuiva-aineen määrän, maitoproteiinijauheen määrän ja laadun sekä käytetyn kaupallisen tuotemerkin osalta. Koejäätelöille suoritettiin aistinvarainen arviointi jäätelöiden tuotekehityksen asiantuntijoista koostuvan raadin voimin. Jäätelöille tehtiin sahaavan lämpötilan säilytyskoe sekä sulamisnopeutta ja -laatua mittaavat kokeet. Kuudelle parhaimmalle kerma- ja kasvirasvajäätelölle suoritettiin laajempi aistinvarainen arviointi.

Tutkimuksen perusteella rasvatonta maitojauhetta voitiin korvata herapohjaisilla maitoproteiinijauheilla osittain tai jopa kokonaan. Korvaavien jauheiden käytöllä voitiin parhaimmillaan alentaa jauheiden raaka-ainekustannuksia 42 % vertailusta. Sahaavan lämpötilan säilytyskoe aiheutti jääkiteiden kasvua useimmissa koejäätelöissä. Sulamiskokeiden tulosten perusteella jäätelöiden todettiin sulavan erittäin hitaasti.

**Lappalainen, Varpu 2008. Bakteereilla hapatetun maitoproteiinigeelin ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät. Pro gradu -tutkielma. EKT-sarja 1426: 84 s + 17 (liitteet).**

Tutkimuksen kirjallisuusosuudessa käsiteltiin maitoa raaka-aineena, sen kemiallista koostumusta ja fysikaalisia ominaisuuksia. Lisäksi kirjallisuusosuudessa perehdyttiin hapatettujen maitotuotteiden valmistukseen ja maitoproteiinigeeliin. Erityisesti tarkasteltiin niitä tekijöitä ja ilmiöitä, jotka vaikuttavat maitoproteiinigeelin muodostumiseen.

Kokeellisessa tutkimuksessa testattiin kolmen kuumennuslämpötilan, kolmen hapatuslämpötilan, kolmen eri hapatemäärän, kolmen eri proteiini-/kuiva-ainepitoisuuden sekä laktoosin hydrolyysin vaikutusta sekoitetun maitoproteiinigeelin lujuteen, hiutaleisuuteen, heroittumiseen ja hapamuuteen.

Geelit valmistettiin pastöroidusta rasvattomasta maidosta sekoitejogurtin valmistusprosessia mukaillen. Maito kuumennettiin, jäähdytettiin hapatuslämpötilaan ja hapate lisättiin. Hapatuksen tavoitteena oli laskea pH tasolle 4,6. Kun haluttu happamuus oli saavutettu, näytteet sekoitettiin ja jäähdytettiin sekä pakattiin pikareihin. Mittaukset tehtiin 1, 7, 14 ja 21 vuorokauden varastoinnin jälkeen.

Tulosten perusteella matalin kuumennuslämpötila tuotti hapatuksen aikana heikoimmat geelirakenteet ja näytteissä esiintyi eniten synereesiä. Matalimman hapatuslämpötilan aikana geeleistä muodostui lujia ja ne heroittuivat vähän. Lisäksi työssä löydettiin optimihapatemäärä, joka osoitautui parhaaksi ja toimivaksi useimmille tässä työssä käytetyille prosessiolosuhteille. Laktoosin hydrolyysin osalta tulokset olivat suuntaa antavia. Lisää tutkimuksia tarvitaan laktaasientsyymin vaikutuksista näiden alustavien tulosten varmistamiseksi. Proteiinipitoisuuden nosto lisää geelien lujuutta ja vähentää synereesiä. Hiutaleisuus lisääntyy, kun proteiinipitoisuutta nostetaan, etenkin kun hapatuslämpötila on korkea. Selvästi vähiten hiutaleita muodostui, kun hapatuslämpötila oli matala.

**Yrjölä, Petri 2008. Maitoraaka-aineen hävikkilaskennan kehittäminen. Pro gradu -tutkielma. EKT-sarja 1437: 67 s + 10 (liitteet).**

Työn kokeellisen osan tavoitteena oli kehittää maitoraaka-aineen hävikkilaskennan luotettavuutta. Tutkimuksen empiirinen lähtökohta on, että Valio Oy:ssä on otettu vähitellen käyttöön uusi keskitetty maitoraaka-aineen käyttötarkkailujärjestelmä (RKT). Uudella järjestelmällä on vuodesta 2004 alkaen korvattu tehtaiden aiemmin erilliset ja epäyhtenäiset vanhat RKT-järjestelmät.

Tutkimusongelma oli arvioida tämän uuden hävikkilaskennan luotettavuutta ja analysoida eroja RKT:n ja muuta kautta saatavien hävikkitietojen välillä. Erityisesti tutkimuksessa hyödynnettiin jätevesiseurannan (COD; Chemical Oxygen Demand) liittyvää aineistoa. Kirjallisuustutkimuksessa selvitettiin, mitä menetelmiä on Suomessa ja kansainvälisesti käytössä hävikkien seuraamiseen ja minkä suuruisia hävikit niissä ovat olleet. Lisäksi tutkimuksessa hyödynnettiin tietoa maidon tiheydestä, ilmapitoisuudesta ja jäätympisteestä ja näiden maidon ominaisuuksien yhteyksistä virhelähteisiin hävikkilaskennassa. Kokeellisessa osassa tarkasteltiin Valio Oy:n tehtaiden vuoden 2007 hävikkiä RKT-järjestelmän ja jätevesiseurannan tuottamien aineistojen perusteella. Lisäksi analysoitiin tarkemmin valittujen tehtaiden maaliskuun 2008 määrä- ja pitoisuusmittausaineistoa.

Tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella tunnistettiin RKT-laskennan virheiden lähteiksi mm. määrämittauksissa, näytteidenotossa, analyyseissä ja kirjauksissa tapahtuvat virheet ja epätasällisyydet sekä virheelliset perustiedot ja informaation kulku. Tutkimuksessa havaittiin tehtaiden analysaattoreiden kalibroinneissa puutteita. Lisäksi havaittiin, että tiheyttä ei Valio Oy:ssä ole viime vuosikymmeninä tutkittu systemaattisesti eri tuotteilla, vuodenaajoilla ja lämpötiloissa. Raakamaidolle on annettu RKT-järjestelmässä liian alhainen tiheyskerroin, minkä korjaaminen lisäisi osassa tuoretehtaissa vastaanotetun maidon määrää, ja näin kasvattaisi laskennallista hävikkiä merkittävästi.

Korjausten jälkeen jätevesikuorman ja RKT:n avulla laskettu hävikki korreloivat hyvin. RKT-järjestelmän laskentamalli toimii pääosin oikein ja sen osalta oli tutkimusajankohtana käynnissä jo oikeansuuntaisia kehitystoimenpiteitä, kuten raaka-aineen tavoitemenekkikertoimien selvittäminen juustoille ja heralaskennan kehittäminen.

**Meyne, Julia 2008. Antioxidative properties of an artichoke extract on the expression of adhesion molecules E-selectin and ICAM-1 induced by chylomicrons originated from bovine milk fat meal. *Pro gradu* -tutkielma. EKT-sarja 1438: 90 s.**

Increased adherence of leukocytes to the endothelium and accumulation of lipoproteins in the subendothelium are the first signs of atherosclerosis. Oxidized lipoproteins such as LDL and chylomicrons induce the expression of endothelial cell adhesion molecules. Antioxidants reduce the susceptibility of lipoproteins to oxidation, thereby protecting the endothelium and attenuating the development of atherosclerosis. The aim of our study was to evaluate whether artichoke chylomicrons (isolated from subjects consuming artichoke extract regularly for 8 weeks after a bovine fat meal) attenuate the expression of E-selectin and ICAM-1 and are less cytotoxic compared to the control. Endothelial cells from human umbilical vein (HUVEC) were incubated with native, 1  $\mu$ M and 10  $\mu$ M CuSO<sub>4</sub> oxidized chylomicrons (4 h for E-selectin and 10 h for ICAM-1). Expression of adhesion molecules and cytotoxicity were determined by ELISA.

Artichoke chylomicrons induced E-selectin expression less compared to the control. ICAM-1 expression was more enhanced in artichoke than in the control group. *In vitro* oxidation did not increase adhesion molecules expression of control chylomicrons. Both effects on E-selectin and ICAM-1 were minimal and have no physiological relevance. Artichoke chylomicrons were significantly less cytotoxic than the control, both after 4 and 10 hours of incubation. Interestingly, heavily oxidized control chylomicrons were less cytotoxic than mildly oxidized ones.







