



Viri Lactis
2009

Kannen kuva:
Viri Lactis hankki jouluksi Eskimo-lehmän Sierra Leoneen.
Eräässä maailman köyhimmistä kolkista Eskimo tulee olemaan
uusille omistajilleen rikkaan ravinnon lähde ja lisätulojen mahdollisuus.
Toivotetaan Eskimolle tuottoisaa tulevaisuutta! <http://www.pakolaisapu.fi>

VIRI LACTIS
1/2009

VIRI LACTIS RY HELSINKI

Viri Lactis –lehti 2009

32. vuosikerta

n:o 1/2009

ISSN 0356-925X

Julkaisija:
Maitotalousylioppilaiden yhdistys
Viri Lactis ry

Päätoimittaja
Asmo Kemppinen

Toimitussihteeri
Outi Mäkinen

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 2009

Yliopistopaino

SISÄLLYSLUETTELO

Vuosi 2010 tulee olemaan muutosten vuosi Helsingin yliopistossa ja tämä koskee myös maitoteknologia-oppiainetta <i>Tapani Alatossava</i>	7
Maidon bakteereja molekyylibiologian keinoin <i>Pekka Varmanen</i>	9
Greetings from Turkey <i>Özge Gökçe</i>	12
AURA [®] juuston valkoisuus – sinihomejuuston paikallinen homeettomuus <i>Jarmo Kelloniemi</i>	17
Virin vuosi 2009 <i>Outi Mäkinen</i>	26
Maitoa Keniasta <i>Sara Ahlberg</i>	28

Vuosi 2010 tulee olemaan muutosten vuosi Helsingin yliopistossa ja tämä koskee myös maitoteknologia-oppiainetta

Tapani Alatossava
Elintarviketeknologian laitos

Maitoteknologian uusi kotilaitos on elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos vuoden 2010 alusta lukien

Uuden yliopistolain tullessa voimaan myös Helsingin yliopistossa tapahtuu monenlaista muutosta vuoden 2010 alusta lukien. Yksi merkittävimmistä ja samalla näkyvimmistä muutoksista on ainelaitosten lukumäärän merkittävä supistuminen; nykyisten 70 ainelaitoksen sijaan vuoden 2010 alussa on 24 ainelaitosta. Tämä tarkoittaa käytännössä nykyisten laitosten yhdistymistä suuremmiksi kokonaisuuksiksi, jotka saavat samalla usein myös uuden ainelaitoksen nimen. Maatalous-metsätieteellisessä tiedekunnassa muutos merkitsee nykyisen 9 laitoksen uudelleenjärjestäytymistä 4 laitokseksi. Yksi näistä neljästä laitoksesta on nimeltään elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos (EYT), jonka muodostavat nykyiset elintarviketeknologian laitos ja soveltavan kemian ja mikrobiologian laitos. Uusi laitos on verraten suuri niin, että siinä on 17 professuuria (mukana kaksi ns. pooliprofessuuria, jotka ovat kestoaltaan 5-vuotisia), ja henkilöstön määrä kaikkiaan on lähes 200. EYT on siten myös maitoteknologia-oppiaineen uusi kotilaitos. Laitoksen tarkempi organisoituminen tapahtuu alkuvuodesta 2010. Ainelaitosta johtaa johtaja yhdessä vaaleilla valitun laitosneuvoston kanssa. Johtajan valinta tapahtuu joulukuussa 2008 julkisen hakuprosessin kautta.

Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitoksen 17 professuurista 10 kuuluu elintarviketieteiden, 4 ympäristötieteiden ja 3 soveltavan (bio) kemian aloille. Elintarviketieteiden kannalta uusi yhteenliittymä on mielestäni erinomainen asia erityisesti ulkoisen näkyvyyden ja tunnettavuuden vahvistamisessa ja toisaalta kalliiden tutkimuslaitteiden ja erikoistilojen käytön tehostamisen kannalta: EYT voi jatkossa perustellusti profiloitua elintarviketieteiden yliopistollisen opetuksen ja tutkimuksen merkittävimpänä kansallisena keskittymänä sekä merkittävänä alan kansainvälisenä toimijana. Maitoteknologia on historiallisesti vanhin yliopistollinen elintarviketieteiden oppiaine Suomessa, ja näin sen asema tuo myös uudelle laitokselle historiallista syvyyttä ja perspektiiviä. Elintarviketieteiden, ympäristötieteiden ja soveltavan (bio)kemian sijoittuminen saman hallinnollisen yksikön alle helpottaa sekä opetuksen kehittämistä uuden laitoksen kuudessa pääaineessa (elintarvikekemian, elintarviketeknologia, Food Science, maaperä- ja ympäristötiede, mikrobiologia, ravitsemustiede) ja yhdessä tiedekunnan yhteisessä pääaineessa eli biotekniikassa että edistää ja helpottaa tutkimusyhteistyötä yli omien tieteenalojen ja oppiaineiden. Parhaimmillaan tämä voi näkyä laitoksen antaman opetuksen laadun parantumisena ja entistä vahvempana tutkimuksen ja opetuksen nivoutumisena toisiinsa. Helsingin yliopiston tavoitteleva periaate, että kaikki opettajat tutkivat ja kaikki tutkijat opettavat, pääsee entistä paremmin toteutumaan. Samoin isomman toimintayksikön mahdollisuudet perustehtäviensä, opetuksen, tutkimuksen ja YVV:n (yhteiskunnallinen vuorovaikutus), toteuttamiseen taloudellisesti tiukkoina aikoina ovat paremmat verrattuna pienen toimintayksikön taloudellisiin resursseihin. Siksi uskon, että opiskelijan kannalta tuleva muutos on positiivinen asia. Tarvitaan kuitenkin muutama vuosi, ennen

kuin uuden laitoksen tarjoamat muutosmahdollisuudet ehtivät realisoitua opetustarjonnan ja -sisältöjen sekä niiden laadun parantumisenä. Muutosnopeuteen vaikuttavat luonnollisesti myös käytettävissä olevat taloudelliset resurssit ja niiden kehityssuunta.

Maitoteknologian perusopetukseen tulossa jotain rakenteellisia muutoksia

Elokuussa 2005 käynnistyi (3+2) -mallin mukainen yliopistollinen perustutkintojärjestelmä Suomessa. Maitoteknologian opetus tässä vaiheessa uudelleen organisoitiin neljäksi 9 op:n opintojaksoksi (maitoteknologia 2–5) elintarviketeknologian 4. opiskeluvuodelle maitoteknologian opintosuunnassa. Keväällä 2010 on mahdollista tehdä seuraavan kerran muutoksia tutkintovaatimuksiin. Tuolloin on käytettävissä kahden vuosikurssin (2008–2009 ja 2009–2010) kokemus plus siirtymävaiheen vuosikurssin (2007–2008) kokemus. Olemme pyrkineet keräämään maitoteknologian opiskelijoilta palautetta nykyisten syventävien opintojaksojen toimivuudesta sekä alustavia kommentteja mahdollisista muutosehdotuksista tai -vaihtoehdoista tuleviin tutkintovaatimuksiin. Perusratkaisuun eli tuoteryhmille perustuviin opintojaksoihin sinänsä tuskin on tarvetta puuttua, mutta aikataulullisesti 9 op:n opintojaksot ovat ilmeisesti liian sitovia, jolloin muiden kuin maitoteknologian opintojen suorittaminen samanaikaisesti on hankalaa. Samoin käytettävissä oleva opettajaresurssi ei riitä 36 op:n laajuiseen ohjattuun opetukseen painottuvan kokonaisuuden toteutukseen, vaan osa opintojaksosuorituksesta on jo nyt ollut itsenäisesti tai ryhmässä tehtävää työtä. On mahdollista, että luento-opetus ja kaksi isompaa laboratorioskurssiosiota (laajuus nyt 3op) erotetaan uudestaan omiksi opintojaksoiksi, ja samalla niiden opiskelumahdollisuudet avautuvat laajemmalle opiskelijamäärälle ja toteutetaan englanninkielellä niin kuin jo nyt laboratorioskurssiosuuksien osalta on tehty. Näin kurssilaisten lukumäärää luento- ja laboratorioskurssiosioissa on mahdollista lisätä yli opintosuunnan pääaineopiskelijalukumäärän, antaa lisää vaihtoehtoja muille opiskelijoille ja tehostaa näin opintopistetuoantoa per opettaja. Luento-opetuksen järjestäminen maitoteknologian syventävissä opinnoissa englanninkielisenä tässä yhteydessä on varsin perusteltua, ja sille on myös tarvetta. Prosessi-, laite- ja tuotevalmistusopetus Viikin koemeijerissä tulee jatkossakin olemaan suomenkielinen ja suunnattu maitoteknologian suuntautumisvaihtoehdon valinneille opiskelijoille. Luento-opetuksen aihesisältö seuraa aikataulullisesti koemeijerissä tapahtuvaa opetusta, jolloin teorian ja käytännön oppiminen nivoutuvat helpommin yhteen. Tämähän oli alkuperäinen ajatus ja peruste otettaessa käyttöön laajemmat (9 op) opintojaksot. Voi hyvinkin olla, että tulevaisuudessa, esim. kymmenen vuoden kuluttua, koko maisterivaiheen opetus toteutetaan englanninkielellä, jolloin opiskelija-aines ei rajoitu enää suomenkielisiin. Tämä kaikki riippuu laajemmasta alan opetuksen kehityksestä niin Suomessa kuin muualla. Sitä tehdään, mihin on tarvetta. Toivon erityisesti nyt maitoteknologian opiskelijoiden aktiivisesti antavan palautetta ja ottavan kantaa tulossa oleviin muutosehdotuksiin maitoteknologian opintosuunnan tutkintovaatimuksista ja opintojaksojen sisällöistä ja mitoituksista. Tavoitteena on saada nykyistäkin parempi lopputulos sopivasti mitoitettulla korjausliikkeellä nykyiseen tilanteeseen verrattuna.

Kiitokset ja toivotukset

Lämpimät kiitokset kaikkien maitoteknologian opetukseen osallistuneiden opettajien puolesta maitoteknologian opiskelijoille ahkerasta opiskelusta sekä hyvästä ja rakentavasta työilmapiiristä opintojaksoilla.

Rauhallista, sikainfluenssatonta joulua ja menestyksellistä uutta vuotta 2010 teille kaikille!!!

Maidon bakteereja molekyylibiologian keinoin

Pekka Varmanen

Elintarviketeknologian laitos

Maito on erinomainen ravintoaine - myös bakteereille. Alkujaan steriili maito kontaminoituu helposti ja raakamaidon mikrobien alkuperä voi olla esimerkiksi huonosti pesty lypsykone tai tilatankki. Toisinaan maito on jo lypettäessä kontaminoitunut bakteereilla. Tällöin lehmä yleensä sairastaa utaretulehdusta eli mastiittia, jossa ihon tai ympäristön bakteerit infektoivat maitorauhaskudosta aiheuttaen tulehduksen. Tuotantoketjun toisessa päässä bakteereja saatetaan lisätä maitoon, jolloin se voi toimia probiootin eli terveyttä edistävän mikrobin kantajana. Kun otetaan huomioon erilaisten hapanmaitotuotteiden, juustojen ja muiden meijerituotteiden tuotannossa hyödynnettävät bakteerit ja muut mikrobit, voidaan todeta että maidon ja maitotuotteiden mikrobit tarjoavat erittäin mielenkiintoisen ja monipuolisen tutkimuskohteen. Tutkimusryhmämme on mukana useissa hankkeissa, joissa maidon bakteereja ja niiden toimintaa tutkitaan molekyylibiologian keinoin. Näissä hankkeissa teemme yhteistyötä mm. Helsingin yliopiston eläinlääketieteellisen tiedekunnan ja Biotekniikan instituutin tutkimusryhmien, Åbo Akademin, sekä Valion tutkimusryhmien kanssa. Ulkomaisia yhteistyökumppaneitamme ovat Groningenin, Kööpenhaminan ja Uumajan yliopistot ja hankkeita rahoittavat mm. Suomen akatemia, Maa- ja metsätalousministeriö sekä Nordisk kontaktorgan for jordbruksforskning. Tutkimuskohteitamme ovat 1) mastiittia aiheuttavat stafylokokit ja *Streptococcus uberis* -bakteeri, 2) Probioottiset bakteerit; pääasiassa *Lactobacillus rhamnosus*, sekä 3) *Lactococcus lactis* -hapatebakteeri.

Hankkeidemme tärkeä painopistealue on bakteerisolun toiminnallisten molekyylien eli proteiini- en tutkimus. Genomiikka on yleinen tapa tutkia eliöiden proteiinikoostumusta ja metaboliaa. Eliöiden genomin rakenne on kuitenkin suhteellisen vakaa ainakin lyhyellä aikavälillä, eikä genomin tai sen osan rakenneanalyysillä voida määrittää ulkoisten olosuhteiden aiheuttamia muutoksia solujen proteiinikoostumuksessa tai proteiinien määrissä. Nämä muutokset heijastavat eliön metaboliatilaa. Proteomiksi kutsutaan eliön genomin koodittamien proteiinien kokonaisuutta (proteome = **protein complement of the genome**) ja proteomiikaksi tämän kokonaisuuden komponenttien rakenteen ja toiminnan tutkimista. Koska yhden geenin koodittama proteiini useimmiten esiintyy solussa useassa eri muodossa on proteomissa moninkertainen määrä komponentteja genomissa olevien geenien lukumäärään nähden. Proteomi on lisäksi dynaaminen muuttuen koko ajan ulkoisten olosuhteiden vaikutuksesta ja näin heijastaen niiden vaikutusta eliöön. Proteomiikassa verrataan usein solun proteomia (koostumusta, komponenttien kvantiteetteja, komponenttien modifikaatioita) erilaisissa olosuhteissa ja löydetyistä muutoksista voidaan sitten tehdä johtopäätöksiä esim. olosuhteiden aiheuttamista metaboliamuutoksista, proteiinien prosessoinnista ja signaalintireittien muutoksista jne. Proteomiikan tutkimusmenetelmät ovat viimeisen kymmenen vuoden aikana kehittyneet merkittävästi ja ne perustuvat elektroforeettiin-, kromatografisiin-, massaspektrometriin- ja bioinformatiikan menetelmiin. Analyysilaitteistojen kalleudesta johtuen yliopistollinen proteomiikkatutkimus on Suomessa keskittynyt lähinnä Biokeskuksiin Helsingissä, Turussa, Kuopiossa ja Oulussa. Tärkeä yhteistyökumppanimme, Helsingin yliopiston Biotekniikan instituutin proteiini- kemian laboratorio, oli ensimmäinen

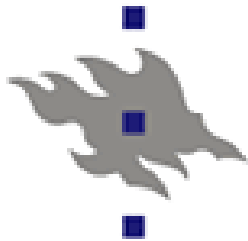
mäisten joukossa aloittamassa proteomiikkatutkimusta Suomessa. Hyödynnämme proteomiikan menetelmiä aktiivisesti sekä mastiittipatogeenien että probioottisten bakteerien tutkimuksessa.

Utaretulehdus eli mastiitti on taloudellisesti merkittävin eläinsairaus maitotaloustuotannossa ja aiheuttaa eniten antibioottihoitoja lypsykarjatiljoilla. Vuosittain utaretulehdusten takia hoidetaan lääkkeitä n. 20 % karjamäärästä ja 30–40 % karjasta sairastaa piilevää utaretulehdusta. Utaretulehdus vaikuttaa maidon laatuun ja mm. sen ravinneainepitoisuuteen. Antibioottihoitojen aiheuttamat jäämät maidossa mm. estävät hapatebakteerien kasvua ja pilaavat juuston ja hapanmaitotuotteiden valmistusprosesseja. Suomessa stafylokokit ovat yleisin utaretulehdusta aiheuttava bakteerisuku. Maailmalla kliinisistä mastiittitapauksista 14–33 % on *Streptococcus uberis* -ympäristöbakteerin aiheuttamia. Vaikka *S. uberis* kannat ovat yleensä laboratorio-olosuhteissa antibiooteille herkkiä, tämän patogeenin aiheuttamat infektiot ovat usein vaikeita hoitaa. Äskettäin tehdyssä tutkimuksessa osoitettiin, että 51 % *S. uberis* -infektioista ei enää reagoinut tavalliseen antibioottihoitoon ja pidennetty antibioottihoitokin auttoi vain 55 % sitkeistä infektiosta (Milne ym., 2005). Utaretulehdusta aiheuttavien bakteerikantojen molekyylibiologinen tutkimus ei ole edennyt niin pitkälle kuin monien ihmispatogeenien kohdalla. Toistaiseksi tiedetään vielä hyvin vähän niistä mekanismeista joiden avulla nämä bakteerit adaptoituvat ja kykenevät selviytymään erilaisista stressiolosuhteista, joita aiheuttavat esim. antibiootit ja isännän puolustusmekanismit. Tutkimusryhmässämme on äskettäin aloitettu *S. uberis* -bakteerin ja muiden mastiittibakteerien molekyylibiologinen tutkimus. Hyödynnämme bakteerigenetiikan, genomiikan ja proteomiikan keinoja ja tavoitteemme on mm. systemaattisesti kartoittaa bakteeriproteiinien ilmentymiskirjon muutoksia mastiittia aiheuttavien *Staphylococcus*- ja *Streptococcus* -bakteerien sopeutuessa isäntäeläimeen. Tavoitteena on myös tunnistaa ne spesifiset mekanismit, jotka ovat tärkeitä antibioottheadaptaation tai virulenssin kannalta. Tulosten odotetaan paljastavan uusia, mastiittibakteereihin suunnattuja mikrobilääkityksen kohdemolekyylejä. Tutkimuksemme on tähän mennessä osoittanut, että *S. uberis* -bakteerissa antibioottiresistenssiä aiheuttavien mutaatioiden määrä lisääntyy stressiolosuhteiden, kuten antibioottialtistuksen, vaikutuksesta (Varhimo ym., 2007; 2008). *S. uberis* -bakteerissa mutaatioita aiheuttavien mekanismien selvittäminen on käynnissä (Varhimo ym., 2007; 2008; Poutanen ym., 2009). Alustavat tuloksemme osoittavat, että mutaatioiden lisäksi myös biofilminmuodostus saattaa olla tekijä, joka lisää mastiittipatogeenien antibiootinsietoa.

Probioottisten bakteerien kohdalla hyödynnämme proteomiikkaa tutkimuksessa, jossa selvitetään *Lactobacillus rhamnosus* GG (LGG) -kannan terveyttä edistäviä ominaisuuksia ja sopeutumista tiettyihin stressitilanteisiin kuten suolisto-olosuhteisiin. LGG probioottikantaa verrataan juustosta eristettyyn ei-probioottiseen *L. rhamnosus* 1/6 -kantaan sekä probioottiseen *L. rhamnosus* 705 -kantaan. Hypoteesi on, että kantakohtaiset probioottiset ominaisuudet ovat tiettyjen proteiinien aktiivisuuden tulos ja nämä probioottisiin ominaisuuksiin vaikuttavat proteiinit ja niitä koodaavat geenit voidaan tunnistaa proteomiikan ja genomiikan menetelmillä. Tavoitteena on proteomiikan menetelmin selvittää myös erilaisten kasvatusolosuhteiden ja toisaalta kasvuvaiheiden vaikutusta LGG -kannan proteomiin. Lisäksi tässä tutkimuksessa kartoitetaan LGG -kannan pintaproteomia eli solun pinnalla olevia proteiineja sekä tunnistetaan immunogeenisiä pintaproteiineja. Näiden proteiiniryhmien arvellaan olevan merkittäviä bakteerien probioottisten ominaisuuksien kannalta, joten uskomme tämän lähestymistavan paljastavan LGG:n probioottisuutta selittäviä proteiineja. Tavoitteemme on yhdistää proteomitutkimuksesta saatu tieto yhteiskumppaniemme tuotamaan tietoon LGG:n geenien ilmentymisestä RNA-tasolla (transkriptomitasolla) saadaksemme entistä paremman käsityksen probioottisen bakteerin fysiologiasta ja terveyttä edistävästä mekanismeista. Olemme äskettäin julkaisseet ensimmäisen laajamittaisen proteomikartoituksen LGG-bakteerista (Koskeniemi ym., 2009).

Lähteet

- Koskenniemi, K., J. Rinta-Valkama, M. Kankainen, K. Savijoki, S. Tynkkynen, W. de Vos, N. Kalkkinen, and P. Varmanen. 2009. Proteome Analysis of *Lactobacillus rhamnosus* GG Using 2-D DIGE and Mass Spectrometry Shows Differential Protein Production in Laboratory and Industrial-Type Growth Media. *J. Proteome Res.* 8:4993-5007
- Milne M.H., A.M. Biggs, D.C. Barrett, F.J. Young, S. Doherty, G.T. Innocent, and J.L. Fitzpatrick. 2005. Treatment of persistent intramammary infections with *Streptococcus uberis* in dairy cows. *Vet. Rec.* 157:245-250.
- Varhimo, E., K. Savijoki, J. Jalava, O. Kuipers, and P. Varmanen. 2007. Identification of a novel streptococcal gene cassette mediating SOS-mutagenesis in *Streptococcus uberis*. *J. Bacteriol.* 89:5210-5222.
- Varhimo, E., K. Savijoki, H. Jefremoff, J. Jalava, A. Sukura and P. Varmanen. 2008. Ciprofloxacin induces mutagenesis to antibiotic resistance independent of UmuC in *Streptococcus uberis*. *Environ. Microbiol.* 10:2179-2183.
- Poutanen, M., E. Varhimo, N. Kalkkinen, A. Sukura, P. Varmanen and K. Savijoki. 2009. Two-dimensional difference gel electrophoresis analysis of *Streptococcus uberis* in response to mutagenesis-inducing ciprofloxacin challenge. *J. Proteome Res.* 8:246-255.



Pekka Varmanen, s.1967, aloitti maitoteknologian yliopistonlehtorina Helsingin yliopistossa elokuussa 2009. Hän on valmistunut Helsingin yliopistosta elintarviketieteiden kandidaatiksi vuonna 1994 ja elintarviketieteiden tohtoriksi vuonna 1997. Aikaisemmin hän on työskennellyt tutkijana Valio Oy:ssä, MTT:llä ja Kööpenhaminan yliopistossa. Vuosina 2004–2009 hän työskenteli akatemiautkijana HY:n eläinlääketieteellisessä tiedekunnassa.

Greetings from Turkey

Özge Gökçe
Exchange Student
Department of Food Engineering,
Faculty of Engineering, Pamukkale University, Turkey

Moi;

Minun nimeni on Özge Gökçe ja minä olen Antalyasta, Turkista. I am currently studying as an exchange student here, at the University of Helsinki, on my Masters Thesis in cooperation with the Department of Food Engineering of Pamukkale University, Denizli, Turkey.

The Republic of Turkey was founded in 29th October 1923 by Mustafa Kemal Atatürk (1881–1938), who is even until today is considered to be our national hero. The capital of Turkey is Ankara, which is located at right in the middle of our country. Furthermore, Turkey connects the continents of Asia and Europe at the shores of the Mediterranean.

Maybe you know Orhan Pamuk, the winner of the Nobel Prize for Literature in 2006 or Tarkan, a very famous singer from Turkey, or even Sertab Erener, who won the Eurovision Song Contest in 2003 with "Everyway That I Can". Nuri Bilge Ceylan is a Turkish director and winner of the Golden Palm at Cannes Film Festival in 2008 for his movie "Üç Maymun" which means "Three Monkeys" and finally Galatasaray, which is a well-known football club which won the UEFA Cup in 2000.



Figure 1. The first President of Republic of Turkey: Mustafa Kemal ATATÜRK.



Figure 2. Left to right: mantı, simit, kısır.

If you ever happen to be in Turkey you should not miss the chance and try some of our very traditional specialties, for instance mantı, kısır, kebab, içli köfte, simit and baklava, which are prepared everywhere in Turkey. In Turkish, these words are pronounced just like the Finnish words, letter by letter.

This year I am in the 2nd year of my Masters Programme and I am now studying on my thesis as a visiting researcher at Dairy Technology Group of the Department of Food Technology at University of Helsinki. I have been here from September and will stay till end of May. The topic of my thesis is “The host range of *Lactobacillus delbrueckii* bacteriophage LL-H”.

In recent years, interactions between lactic acid bacteria and their bacteriophages have been intensively studied. Bacteriophage infection of lactic acid bacteria (LAB) is a serious risk in the industrial production of fermented dairy products especially cheese and yoghurt. Phage infection can lead to slow lactic acid production or even the total failure of fermentation, and the ensuing economic losses can be substantial (1).

Phage LL-H is a lytic phage of *L. delbrueckii* subsp. *lactis* that was isolated in a Finnish cheese plant in 1972 (3). The double stranded DNA genome of the virulent phage LL-H (34.6 kb) is the first *Lactobacillus* phage, the complete nucleotide sequence of which has been determined (4,5). Phage LL-H belongs to the *Siphoviridae* family and its morphology is typical for a group B1 phage (4). The small isometric-headed phage LL-H, with a noncontractile tail, a baseplate, and a central tail fiber (4, 5).

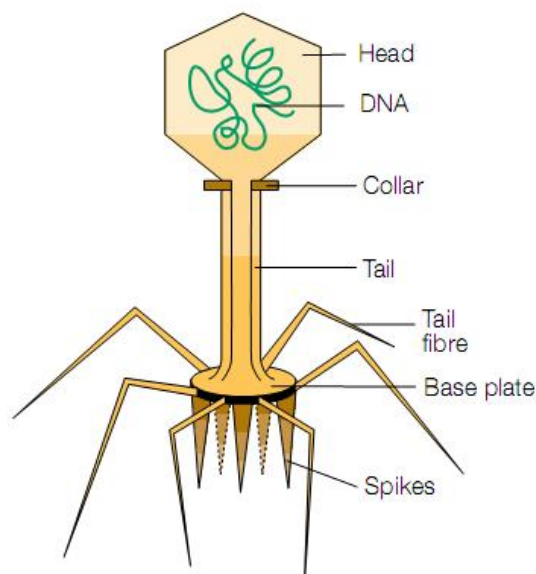


Figure 3. A schematic drawing of a phage (2).

Phages multiply by a process involving adsorption onto the surface of the bacterium, followed by the injection of genetic material into the cell (6). Cell walls of gram positive eubacteria consist mainly of a thick peptidoglycan layer and various compositions of proteins and accessory polymers, such as polysaccharides and teichoic acids (7).

There are molecular data on phage LL-H adsorption protein and host receptor: g71 protein of phage LL-H and lipoteichoic acids (LTAs) of bacterial host strain, respectively. These molecular data give the basis to understand the success of the first step of infection cycle, the phage adsorption step. Lipoteichoic acids (LTAs) interact specifically with certain *L. delbrueckii* phages. LTAs most probably act as bacterial counterparts to the receptor binding proteins of LL-H, thus representing a new class of phage receptors in gram positive bacteria (5).

Raisanen and et al. (2004) demonstrated that *L. delbrueckii* phages are inactivated by purified LTAs from *L. delbrueckii subsp. lactis* in a manner that is consistent with their behavior with intact cells (7).

And so one of our goals to reveal the phage-host receptor interactions with *Lb. delbrueckii* phage LL-H and various gram positive bacterial species having LTAs as potential phage receptors based on effective adsorption.

My supervisor here in Helsinki is Professor Tapani Alatossava. I am very lucky to have him as a supervisor because he is a highly appreciated researcher in the field of bacteriophages and also a very good adviser. I am very thankful that every day I am getting the chance to learn so much from him about theoretic and experimental aspects of my work with bacteriophages. And I also want to thank Doctor Patricia Munsch-Alatossava and Lourdes Mato-Rodriguez, who are just as helpful and warm-hearted and friendly persons. And thanks to all the other kind persons at the University of Helsinki.



Figure 4. Left to right: Patricia Munsch-Alatossava, Bhawani Chamlagain, Tapani Alatossava, Özge Gökçe.

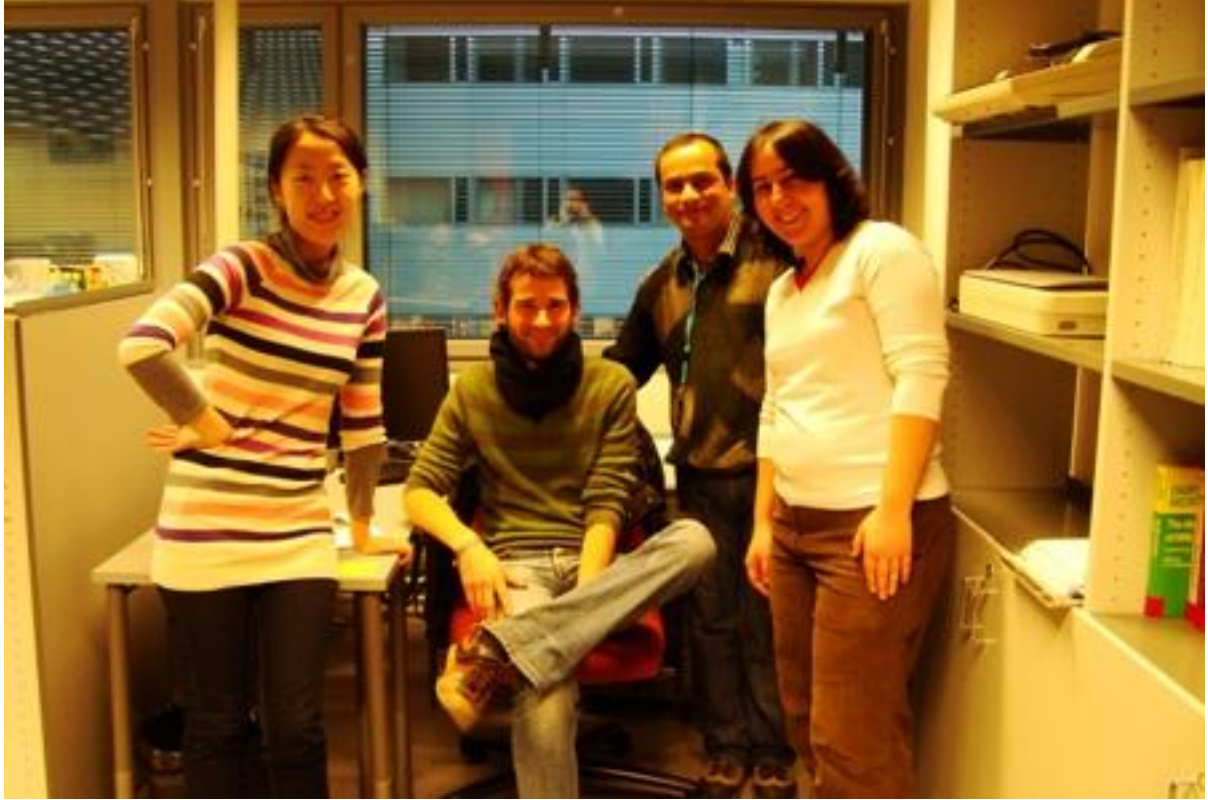


Figure 5. Left to right: Shi Qiao, Felix Rost, Bhawani Chamlagain, Özge Gökçe.

I also want to thank my supervisor at my home university Assistant Professor Oğuz Gürsoy. He has been a visiting scientist at the Dairy Science and Technology Research Group at the Department of Food Technology at the University of Helsinki in the year of 2005 to 2006. He is also advising me during my work.

I have some kind researcher friends at Department of Food Technology. They are also studying Dairy Science and Technology. From left to right (Figure 4) Shi Qiao from China, Felix Rost from Germany, Bhawani Chamlagain from Nepal.

I was born in 1986 in Antalya, at the South of Turkey. The south of Turkey is the warmest part of the my country and especially Antalya is very sunny during all the year. When I came to Finland I was expecting that it would be much colder here, which it is, but I was also surprised by the beautiful countryside, especially Finland's forests and I am very much looking forward to have my first real snowball fights during the winter.

I am glad that I have the chance to do such an important part of my studies here in Helsinki and I believe that my work here will be very important for my future career. I am happy to experience what it means to live abroad and that I am learning very much about Finnish culture and that I can improve my language skills and my scientific knowledge every day!

Terveisin, Hoşcakalın.

Özge Gökçe

References

1. del Rio, B., Binetti, A.G., Martín, M.C., Fernández, M., Magadán, A.H. and Alvarez, M.A. 2007. Multiplex PCR for the detection and identification of dairy bacteriophages in milk. *Food Microb.* 24:75-81.
2. Bylund G. 1995. Micro-organisms. *Dairy Processing Handbook*: pp. 45-63.
3. Ravin, V., Räsänen, L. and Alatossava, T. 2002. A Conserved C-Terminal Region in Gp71 of the Small Isometric-Head Phage LL-H and ORF474 of the Prolate-Head Phage JCL1032 Is Implicated in Specificity of Adsorption of Phage to Its Host, *Lactobacillus delbrueckii*. *J. Bacteriol.* 184:2455-2459.
4. Alatossava, T., Forsman, P., Mikkonen, M. Räsänen, L. and Vasala, A. 1998. Molecular genetics and evolution of *Lactobacillus* phage LL-H and its related phage. *Recent Res. Devel. in Agricultural & Biological Chem.* 2:345-360.
5. Räsänen, L., Draing, C., Pfitzenmaier, M., Schubert, K., Jaakonsaari, T., von Aulock, S., Hartung, T. and Alatossava, T. 2007. Molecular Interaction between Lipoteichoic Acids and *Lactobacillus delbrueckii* Phages Depends on D-Alanyl and α -Glucose Substitution of Poly(Glycerophosphate) Backbones. *J. Bacteriol.* 189:4135-4140.
6. Wigley, R.C. 2000. Starter Cultures. *Encyclopedia of Food Microbiology*. Elsevier: pp. 2084-2094.
7. Liisa Räsänen, L., Schubert, K., Jaakonsaari, T. and Alatossava, T. 2004. Characterization of Lipoteichoic Acids as *Lactobacillus delbrueckii* Phage Receptor Components. *J. Bacteriol.* 186:5529-5532.



AURA[®] juuston valkoisuus – Sinihomejuuston paikallinen homeettomuus

ETK *Jarmo Kelloniemi*
Valio Oy

Taustaa

Valio Oy Äänekosken tehtaalla valmistetaan kuluttajille AURA[®] sinihomejuustot ja Viola Väli-meren salaattijuustot sekä heratuotteita teollisuuteen. Valkoisella juustolla tarkoitetaan AURA[®] juustoja tai niiden osia, joihin ei ole kehittynyt tarpeeksi sinihometta. AURA[®] kolmiopala, jossa ei ole tarpeeksi hometta, ei ole myyntiin kelpaava palana, mutta se voidaan hyödyntää murun raaka-aineena. Valkoisesta juustosta johtuva ongelma on sekä taloudellinen että laadullinen ongelma. Valkoisia juustoja joudutaan lajittelemaan erilleen pakkausvaiheessa, jolloin pakkaamon työtahokkuus laskee. Joulusesongin aikana murun raaka-ainetta on myös liikaa, koska palan menekki on silloin suurin. Valkoisuusongelma on myös laadullinen ongelma, jos valkoisia paloja pääsee myyntiin. Sinihomejuuston valkoisuus myös huonontaa murujuuston laatua. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää AURA[®] sinihomejuuston valkoisuuden aiheuttajat ja löytää keinoja sen poistamiseen.

Tämän maisterin tutkielman kokeellinen osa tehtiin Valio T&K:n Juustot-ryhmässä 1.1.–31.6.2009 välisenä aikana. Tutkielman ohjauksesta vastasi AURA[®] juustojen tuotekehittäjä Janne Uusi-Rauva. Tutkielma tehtiin Valio Oy:n Äänekosken tehtaalla tekemällä tutkimuksella niin AURA[®] juuston valmistuksessa kuin pakkaamossa. Suurin osa tutkielman analyyseistä tehtiin T&K:n kemian ja mikrobiologian laboratorioissa ja osa puolestaan Äänekosken tehtaan laboratorioissa. Helsingin yliopiston elintarviketeknologian laitos kustansi pyyhkäisyelektronimikroskooppikuvat, jotka otettiin biotekniikan instituutissa Viikissä.

Tutkielman esikokeessa tutkittiin AURA[®] juuston homeettomien (valkoisten) ja homeellisten alueiden kemiallisia ja mikrobiologisia eroja. Samalla tutkittiin myös, erosivatko homeiset ja valkoiset alueet mikroskopoitessa toisistaan. Esikokeissa saadut tulokset antoivat viitteitä, että hometta (pmy/g) oli vähemmän valkoisissa juuston osissa kuin homeisissa. Edelleen valkoisten juuston osien pH oli matalampi, titrattavia vapaita aminohappoja vähemmän ja maitohappoa enemmän. Valkoiset juuston osat olivat silmämääräisesti tiiviimpiä kuin homeiset. pH kasvoi homeiden ja hiivojen metabolian seurauksena, koska maitohaposta syntyi hiilidioksidia ja aminohapoista ammoniakkia (Godinho ja Fox, 1982; Zarmoutis ym., 1996). Korkeampi pH ja suurempi määrä titrattavia vapaita aminohappoja sekä pienempi määrä maitohappoa tutkimusharjoituksessa selittyivät paremmalla homeen kasvulla homeisissa juuston osissa kuin valkoisissa.

Johdanto

AURA[®] on puolipehmeä sinihomejuusto, jolle *Penicillium roqueforti* antaa tunnusomaisen homekasvuston, maun, aromin ja värin. Kirjallisuudessa kuvatut syyt *P. roquefortin* kasvun estymiseen ovat mikrobiologisia, kemiallisia tai fysikaalisia, mutta niiden takaa voi löytyä teknologinen

ongelma. Jostain syystä valkoisissa juustoissa voi olla liian vähän happea ja liikaa hiilidioksidia. Tosin kirjallisuudessa korostettiin, että *P. roqueforti* kasvu ei pysähdy alhaisesta happipitoisuudesta huolimatta (van den Tempel ja Nielsen, 2000).

Sinihomejuusto on rakenteeltaan avonaista ja huokoista, jolloin siellä happi ja hiilidioksidi pääsevät vaihtumaan (Washam ym., 1979). Liian tiiviissä juustossa ei ole huokosia, joita pitkin happi pystyisi diffundoitumaan juustoon ja hiilidioksidi juustosta ulos. Heran erotuksen jälkeen muotauksessa rakeiston tulee olla kuivaa, jotta siitä tulisi avointa juustoa (Martley ja Crow, 1996). Sitraattimetabolian avulla vapautui hiilidioksidia, mikä aiheuttaa juustoon avointa rakennetta.

Mikrobiologisia syitä paikalliseen homeettomuuteen ovat *P. roquefortia* inhiboivien hiivojen kasvu tai stimuloivan mikrobiflooran puute. *Geotrichum candidum* ja *Yarrowia lipolytica* inhiboivat sinihomeen kasvua (van den Tempel ja Nielsen, 2000, van den Tempel ja Jakobsen, 2000). Homeettomuutta voi aiheuttaa myös *P. roquefortia* stimuloivan mikrobiflooran puute. *Leuconostoc* – maitohappobakteeri tuottaa sitraattimetabolian johdosta hiilidioksidia, jonka seurauksena juuston rakenne avautuu (Cantor ym., 2004). Jotkin hiivat, kuten *Debaromyces hansenii* ja *Saccaromyces cerevisiae*, stimuloivat *P. roqueforti* kasvu (van den Tempel ja Nielsen, 2000, Hansen ym., 2001). Liian korkea suolapitoisuus on kemiallinen syy sinihomeen kasvun estymiseen. Suola estää *P. roqueforti* kasvu, jos suolapitoisuus juustossa on 6 – 8 % (Godinho ja Fox, 1981).

Sinihomejuusto

Penicillium roqueforti – homeen tarkoitus on antaa sinihomejuustoille tyypillinen ulkonäkö ja maku (Cantor ym., 2004). Roquefort on alkuperäinen sinihomejuusto, jolla on AOC:n (Appellation d'origine controlée) alkuperäissuoja nimen ja valmistusmenetelmän suhteen (Bertozzi ja Panarini, 1993). Perinteisesti sinihomejuustoa on tehty lampaan maidosta, mutta nykyään se usein korvataan lehmän tai vesipuhvelin maidolla. Eri sinihomejuustot eroavat toisistaan valmistusmenetelmien suhteen.

Sinihomejuustoissa käytetään maitohappobakteerina mesofiilista sekahapatetta tai termofiilisiä hapatteita. Hapatteen tärkein tehtävä on laskea pH:ta maitohapon avulla (Cantor ym., 2004). Sitraattipositiivista laktokokkia ja leukonostokkia lisätään maitoon, jotta ne avaisivat juuston rakennetta homeen kasvulle (Johnson, 2001). Hapatteet myös osallistuvat juuston maun muodostamiseen kypsytyksessä entsyymiensä avulla. *Penicillium roqueforti* on *Penicillium*-sukuun kuuluva home. *P. roqueforti* muodostaa sinihomejuuston koloihin ja ilmakehään kasvuston, joka itiöityessään värjäytyy kannasta riippuen sinivihreästä vaalean ruskeaan (Cantor ym., 2004). Ulkonäön lisäksi *P. roqueforti* muokkaa juuston rakennetta kypsytyksen aikana. Kasvaessaan sinihome käytti maitohappoa ja vapaita aminohappoja energian lähteenä. Maitohaposta syntyi hiilidioksidia ja aminohapoista ammoniakkaa (Godinho ja Fox, 1982; Zarmoutis ym., 1996). Homeiden ja myös hiivojen metabolian seurauksena happamuus väheni kypsytyksen aikana, minkä seurauksena juuston rakenne pehmeni. *Penicillium roqueforti* proteolyysin ja lipolyysin seurauksena syntyy paljon pieniä aromikomponentteja, jotka antavat sinihomejuustolle sen tyypillisen maun.

Alkuperäinen roquefortijuusto tehdään suoraan lampaan raakamaidosta ilman mitään maidon esikäsitteilyä (Bertozzi ja Panarini, 1993). Tehtaässä sinihomejuuston lehmän maidosta se tai sen rasvaosa homogenoidaan, jotta juustosta tulisi yhtä vaalea kuin alkuperäinen roqueforti. Maito myös vakioidaan ainakin rasvan osalta sekä pastöroidaan. Sinihomejuuston maidon koaguloitu-

minen saadaan aikaan entsyymaattisella juoksetteella kymosiinilla. Kalsiumkloridia lisätään maitoon parantamaan juoksettumista. Sinihomejuuston juoksettuma leikataan noin 0,5 – 1,5 cm:n kokoisiksi paloiksi, jonka jälkeen rakeiston annetaan levätä (Eck ja Gillis, 2000). Rakeiston lepäämisen jälkeen sitä lämmitetään ja sen jälkeen hämmennetään 0,5 – 1,5 tunnin ajan (Johnson, 2001). Lepäämisen ja hämmennämisen aikana heraa erottuu rakeistosta ulos. Hämmennyksen jälkeen sinihomejuuston rakeisto erotetaan herasta ja muotataan (Eck ja Gillis, 2000). Rakeiston fuusioituminen vie pitkän ajan, jonka aikana rakeistosta valuu heraa pois (Walstra ym., 2006). Massaa ei puristeta muotissa, mutta sitä käännellään, jotta rakeisto fuusioituisi tasaisesti. Sinihomejuusto voidaan suolata joko suolavedessä tai kuivasuolaamalla (Morris, 1981). Juustoja suolataan usean päivän ajan (Johnson, 2001). Ennen kypsytystä sinihomejuustot rei'itetään, jotta ilma pääsee vaihtumaan juustossa (Walstra ym., 2006). Yleensä pehmeitä juustoja kypsytetään matalemmissa lämpötiloissa, jotta kypsymisen seuranta olisi helpompaa (Eck ja Gillis, 2000). Juustoja kypsytetään muutamasta viikosta muutamaa kuukauteen (Walstra ym., 2006). Sinihomejuustoja kypsytetään 90 %:n suhteellisessa ilmakesteydessä.

Penicillium roquefortin kasvuun vaikuttavat tekijät

Penicillium roquefortin kasvuun vaikuttavat sekä hapen että hiilidioksidin määrä (van den Tempel ja Nielsen, 2000, Fox ym., 2000). *P. roqueforti* pystyy kasvamaan hyvin kaasuseoksessa, jossa on vähän happea ja paljon hiilidioksidia CO₂ (van den Tempel ja Nielsen, 2000; Tanawaki ym., 2001).

Raakamaidosta ja meijereiden ympäristöstä juustoihin kontaminoituu hiivoja. Sinihomejuustoista löydetään suuria määriä hiivoja (10⁵ – 10⁸ pmy/g), vaikka niitä ei lisätty kattilamaitoon (van den Tempel ja Jakobsen, 1998). *Geotrichum candidum* estää *Penicillium roquefortin* kasvua ja itiöitymistä (van den Tempel ja Nielsen, 2000). *Penicillium caseifulvum* inhiboi sekä *P. roquefortia* että sitä stimuloivaa *Debaromyces hansenii* (van den Tempel ja Nielsen 2000). Osa *Yarrowia lipolytica* -kannoista inhiboi myös *P. roquefortin* kasvua (van den Tempel ja Jakobsen, 2000).

Maitohappobakteereista *Leuconostoc* tuottaa hiilidioksidia, joka avaa juuston rakennetta homeen kehittymiselle (Cantor, 2004). Avoin rakenne toimii homeen kasvualustana sekä se edistää hapen ja hiilidioksidin vaihtumista juustossa. Hapatteiden *Lactococcus* spp., *Leuconostoc* spp., *Lactobacillus* spp. ja *Streptococcus* spp. todettiin edistävän *Penicillium roquefortin* kasvua vapauttamalla leusiini- ja arginiiniaminohappoja (Hansen ja Jakobsen, 1997). *Debaromyces hansenii* (anamorfinen muoto *Candida famata*) oli tanskalaisen sinihomejuuston päähiivakanta, jota löytyi juustossa koko kypsytyksen ajan (van den Tempel ja Nielsen, 1998). Jotkin *Debaromyces hansenii* – kannat stimuloivat *P. roquefortia* vapauttaessaan ravinteita korkean hiilidioksidipitoisuudesta johtuvan autolyysien vuoksi (van den Tempel ja Nielsen, 2000). *Saccaromyces cerevisiaella* ja *P. roquefortilla* oli positiivinen vuorovaikutus. Sinihome kasvoi ja itiöityi nopeammin sekä tuotti voimakkaampaa sinistä väriä *S. cerevisiae* vaikutuksesta (Hansen ym., 2001). *Saccaromyces cerevisiae* aiheutti myös pehmeämmän rakenteen ja enemmän aromikomponentteja juustoon, johon sitä oli lisätty (Hansen ym., 2001).

Penicillium roquefortin kasvuun vaikuttavat vedenaktiivisuus (a_w) ja suolapitoisuus (Godinho ja Fox, 1981; Lopez-Diaz ym, 1996; Valik ym, 1998). Liian korkea suolapitoisuus vahingoittaa itiöitä ja estää homeen itiöitymistä (Morris, 1981). Alhainen suolapitoisuus (1 – 3 %) puolestaan stimuloi *P. roquefortin* germinoitumista ja vegetatiivisulun kasvua (Godinho ja Fox, 1981, Lopez-Diaz ym, 1996). 6 - 8 %:n suolapitoisuudessa itiöiden germinoituminen hidastui huomattavasti (Godinho ja Fox, 1981a). Van den Tempel ja Nielsen (2000) mukaan jo 4 %:n suolapitoi-

suus vähensi *P. roquefortin* kasvua juustossa huomattavasti verrattuna suolattomaan juustoon. Tosin resistenttisyys suolalle vaihteli eri kannoilla.

Washamin ym. (1979) tutkimuksessa sinihomejuuston rakenne viiden päivän ikäisenä oli SEM (pyyhkäisyelektronimikroskooppi) – kuvissa huokoinen ja koloinen. Kolot olivat homeen kehittymiselle suotuisia paikkoja aivan kuten juuston reijityskanavatkin (Washam ym., 1979). Tosin pienet huokokset edistivät puolestaan hapen ja hiilidioksidin vaihtumista juustoissa. Juustojen rakenne oli muuttunut 13 päivän ikäisenä avonaisemmaksi. Jos juusto on liian tiivis, sinihome kasvaa ainoastaan lähellä reijityskanavaa (Johnson, 2001).

Rakenteeseen vaikuttavat tekijät

Ennen juoksettumista ilman sekoittumisen edistäminen maitoon edesauttaa huokoisen rakeiston syntymistä (Morris, 1981). Ilman sekoittumista voi edistää vaahdottamalla maitoa maidon pumppauksen yhteydessä ja sekoittamalla sitä kattilassa. Myös homogenoinnin aikana maitoon sekoittuu ilmaa, jolloin homogenointi edistää avoimemman rakenteen syntymistä juustoon. Maidon juoksettuminen tapahtuu kahdessa vaiheessa (Horne ja Banks, 2004). Ensimmäisessä vaiheessa kymysiini katkaisee kasiinimiselliä stabiloivan κ -kaseiinien fenyylialaniinin (105.) ja metioniinin (106.) välisen peptidisidoksen, minkä seurauksena hydrofiilinen kaseiinimakropeptidi (CMP) liikenee heraan ja hydrofobinen para- κ -kaseiini jää miselliin. Kymosiinin katalysoiman κ -kaseiinin proteolyysin seurauksena kaseiinimiselli menettää steerisen esteen ja negatiivista varausta misellin pinnalla olevan kaseiinimakropeptidin liuetessa heraan. Juoksettumisen toisessa vaiheessa parakaseiinimisellit alkavat aggregoitua κ -kaseiinin pilkkoutumisen edettyä 60–80 %:n tasolle kalsiumionien läsnä ollessa. Kaseiinit aggregoituvat toisiinsa hydrofobisten voimien ja kalsiumionien negatiivisia varauksia neutraloivan vaikutuksen avulla.

Leikkaus, seisotus ja hämmennys ovat prosessivaiheita, joilla vaikutetaan synereesiin eli heran poistumiseen juoksettumasta ja siitä leikkauksen myötä muodostuvasta rakeistosta. Ulkoinen voima vaikuttavat voimakkaasti synereesin nopeuteen. Ulkoisen voiman kasvaessa synereesi nopeutuu (van Dijk, 1982). Synereesiin vaikuttivat myös lämpötila, pH, kalsiumioni- ja proteiinipitoisuus. Lämpötilan noustessa heraa erottuu geelistä tai rakeistosta nopeammin, koska korkeammassa lämpötilassa kaseiinien hydrofobiset voimat vahvistuvat (Mellema ym., 2002). Heran poistaminen edistää avoimen rakenteen syntymistä juustossa, kun tilavuudesta poistetaan noin 40 %. Suolalisäyksellä rakeiston sekaan kattilassa uskotaan myös olevan vaikutusta avoimeen rakenteeseen, sillä rakeisto nousee kellumaan heran pinnalle. Tämän vuoksi rakeisto kestää paremmin hämmennystä kattilassa rikkoutumatta, mikä puolestaan edesauttaa avoimen rakenteen muodostumiseen (Martley ja Crow, 1996).

Rakeiston tulee olla muottaushetkellä kuivaa, jotta juustosta tulisi avonaista (Martley ja Crow, 1996). Liian kostean ja pehmeän rakeiston avonaisuus katoaa rakeiston liittyttyä yhteen. Rakeiston pehmeys vaikuttaa juuston pinnan ja sisäosan tiiveyteen, sillä pehmeämmällä rakeistolla saadaan tiiviimpää juustoa aikaan (Kärki ym., 2008). Pinnan tiiveyteen vaikuttaa myös muotissa olevan heran määrä. Juuston pinta tiivistyy heran vaikutuksesta muotissa. Juustomuotissa tulisi olla tarpeeksi reikiä tarpeeksi tiheässä, jotta juustosta muodostuisi avointa. Valutuksen aikana *Lactococcus lactis* spp. *lactis* biovar. *diasetylactis* ja *Leuconostoc mesenteroides* ja *Ln. lactis* tuottavat sitraatista etikkaa, diasetyyliä, asetoiniinia, ja 2,3-butaanediolia sekä hiilidioksidia (Cantor ym., 2000). Muodostunut hiilidioksidi avaa juuston rakennetta edistäen sinihomeen kehittymistä. Kypsymisen alussa *Penicillium roqueforti* kasvaa, mihin juuston rakenne vaikuttaa. Kypsymisen aikana sinihomejuuston hapatteet, home, juoksete ja maidon omat entsyymit vaikuttavat

proteolyysiin (Sousa ym., 2001). Proteolyysin seurauksena juuston rakenne muuttuu ja muodostuu flavoriyhdisteitä.

Kokeellinen osa

Maisterin tutkielman kokeellisessa osassa oli yhteensä kahdeksan koesarjaa, joista osassa oli vielä osakokeita. Jokaisella erillisellä koesarjalla oli oma tavoitteensa. Joissakin kokeissa pyrittiin eri tavalla samaan tavoitteeseen, joten osassa kokeessa oli erillisiä osakokeita. Työssä tutkittiin, olivatko valkoiset juustot tiiviitä vai avonaisia. Valkoisiksi hylättyjä juustoja lajiteltiin visuaalisesti tiiviisiin ja avonaisiin. Tiiviistä, avonaista ja homeista juustoa kuvattiin pyyhkäisyelektronimikroskoopilla.

Edelleen selvitettiin, mitkä tekijät vaikuttavat tiiveyteen, tutkimalla sitruunahapon ja sitraatin vaihtelua juustossa valmistuksen alussa, tekemällä tiivistä juustoa rakeistoa rikkomalla ennen ja jälkeen muottauksen sekä tutkimalla kattilasuolauksen vaikutusta valkoisten juustojen määriin. Työssä pyrittiin löytämään keinoja tiiviiden juustojen vähentämiseen hidastamalla viiran nopeutta, poistamalla heraa, lämmittämällä kattilaa sekä tutkimalla muotin vaikutusta tiiveyteen. Lisäksi selvitettiin tiiveyden ja heran erottumisen yhteyttä harvalla viiralla.

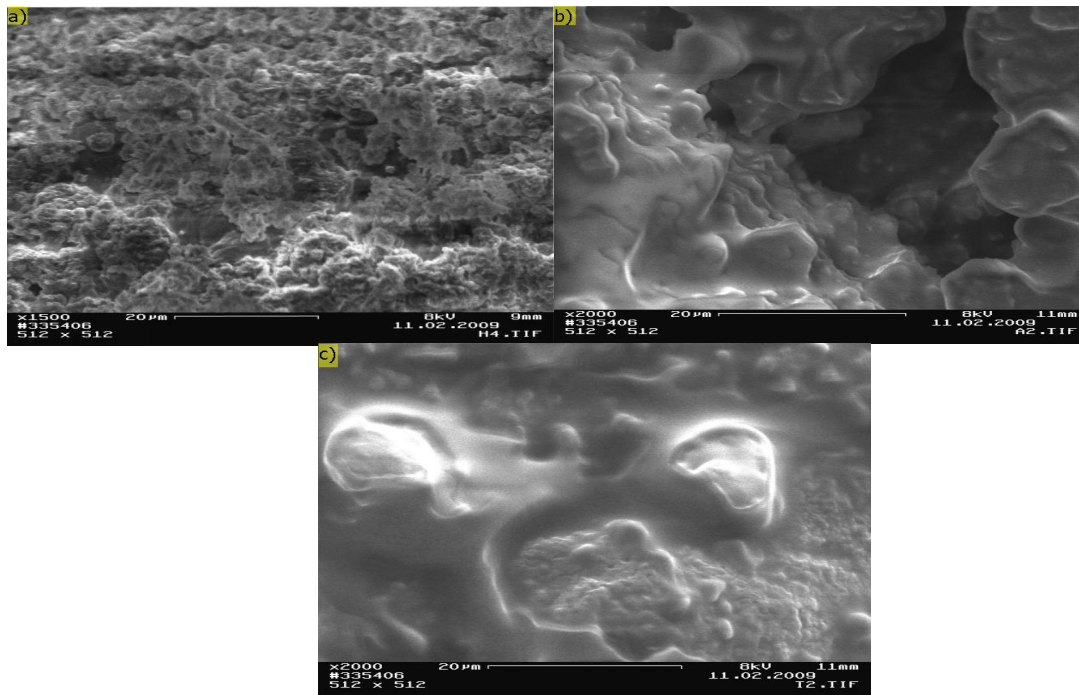
Tutkittiin kattilan laskun sisäistä vaihtelua ja sitä pyrittiin vähentämään loppuhuuhtelua rajoittamalla ja irrottamalla juoksettumaa kattilan reunoista. Monissa kokeissa tehtiin näytteistä mikrobiologisia ja kemiallisia määryksiä sekä tiheys- ja rakennemittauksia.

Tulokset

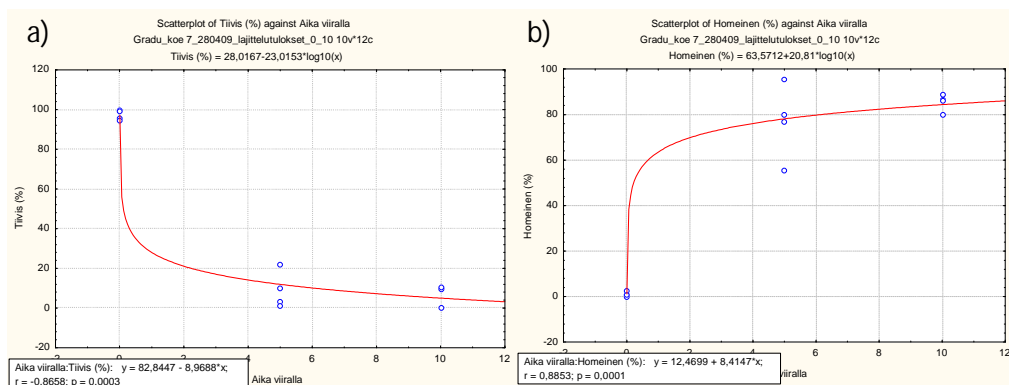
Valkoiset juustot olivat tiiviitä. Tiiviissä juustoissa oli vähemmän hometta ja hiivoja sekä niiden pH oli matalampi ja titrattavia vapaita aminohappoja vähemmän kuin homeisissa. Tiiviit juustot olivat tiheämpiä, kovempia ja vähemmän murtuvampia kuin homeiset. Tiiviit juustot eivät sisältäneet huokosia tai koloja kuten homeiset juustot (kuva 1).

Rikkomalla rakeistoa muottauksen jälkeen saatiin tuotettua tiiviitä juustoja, kun puolestaan sängossa heran kanssa rakeistoa sekoittamalla rikkomalla ei syntynyt tiivistä juustoa. Kattilasuolauksella ei ollut vaikutusta valkoisuuteen. Sitraattipitoisuudet eivät vaihdelleen eri kattiloiden ja valmistuspäivien välillä sinihomejuuston valmistuksen alussa. Viiran nopeutta hidastamalla ja muotilla, josta vesi virtasi nopeammin läpi, syntyi vähemmän tiiviitä juustoja laskun puolivälissä. Lämmityksellä ja heran poistolla ei puolestaan ollut vaikutusta valkoisuuteen, vaan ne vaikuttivat ainoastaan juuston rasvaan ja kuiva-aineeseen sekä rasvattoman osan vesipitoisuuteen. Viiralla oloajan pidentyessä poistuneen veden määrä kasvoi logaritmisesti, minkä vuoksi myös homeisten määrä kasvoi ja tiiviiden määrä laski logaritmisesti ensimmäisen kymmenen sekuntin aikana (kuva 2).

Kattilan laskun lopussa juustot olivat tiiviimpiä ja tiheämpiä kuin laskun alussa ja puolivälissä. Loppuhuuhtelua vähentämällä tiiviiden määrä nousi vasta viimeisessä muotissa ja poistettaessa juoksettuma kattilan reunoilta tiiviiden määrä ei noussut laskun lopussa.



Kuva 1. Elektronimikroskooppikuvia (1500- tai 2000- kertaisella suurennoksella) a) homeisesta, b) avonaisesta ja c) tiivistä AURA® juustosta.



Kuva 2. Lajittelutuloksia mallintavat logaritmiset yhtälöt a) tiiviillä ja b) homeisilla viiralla oloajan funktiona aikavälillä 0 – 10 sekuntia saatujen mittaustulosten perusteella

Pohdinnat

Lajittelutulosten perusteella tiiveys oli pääasiallinen syy juuston paikallisen homeettomuuden aiheuttajana. Tiiviyden vuoksi homeen kehittymiselle ei ollut koloja eikä reikiä. Sinihomejuusto sisältää koloja homeen kehittymiselle ja huokoista rakennetta hiilidioksidin ja hapen vaihtumiselle (Washam ym., 1979). Korkeampi pH ja titrattavat vapaat aminohapot selittyvät paremmalla homeen kasvulla homeisissa juustoissa (kuva 4b ja c). pH kasvaa homeiden ja hiivojen metabolian seurauksena, koska maitohaposta syntyy CO₂:a ja aminohapoista NH₃:a (Godinho ja Fox,

1982; Zampoutis ym., 1996). pH ei ollut avonaisissa ja tiiviissä noussut kovinkaan paljon kypsymisen aikana, sillä se oli 4,8–4,9 eli lähes sama kuin happanemisen jälkeen.

Tiiviissä juustossa ei ollut koloja, joissa home olisi voinut kasvaa (kuva 1c). Tiiviissä juustossa ei havaittu myöskään huokoisuutta, joten juustossa ei välttämättä tapahdu riittävää ilmanvaihtoa. Homeisessa juustossa oli puolestaan homekasvustoa, koloja ja huokosia runsaasti (kuva 1a). Kolut ja huokokset mahdollistavat hyvän homeen kasvun (Washam ym., 1979). Avonainen juusto vaikutti olevan tiiviin ja homeisen välimuoto myös pyyhkäisyelektronimikroskooppikuvien perusteella. Avonaisessa juustossa oli hieman koloja ja vähän homekasvustoa (kuva 1b).

Muottauksen jälkeen rakeistoa rikkomalla saatiin tiivistä juustoa aikaan. Pehmeän rakeiston pinta rikkoutui helposti, jolloin rakeisto liittyi yhteen tiiviisti. Rikottaessa rakeistoa heran kanssa sängossa sekoittamalla ei aiheuttanut tiivistä juustoa, vaikka rakeisto pieneni provosoinnin aikana. Rakeiston pieni koko ei välttämättä aiheuta juuston tiiveyttä, jos rakeen pinnat olivat kovia. Ulkoinen voima vaikutti voimakkaasti synereesiin nopeuteen (van Dijk, 1982). Sekoittamalla heraa ja rakeistoa saatiin heraa irtoamaan rakeistosta enemmän sekoittamisesta johtuvan voiman ansiosta. Vispilällä sekoittamalla ei välttämättä rikottu rakeistoa, vaan aiheutettiin voimakkaampi synereesi. Tämän vuoksi provosoidusta rakeistosta tuli pientä.

Toisen provosointikokeen juustot olivat parempia kuin muut kattilan juustot (laskun alun ja lopun juustot). Heraa erotettiin provosoidusta ja provosoimattomasta rakeistosta huomattavasti harvemmillä viiralla kuin normaalituotannossa. Tämän vuoksi massa meni kuivempana muotettiin verrattuna saman kattilan normaalituotannon laskun alun ja lopun juustoihin, joita lajiteltiin samaan aikaan. Jotta juustosta tulisi avonaista, rakeiston pitäisi olla kuivaa muotissa (Martley ja Crow, 1996).

Suolaamalla rakeistoon kattilassa juusto rakeisto nousee heran pinnalle, jolloin se ei rikkoudu hämmennyksen aikana ja auttaa siten avoimen rakenteen syntymisessä (Martley ja Crow, 1996). Kattilasuoloituksen rakeiston kovettamisella ei näyttäisi olevan niin suurta vaikutusta, jotta se olisi näkynyt valkoisten juustojen määrässä. Kattilasuoloitus kuitenkin nosti tuorejuuston suolapitoisuutta 0,2 prosenttiyksiköllä. Esisuolaus kattilaan nopeuttaa todennäköisesti sinihomejuuston suolautumista. Vastaavanlaisella esisuolauksella voidaan lyhentää suolavesisuolatun pasta-filatajuuston suolausaikaa (Melilli ym., 2004).

Rakeiston tulee olla muottaushetkellä kuivaa, jotta juustosta tulisi avonaista (Martley ja Crow, 1996). Viiran nopeuden hidastaminen vaikutti laskun puolivälin juustojen tiiveyteen, sillä tiiviitä syntyi hidastetulla viiran nopeudella neljäsosan vähemmän kuin normaalilla viiran nopeudella. Viira oli melko lyhyt, jolloin suurikaan nopeuden hidastaminen ei pidä rakeistoa kovin pitkää aikaa viiralla. Tämän vuoksi heran erottumisen parantaminen kannattaisi tehdä muulla tavalla kuin hidastamalla viiraa. Viiran vaihtaminen harvempaan viiraan parantaisi heran erottumista huomattavasti.

Muoteissa, joista vesi virtasi nopeammin läpi, syntyi vajaa neljäsosa vähemmän tiiviitä juustoja kuin vanhassa muotissa. Kun viiran nopeus- ja matriisikokeen tulokset yhdistettiin, voitiin tehdä johtopäätös, että heran erottuminen oli tärkeässä roolissa AURA[®] juuston avoimempaan rakenteeseen. Irtohera olisi saatava pois viiralla ja viimeistään muotissa, jotta tiiviitä juustoja syntyisi vähemmän. Teknologisesti heran poistaminen kokonaan on helpompaa tehdä harvemmillä viiralla kuin muokkaamalla tai vaihtamalla muotteja. Viira vaikutti tiiviiden juustojen syntymiseen, koska ilman viiraa olevat juustot olivat tiiviitä. Tiiviiden määrä myös väheni viiralla oloajan pidentyessä aina kymmeneen sekuntiin saakka.

Laskun lopun tuottamat juustot olivat tiiviimpiä kuin laskun alun juustot, koska kattilan reunoille jäi leikatessa juoksettumaa. Juoksettuma ei leikkaannu eikä läheskään aina irtoa hämmennyksen aikana kattilan seinämästä. Juoksettuma huuhdeltiin vedellä laskun lopuksi kattilasta massanlaskulinjalle. Tämän vuoksi tutkittiin loppuhuuhdelun vaikutusta laskun lopun juustojen tiiveyteen.

Kattilan laskun aikana rakeisto näyttäisi lajittuvan koon mukaan. Suuret rakeet tulevat kattilan alussa ja pienet kattilan lopussa. Itse rakeiston koko ei välttämättä vaikuta tiiviiden juustojen syntymiseen, mutta laskun lopussa olevat pienet rakeistot voivat tukkia muotin reiät ja estää heran valumisen pois muotista. Tämän seurauksena muottiin jää enemmän heraa, joka voi aiheuttaa tiivistä juustoa.

Lähteet

- Bertozi, L. ja Panarini G. 1993. Cheeses with appellation d'origine controlée (AOC): factors that affect quality. *Int. Dairy J.* 2: 297-312.
- Cantor, M.D., van den Tempel, T., Hansen, T.K. ja Ardö, Y. 2004. Blue cheese. Kirjasta: *Cheese - Chemistry, Physics and Microbiology* (3rd Edition). Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Cogan, T.M. ja Guinee, T.P. (toim.). Elsevier.
- Eck, A. ja Gillis, J.-C. 2000. *Cheesemaking: From science to quality assurance*. Second edition. Intercept LTD, Hampshire U.K.
- Godinho, M. ja Fox, P.E. 1981. Effect of NaCl on the germination and growth of *Penicillium roqueforti*. *Milchwissenschaft* 36: 205-208.
- Godinho, M. ja Fox, P.F. 1982. Ripening of Blue cheese: influence of salting rate on proteolysis. *Milchwissenschaft* 37: 72-75.
- Hansen, T.K., Cantor, M.D., van den Tempel, T. ja Jakobsen, M. 2001. *Saccharomyces cerevisiae* as a starter culture in *Mycella*. *Int. J. Food Microbiol.* 69: 101-111.
- Hansen, T.K. ja Jakobsen, M. 1997. Possible role of microbial interactions for growth and sporulation of *Penicillium roqueforti* in Danablu. *Le Lait* 77: 479-488.
- Horne, D.D. ja Banks, J.M. 2004. Rennet-induced coagulation of milk. Kirjasta: *Cheese - Chemistry, Physics and Microbiology* (3rd Edition). Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M. ja Guinee, T. P. (eds.). Elsevier.
- Johnson, M.E. 2001. *Cheese Products*. Kirjasta: *Applied Dairy Microbiology*, 2nd edition, revised and expanded. Marth, E.H. ja Steele, J.L. (eds.). Marcel Dekker Inc., New York.
- Kärki, M., Ainasoja, M., Ylikauma, J., Martikainen, P. ja May, M. 2008. Oltermannin valmistuksesta. Palaverimuistio. Valio Oy, Haapavesi.
- Lopez-Diaz, T.M., Santos, J., Otero, A., Garcia, M.L. ja Moreno, B. 1996. Some technological properties of *Penicillium roqueforti* strains isolated from a home-made blue cheese. *Lett. Appl. Microbiol.* 23: 5-8.
- Martley, F.G. ja Crow, V.L. 1996. Open texture in cheese: the contributions of gas production by microorganisms and cheese manufacturing practices. *J. Dairy Res.* 63: 489-507.
- Mellema, M., Walstra, P., van Opheusden, J. ja van Vliet, T. 2002. Effects of structural rearrangements on the rheology of rennet-induced casein particle gels. *Adv Colloid Interfac.* 98: 25-50.
- Morris, H.A. 1981. *Blue-Veined Cheeses*. Pfizer Inc., New York.
- Sousa, M.J., Ardö, Y. ja McSweeney, P.L.H. 2001. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *Int. Dairy J.* 11: 327-345.
- Taniwaki, M.H., Hocking, A.D., Pitt, J.I. ja Fleet, G.H. 2001. Growth of fungi and mycotoxin production on cheese under modified atmospheres. *Int. J. Food Microbiol.* 68: 125-133.
- Valik, L., Baranyi, J., ja Gorner, E. 1998. Predicting fungal growth: the effect of water activity on *Penicillium roqueforti*. *Int. J. Food Microbiol.* 47: 141-146.
- van Dijk, H.J.M. 1982. Syneresis of curd. Ph. D. thesis. Agricultural University, Wageningen, Hollanti.
- van den Tempel, T. ja Jakobsen M. 1998. Yeasts associated with Danablu. *Int. Dairy J.* 8: 25-31.

- van den Tempel, T. ja Jakobsen M. 2000. The technological characteristics of *Debaryomyces hansenii* and *Yarrowia lipolytica* and their potential as starter cultures for production of Danablu. *Int. Dairy J.* 10: 263-270.
- van den Tempel, T. ja Nielsen, M.S. 2000. Effects of atmospheric conditions, NaCl and pH on growth and interactions between moulds and yeasts related to blue cheese production. *Int. J. Food Microbiol.* 57: 193-199.
- Walstra P, Wouters J.T.M. ja Geurts T.J. 2006. Dairy science and technology. Second edition. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Ranton.
- Washam C.J, Kerr T.J ja Todd R.L. 1979. Scanning electron microscopy of blue cheese: mold growth during maturation. *J. Dairy Sci.* 62: 1384-1389.
- Zarpoutis, I.V., McSweeney, P.L.H., Beechinor, J. ja Fox, P.F. 1996. Proteolysis in the Irish farmhouse Blue cheese, Chetwynd. *Irish J. Agric. Food Res.* 35: 25-36.

Tiivistelmä

Kelloniemi, Jarmo 2009. AURA[®] juuston valkoisuus – sinihomejuuston paikallinen homeettomuus. Maisterin tutkielma. EKT-sarja 1459: 85 s + 7 (liitteet).

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää AURA[®] sinihomejuuston paikallisen homeettomuuden (valkoisuuden) aiheuttaja ja etsiä ratkaisuja sen vähentämiseen.

Työssä tutkittiin, olivatko valkoiset juustot tiiviitä vai avonaisia. Valkoisiksi hylättyjä juustoja lajiteltiin visuaalisesti tiiviisiin ja avonaisiin. Tiiviistä, avonaista ja homeista juustoa kuvattiin pyyhkäisyelektronimikroskoopilla. Edelleen selvitettiin, mitkä tekijät vaikuttavat tiiveyteen, tutkimalla sitruunahapon ja sitraatin vaihtelua juustossa valmistuksen alussa, tekemällä tiivistä juustoa rakeistoa rikkomalla ennen ja jälkeen muottauksen sekä tutkimalla kattilasuolauksen vaikutusta valkoisten juustojen määriin. Työssä pyrittiin löytämään keinoja tiiviiden juustojen vähentämiseen hidastamalla viiran nopeutta, poistamalla heraa, lämmittämällä kattilaa sekä tutkimalla muotin vaikutusta tiiveyteen. Lisäksi selvitettiin tiiveyden ja heran erottumisen yhteyttä harvalla viiralla. Tutkittiin kattilan laskun sisäistä vaihtelua ja sitä pyrittiin vähentämään loppuhuuhdelua rajoittamalla ja irrottamalla juoksettumaa kattilan reunoista. Monissa kokeissa tehtiin näytteistä mikrobiologisia ja kemiallisia määrytyksiä sekä tiheys- ja rakennemittauksia.

Valkoiset juustot olivat tiiviitä. Tiiviissä juustoissa oli vähemmän homeita ja hiivoja sekä niiden pH oli matalampi ja titrattavia vapaita aminohappoja vähemmän kuin homeisissa. Tiiviit juustot olivat tiheämpiä, kovempia ja vähemmän murtuvampia kuin homeiset. Rikkomalla rakeistoa muottauksen jälkeen saatiin tuotettua tiiviitä juustoja. Kattilasuolauksella ei ollut vaikutusta valkoisuuteen. Viiran nopeutta hidastamalla ja uudemmalla muotilla syntyi vähemmän tiiviitä juustoja laskun puolivälissä. Viiralla oloajan pidentyessä poistuneen veden määrä kasvoi logaritmisesti, minkä vuoksi myös homeisten määrä kasvoi ja tiiviiden määrä laski logaritmisesti ensimmäisen kymmenen sekuntin aikana. Kattilan laskun lopussa juustot olivat tiiviimpiä ja tiheämpiä kuin laskun alussa ja puolivälissä. Loppuhuuhdelua vähentämällä tiiviiden määrä nousi vasta viimeisessä muotissa ja poistettaessa juoksettuma kattilan reunoilta tiiviiden määrä ei noussut laskun lopussa.

Virin vuosi 2009

ETK *Outi Mäkinen*
Viri Lactis ry

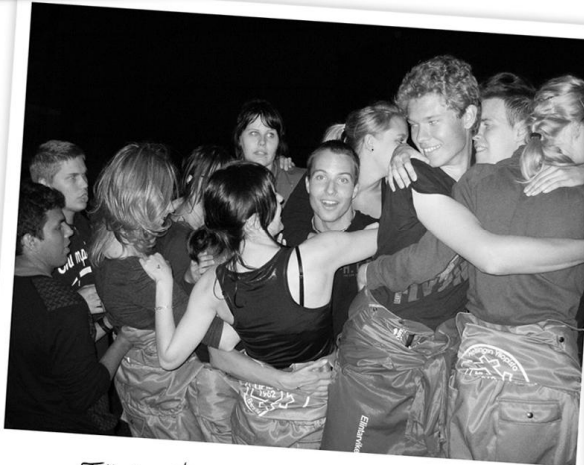
Viri Lactis ry:n vuoteen on mahtunut niin perinteisiä kuin uudenlaisiakin kuvioita. Alkuvuodesta Viri mm. suuntasi etelään vierailemaan Valion Vörun tehtaalle. Syyslukukauden suurena ponnistuksena oli houkutella myös ulkomaalaisia tutkinto-opiskelijoita mukaan toimintaan mm. kansainvälisten nyyttärien muodossa. Joka vuosi komistuvan juusto&viini-illan kruunasi Pekka Rantamoijasen esitelmä ruuan ja viinin liitosta.



Vierailulla Valion Vörun tehtaalla



Esittäytymässä fukseille



Tiivis tunnelma Virin rastilla



Fuksiaiset



Pekka äänessä Juusto&Viini-illassa



Juusto&Viini-illan leivät työn alla



Nyhtärit MScFood-
opiskelijoiden kanssa



Juusto&Viini-illan tarjoilut



Pöytä Koreana Kv-nyhtäreissä



Viri tinki pikkujouluista ja hankki
Eskimo-lehmän Sierra Leoneen

Maitoa Keniasta

ETK *Sara Ahlberg*
Viri Lactis ry



Kuva: Hannu Korhonen

Kenian kaupallinen maitoteollisuus sai alkunsa vasta vuosisata sitten, kun eurooppalaiset uudisasukkaat toivat maahan maitokarjaa. Tosin alkuperäiset kenialaiset ovat saaneet harjoittaa kaupallista maitotaloutta vasta vuodesta 1954 lähtien. Nykypäivänä Kenia on, ainakin joillain standardeilla, edelläkävijä verrattuna muihin Afrikan maihin. Ainakin mantereen suurin maitokarja, 3–5 miljoonaa eläintä, löytyy tällä hetkellä Keniasta. Näillä pystytään tyydyttämään kenialaisten maidon kulutuksen tarpeet, noin 40 litran vuosittainen kulutus henkilöä kohti. Kenian kansa on kooltaan 39 miljoonaa.



Vasemmalla kuva kenialaisesta farmista; Oikealla edessä elefanttiruohoa ja takana kahvipensaita kenialaisella farmilla. Kuvat: Hannu Korhonen

Puhuttaessa Kenian maataloudesta, joudutaan käyttämään lähinnä arvioita, koska luotettavia, riippumattomia ja tarkkoja tilastoja ei yksinkertaisesti ole saatavilla.

Keniassa maidon tuotanto tukeutuu 80 prosenttisesti kahden miljoonan pientilan toimintaan. Näitä pyritetään lähinnä perhevoimin. Tiloilla on 1–4 nautaeläintä joista kukin tuottaa keskimäärin noin kolme litraa maito vuorokaudessa. Maidon määrä on voimakkaasti riippuvainen sääolosuhteista; kuivana kautena maidon määrät romahtavat.

Lehmä ei ole vain maidon ja ravinnon lähde Keniassa. Koska karjan määrä on yksi taloudellisen hyvinvoinnin mittari, voidaan karjan kokoa kasvattaa myös huomattavasti huonommin maitoa tuottavilla nautaeläimillä kuten seebuilla. Perinteisiä seebuja koko maassa onkin huomattavasti enemmän kuin varsinaista maitokarjaa, noin 10 miljoonaa yksilöä. Jos lehmästä saadaan kolme, viisi litraa maitoa vuorokaudessa, on seebun tuotanto alle puolet tästä.

Maitotalouden tuotanto on suurimmaksi osaksi edelleen erittäin alkeellista. Lypsy tehdään käsin ämpäriin ja saatu maito käytetään suhteellisen nopeasti lypsyn jälkeen. Kylmäsäilytystiloja ei käytännössä ole eikä myöskään myytävää maitoa voida säilyttää tai kuljettaa asiakkaille kylmässä. Toisaalta kierto on nopeaa eikä säilytykselle ole pahemmin tarvetta.

Maito päätyy kuluttajalle jopa 90 prosenttisesti epävirallisia reittejä, yksittäisten myyjien kautta. Nämä kuljettavat maitoa kävellen, pyörällä tai hyvällä onnella jollakin moottoroidulla kulkuvälineellä. Ilman tätä epävirallista kanavaa moni kenialainen varsinkin maaseudulla jäisi ilman maitoa. Epävirallisen jakelukanavan kautta ostettu maito on myös halvempaa ja siten suuremman ihmisjoukon saatavilla.

Suurin osa käytetystä maidosta on raakamaitoa. Maidosta prosessoidaan vain noin 8 % ja 97 % maidosta käytetään nestemäisenä. Tosin kotitalouksissa on vakiintunut käytäntö keittää maito ennen käyttöä.

Pastörinti itsessään ei ole tae laadusta Kenian markkinoilla. Mikrobiologinen laatu on huono, myös pastöroidin jälkeen. Niin pastöroiduista virallisen kuin epävirallisenkin sektorin raakamaidoista on havaittu löytyvän samoja määriä patogeenejä. Suurimmalla osalla tuottajista ei yksinkertaisesti ole mahdollisuuksia asianmukaiseen kylmäsäilytykseen. Maidon laadun standardi-

en viemisen mielekkyys kehitysmaihin sellaisenaan voidaan kyseenalaistaa nimenomaan suurien tuotantoerojen, olosuhteiden ja käytettävissä olevan kapasiteetin vuoksi.

Mikrobiologisen laadun lisäksi kenialaisten maidossa on muitakin laatua olennaisesti heikentäviä tekijöitä. Maito voidaan laimentaa vedellä (13 %), maidossa on homemyrkkyjä sekä antibioottijäämiä (16 %). Kahteen viimeiseen ei maidon keittolalla ennen käyttöä ole vaikutusta, vaan nämä aiheuttavat suuren terveystarpeen kuluttajille. Antibiootit voivat joutua maitoon liian lyhyiden varoaikojen vuoksi tai sitten niitä voidaan jopa lisätä maitoon säilyvyyden lisäämiseksi.

Huonosta maitolaadusta ja sen sisältämistä vierasaineista kärsii Keniassa varsin suuri joukko; 40 % kenialaisista on alle 15-vuotiaita ja 7 % koko kansasta on HIV positiivisia.

”Maitoa Keniasta osa 2” syventyy noin vuoden kuluttua maidon antibioottijäämien yleisyyteen.

Lähteet

- Staal, S. J., Pratt, A.N. and Jabbar, M. 2008. Dairy Development for the Resource Poor. Part 1: A Comparison of Dairy Policies and Development in South Asia and East Africa. ILRI
- Staal, S. J., Pratt, A.N. and Jabbar, M. 2008. Dairy Development for the Resource Poor. Part 2: Kenya and Ethiopia Dairy Development Case Studies. ILRI
- Ojowi, M.O., Ogidi, R.O., Obanyi, J.N. and Owango, M.O. 2001. Smallholder Dairy Production and Marketing in Kisii, Nyamira and Rachiyo Districts: A Review of Literature. Smallholder Dairy Project.
- Omoro, A., Muriuki, H., Kenyanjui, M., Owango, M. and Staal, S. 1999. The Kenyan Dairy Sub-Sector, A Rapid Appraisal. Smallholder Dairy Project Report.
- Mwangi, A., Arimi, S.M., Mbugua, S., Kang’ethe, E.K. and Omoro, A.O. 2000. Assurance of Marketed Milk Quality in Kenya. Presented at the Faculty of Veterinary Medicine Biennial Scientific Conference / Smallholder Dairy Project.



Kuva kenialaisesta tienvarsitorista. Kuva: Hannu Korhonen

