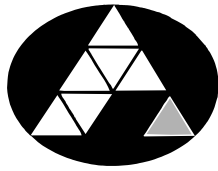


KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Hannu Piironen

MAHLAN KERUU- JA TUOTANTOJÄRJESTELMÄ

Opinnäytetyö
Tammikuu 2013



POHJOIS-KARJALAN
AMMATIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Tammikuu 2013
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Tekijä(t)

Hannu Piironen

Nimeke

Mahlan keruu- ja tuotantojärjestelmä

Toimeksiantaja

T:mi Stereokartoitus Pertti Korhonen

Tiivistelmä

Työn tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa koivuille soveltuva mahlankeruu- ja kuljetusjärjestelmä sekä mahlän jalostuslinja Kontiolahden Jakokoskelle. Samalla oli tarkoitus aloittaa pienessä määrin mahlän jalostaminen pelkästään suodattamalla, ilman pastörointia, pakastusta tai säilöntä- ja lisäaineita. Tutkimuksessa ja toteutuksessa sovellettiin muun muassa elintarvikekehitysyritys Foodwest Oy:n asiantuntemusta ja oman tiimin pragmaattista osaamista.

Ensiksi tehtävänä oli tutustua tarvittaviin tietoihin ja erilaisiin laitevaihtoehtoihin. Valinnat toteutettiin pienellä budjetilla. Useat kuljetus- ja tuotantolaitteet olivat toimivia, käytöstä poistettuja ja materiaaleiltaan elintarviketeollisuuteen sopivia. Lopuksi suunniteltiin ja toteutettiin mahlän valutusmenetelmä.

Tuloksena saatiin toimivat menetelmät mahlän valutukseen, keräämiseen ja kuljetukseen. Manuaalisen tuotantolinjan laitteilla valmistettiin tuotteita myyntiin Etelä-Suomeen.

Ongelmana olivat mikrobit, jotka pääsivät pulloitusvaiheessa puhdistilan steriiliolosuhteissa osaan tuotteista. Ongelman ratkaisu koitui pienellä budjetilla liian suureksi, joten tuotanto jätettiin kahden kevään jälkeen kokeiluasteelle. Mikrobiongelman yhtenä ratkaisuna voisi mahdollisesti olla tuotantolinjan korkeampi automaatiotaso, jolloin mikrobi-infektoriski pienenee.

Kieli
suomi

Sivuja 50

Asiasanat

desinfiointi, mahla, suodatus



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
January 2013
Degree Programme in
Mechanical Production
Engineering

Karjalankatu 3
FIN 80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-260 6800

Author(s)
Hannu Piironen

Title
A Collecting and a Transportation Method of Sap

Commissioned by T:mi Stereokartoitus Pertti Korhonen

Abstract

The purpose of this project was to design and implement a collecting and a transportation method of sap which is suitable for birch as well as a processing line of sap for the Jakokoski in Kontiolahti. At the same time had to start the sap processing only by filtration to a smaller extent without pasteurization, freezing or preservatives and food additives. Among other things we applied the expertise of the Food development company, Foodwest Oy and the pragmatic skills in our own team during the research and the implementation.

First, the task was to get acquainted with the necessary information as well as the different equipment options. The options were carried out with a small budget. A number of transportation and production equipments were functional, disused and suitable for the food industry. Finally a tapping method of sap was planned and carried out.

As a result of the research the functional methods of tapping, collecting and transportation of sap were found out. By the equipments of manual production line the products were prepared for sale in Southern Finland.

The problems were the microbes that accessed during the bottling stage to the clean space under the sterile circumstances in to some products. Because of the small budget, problem solving process was complicated, so the production was left behind after two springs only in to a experiment stage. There could possibly be a higher automation rate of a production line as a solution for the microbe problem, so that the risk for a microbe infection reduces.

Language
Finnish

Pages 50

Keywords
disinfection, sap, filtration

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

Lyhenne- ja käsiteluettelo

1	Johdanto.....	7
2	Työn tavoitteet.....	9
3	Mahlan juoksutusvalmistelut.....	10
3.1	Perinteisiä kotitarvemenetelmiä.....	10
3.2	Poraus.....	10
3.3	Letkulinjojen soveltuvuus.....	12
3.4	Puukohtainen keruu.....	13
3.5	Keruusangon suojaus.....	15
4	Keruu ja kuljetus.....	16
4.1	Mahlan kuljetusvariaatioita ja toteutus.....	16
4.2	Säiliöt, imujärjestelmä ja mittarit.....	19
4.3	Tyhjiöpumppujen testaus.....	19
4.4	Alipaine- ja imuletkun valinta.....	20
4.5	Imuletkun kiinnitys.....	21
4.6	Imujärjestelmän testaus ja toiminta.....	22
5	Mahlan jalostuslinja.....	24
5.1	Pakkauslaitteen valinta.....	24
5.2	Pakkauksen valinta.....	25
5.3	Jalostuslinjan sanitaatiomenetelmän valinta.....	26
5.4	Jalostuslinjan laitteet.....	27
5.5	Pullojen desinfiointin suunnittelu.....	29
5.6	Pullokorin suunnittelu.....	30
5.7	Korien siirrot.....	31
5.8	Esisuodattimen ruuvikiristimen jatke.....	32
5.9	Mikrobit ja kemikaalit.....	32
5.10	Prosessien kierrot.....	34
5.10.1	Sanitaatio ja steriilisuodattimen eheyden testaus.....	34
5.10.2	Mahlan pulloitus.....	36
5.10.3	Mahlan pakkaamisen kierto.....	37
5.10.4	Linjan pesu ja huuhtelut.....	38
5.10.5	Sanitaatio ja steriilisuodattimen paineistus.....	39
5.11	Mikrobiongelma ja muutostöitä.....	39
5.12	Oheislaitteita ja tarvikkeita.....	42
6	Valmistetut juomat.....	44
7	Tulosten yhteenveto.....	47
8	Johtopäätöksiä.....	48
	Lähteet.....	50

Lyhenne- ja käsiteluettelo

Aseptinen pakkaus

Pakkaus ja tuote steriloidaan ennen pakkaamista.

Desinfiointi

Menetelmässä tuhoetaan mikrobit elottomista materiaaleista kemiallisesti.

Indikaattoriliuska

Testiliuskassa on indikaattoriainetta, joka värin muutoksella osoittaa testattavan liuoksen arvon. pH-indikaattorilla mitataan aineen happamuutta ja emäksisyyttä.

Keskipakoispumppu

Neste virtaa pumppuun lähellä siipipyörän keskustaa olevasta putkesta. Siipipyörän pyörimisliike aiheuttaa keskipakoisvoimaa keskustasta ulkokehälle päin, jolloin neste poistuu pumpusta ulkokehääalueen lähtöputkesta.

Kierreholkki

Lyhyt putkimainen osa, jonka sisä- ja tai ulkopinnoilla voi olla kierkeitä ja ulokkeita. Voidaan käyttää osien yhdistämiseen.

Kontaminaatio

Likaantuminen, saastuminen.

Laminaarikaappi

Puhdasilmätöihin suunniteltu laite, jossa ilmavirtaus suodatetaan hepa- ja mikrosuodattimen kautta steriili-ilmaksi.

Mikrobit

Pieneliöitä, bakteereita, viruksia ja sieniä, joita ei pysty silmillä havaitsemaan. Näkemiseen tarvitaan mikroskooppi.

Nippuside

Eli johdinside. Sidotaan esimerkiksi sähköjohtoja yhdeksi kimpuksi.

Puhdastila

Alue, jossa ylläpidetään valittua puhtaustasoa ja kontrolloidaan partikkeleiden määrää, jotta voidaan varmistaa tuotteiden puhtaus.

Sanitaatio

Termi liittyy puhtauteen, johon sisältyy mikrobien tuhoaminen ja niiden kasvuedellytysten vähentäminen, puhdas vesi ja viemäröinti.

Steriili

Esine tai alue, josta on tuhottu kaikki mikrobit.

Supistusholkki

Hylsymäinen toisesta päästä kapeampi liitososa, jolla esimerkiksi ohuempi putki voidaan liittää paksumpaan putkeen.

Tilatankki

Maatiloilla käytettävä maidon säilytyssäiliö, jossa on jäähdytyslaite.

Turbulenttinen virtaus

Pyörteinen virtaus. Vastakohta on laminaarinen eli tasainen virtaus.

Tyhjiö- eli vakuumpumppu

Pumppu jolla vähennetään kaasua ilmatiiviistä tilasta, jolloin paine on paljon pienempi kuin maan pinnalla.

Vanerikoivu

Ohutoksainen ja vähän kaarevarunkoinen koivu, josta saadaan noin 1,5 metrin pitkiä pöllejä, joiden minimiläpimitta on 18–20 cm. Pölleistä sorvataan ohuita koivuviiluja, joista valmistetaan vanerilevyjä.

1 Johdanto

Mahla on pohjoisen leveysasteen lehtipuiden, kuten koivun, tammen ja vaahteran ravintoliuos, joka on pääosin (99 %) vettä. Mahla sisältää glukoosia ja fruktoosia ja lisäksi mahlassa on erilaisia hedelmähappoja, joista suurin osa omenahappoja. Mahlassa on pieniä määriä hivenaineita, joista mainittavimmat ovat kalsium, kalium, magnesium ja mangaani, sekä vähän C-vitamiinia. Natriumia mahlassa ei ole. Mahla on kevyesti hapan ja sen pH on 7,5–5,5. [1.]

Kontiolahdessa sijaitsee vireä, asukasluvultaan kasvava Jakokosken kylä, jonka Pohjois-Karjalan Kylät ry valitsi maakunnalliseksi Vuoden kyläksi 1998 ja Suomen Kylätoiminta ry valtakunnalliseksi Vuoden kyläksi 1998. Kylällä on perinteitä keksiä uusia ideoita ja tempaista niitä toteutukseen, kuten mm kylään saatu Tähtitieteen harrastajien yhdistys Seulaset ry:n tähtitorni (1999), II maailmansodan aikaiseen Salpa-linjan tykistöaseman ammusvarastoon rakennettu kokoon-tumis- ja pitopalvelupaikka Tähtikallio (2003) ja liikuntahalli (2005), uusi alakoulu (2009) ja suunnitteilla oleva tuulisähkövoimala Tähtikallion lämmitystä varten. Jakokosken kyläyhdistys ry on järjestänyt Jakokosken kesähihdot luonnon lumella (2009, 2010, 2012) ja kesäisin Kontiolahden Kanavateatterin kanttiinipalvelut.

Keväällä 2010 Jakokoskella asuva, yrittäjänä toimiva naapurini Pertti Korhonen kertoi minulle, että hän on lukenut uudesta luomumahlan jalostusideasta, jossa ei käytetä säilöntä- ja lisäaineita. Elintarvikealan asiantuntijayritys Foodwest Oy:n testitulokset suodatusmenetelmästä ovat olleet lupaavia, mutta käytännön suurtuotantokokemuksia ei ole vielä Suomessa. Tuore mahla puhdistettaisiin pikkuroskista ja mikrobeista mekaanisesti suodattimien läpi, jolloin sen pitäisi säilyä ilman lisäaineita. Pioneeriprojektissa tarvittaisiin hyvälaatuisia koivuja, joita kasvoi läheisellä kotipaikallani perikunnan maalla ja kylällä toisen naapurin maalla.

Perinteinen mahlan juoksutus oli minulle entuudestaan hieman tuttua muutamalta keväältä, joten uusi idea kiinnosti minua. Kokeilunhaluisena lähdin mu-

kaan suunnitteluun. Tuotannossa päävastuuna olisi linjan ja pullojen pesu ja desinfiointi sekä mahlan pakkaaminen. Projektista oli kiinnostunut myös Unto Korhonen, joka osallistui suunnitteluun ja teki tarvittavia muutostöitä omassa, paikallisessa metallialan yrityksessään sekä oli asentamassa jalostuslinjaa. Lisäksi hän pääsääntöisesti hoiti mahlan kuljetuksen omalla nelivetotraktorillaan. Projektin edetessä päätin kirjoittaa aiheesta opinnäytetyön. Puhdastilarakennuksen (kuva 1) työt aloitettiin syksyllä 2010. Rakennus (7 m * 5 m) oli käyttövalmis keväällä 2011.



Kuva 1. Mahlan jalostuksessa käytetty puhdastilarakennus. (Kuva: Hannu Piironen.)

2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli kehittää ja testata tehokas mahlan keruu- ja kuljetusmenetelmä metsästä tuotantolaitokseen, sekä suunnitella ja toteuttaa kapasiteetiltaan pienimuotoinen jalostusprosessijärjestelmä suunnitteilla olleeseen puhdistilarakennukseen. Järjestelmään tuli valita tuotantoon soveltuvat laitteet ja suunnitella puhdistilaan steriili korkitusasema ja prosessien kierrot. Järjestelmät oli suunniteltava pragmaattisesti ja laitehankinnat oli tehtävä pienellä budjetilla.

Keväällä mahlankeruuajana luonnossa ympäristön olosuhteet muuttuvat nopeasti yöpakkasista lämpimiin kevätpäiviin, joten täytyi suunnitella toimiva säihin sopiva keruumenetelmä maaston muodot huomioiden. Mahlankuljetuksissa täytyi huomioida matkan pituus, lumisuus ja kelirikko, jotka vaikuttivat kaluston käyttöön.

Tuore mahla on hyvin herkkä pilaantumaan ilman pastörointia tai säilöntäaineita, joten jalostuksessa kehitettiin parempia työskentelymenetelmiä tuotteiden paremman säilyvyyden saamiseksi. Suurin ongelma oli mikrobien pääsy steriiliin mahlaan korkitusasemalla pakkauksen täytön ja sulkemisen yhteydessä.

Liikesalaisuuden vuoksi opinnäytetyöstä rajattiin pois suodattimien tarkat tyyppitiedot ja osa mahlatesteistä tuloksineen. Työssä ei keskitytä mahlankuljetuksen terveysvaikutteisiin ja käyttötapoihin.

Mahlankeruusta ja jalostamisesta ei ollut aiempaa kokemusta, joten sitä kertyi töiden edetessä kokeilujen ja parannusten kautta. Suunnittelussa piti ottaa huomioon mahdolliset riskitekijät ja miettiä syitä ja seurauksia hyvän mahlankuljetuksen saavuttamiseksi. Työ on raportoitu toiminnallisena työnä, jossa kerrotaan suunnittelun vaiheet ja toteutukset käytännössä loogisessa järjestyksessä. Työssä käsitellään mahlankeruu, kuljetus ja jalostaminen valmiiksi tuotteeksi asiakkaalle.

3 Mahlan juoksutusmenetelmiä

3.1 Perinteisiä kotitarvemenetelmiä

”Vanha itäeurooppalainen tapa on kaataa puu keväällä ja veistää kanto koveraksi, jolloin mahla kerääntyy kuppiin. Tästä mahla voidaan sitten kerätä tai valuttaa astiaan.” [2, s. 9.]

Jos mahlaa juoksuttaa kotikäyttöön runkoa vahingoittamatta, niin voi riippuvia oksien kärkiä niputtaa yhteen pulloon tai purkkiin, johon mahla virtaa. Tällä menetelmällä mahlan saanti on vähäisempää kuin muilla tavoin. [2, s. 9.]

Vanha savolainen tapa on ollut leikata tuoheen kieleke, joka on käännetty sivulle. Haavaan on asetettu tikku, jota pitkin mahlaa on saatu kerättyä. Tuohi on asetettu paikalleen, kun mahlan keräys on loppunut [3, s. 87.]

3.2 Poraus

Tehokkaimmin mahlaa kerätään runkoon poratusta reiästä. Tavallista on, että reiän ympäryks infektoiduu ennen kuin puu itse ehtii paikata haavan. Haavasta alkaa levitä ylös ja alas ruskea vana merkinä pieneliöiden toiminnasta. Ukrainassa on kerätty mahlaa samasta puusta jopa yli 30 vuotta. [2, s. 7.]

”Mahlapuiden valinnassa rungon halkaisija ja lehvästön koko ovat hyviä kriteereitä. Rungon halkaisijan tulisi olla rinnankorkeudelta vähintään 20 cm. Yleensä puut, joilla on hyvä vuosikasvu, ovat otollisia mahlapuita.” [3, s. 85.]

Ennen poraamista terä on puhdistettava, jonka jälkeen poraus on varmintä suorittaa rungon varjopuolelle. Reikä porataan noin 10 mm:n terällä 30–40 mm:n syvyyteen lähelle maan pintaa keräysastian yläpuolelle hieman yläviistoon, jotta koloon ei jäisi mahlaa seisomaan. [2, s. 10.]

Valutusholkki napautetaan tiiviisti paikoilleen reikään. Holkkiin kiinnitetään mahdollisimman lyhyt elintarvikekäyttöön sopiva letku, jonka toinen pää johdetaan suljettuun valutusastiaan. [3, s. 88.]

”Mahlakauden päätyttyä reikä jätetään avoimeksi eikä työnnetä reikään puutappia kuten vanha kansa tapasi neuvoa. Näin puu voi itse korjata haavansa.” [3, s. 88.]

Ensimmäisenä testivuotena harjoiteltiin mahlan jalostusta poraamalla reikiä 66 koivuun kolmessa metsikössä. Reikiä porattiin akkuporakoneella parillinen lukumäärä. Nuoriin puihin tehtiin neljä ja suuriin tuuhealattaisiin puihin jopa kahdeksan 3–5 cm syvää reikää. Reikien halkaisijat olivat 13 mm.

Mahlan valutuksessa huomattiin, että tuuhealattaiset ja -oksaiset koivut tuottivat enemmän mahlaa reikäkohtaisesti kuin vähäoksaiset. Tuuhealattaiset, paksumat ja hyvässä kasvuvaiheessa olevat koivut tuottivat kahdesta reiästä mahlaa enimmillään noin 10–12 litraa vuorokaudessa. Ohuemmissa koivuissa tarvittiin neljä reikää yhtä sankoa kohti. Mahlasta yli 2/3 valui lämpimien vuorokausien aikana yöllä klo 22–8 välillä. Kaksi suurta koivua (kuva 2) antoi kukin noin 1000 litraa mahlaa kahdeksasta reiästä. Puulla voi olla suurempi riski altistua kontaminaatiolle, kun rungossa on useita reikiä.

Värivian seurannan vuoksi pellon reunasta kaadettiin yksi noin 65-vuotias kitukasvuinen rauduskoivu, jota mäntymetsä varjosti luoteen ja idän sektorilla. Kuvassa 3 näkyy, että ensimmäisen kesän jälkeen rei'istä oli levinnyt tummaa väriä reikien leveydeltä mahlakoivun runkoon. Reiät oli porattu noin 70 cm maasta. Värivikaa oli 146 cm, josta reikien yläpuolella 89 cm.



Kuvat 2–3. Kuvassa 2 suuri tuuhea koivu antoi kevään aikana yli 1000 litraa mahlaa. Kuvassa 3 koivun rungon poikkileikkauksessa näkyy porausreikien aiheuttamia tummentumia. Pöllisahaus kuvausta varten on tehty vuosi puun kaadon jälkeen, joten puussa on vähän vaaleaa perusväriä. (Kuvat: Hannu Piironen.)

3.3 Letkulinjojen soveltuvuus

Kun mahlatoiminta on vakiintunutta, voidaan keruuta automatisoida. Letkut on kannattavaa yhtenäisissä muutaman hehtaarin kokoisissa puhtaissa koivumetsiköissä, jotka kasvavat rinnemaastossa. [2, s. 13.]

Tuotantoon valitun rauduskoivikon ikä oli 40 vuotta ja rinnankorkeudelta puiden halkaisijat olivat keskimäärin noin 20 cm. Ensiksi rinnemaaston vuoksi suunniteltiin porata puihin reikiä, joihin asennettaisiin metalliholkit eli letkukarat. Kahdesta letkukarasta lähtevät lyhyet letkut yhdistettäisiin Y-liittimillä yhdeksi pitemmäksi ohueksi letkuksi, joka yhdistettäisiin runkoputkeen. Runkoputki kokoa isi ohuiden letkujen mahlan ja johtaisi sen mäen alla sijaitsevaan jäähdytys­säiliöön.

Letkustolla keräämisen hyötyinä todettiin, että

- mahla valuisi itsestään putkistoa pitkin yhteen keräyspisteeseen
- tyhjennys olisi nopeaa
- jäähdytys­säiliössä mahla pysyisi viileänä
- virta saataisiin kaapelilla noin 100 metrin päästä.

Ongelmina todettiin seuraavaa:

- pitkän letkuston huolellinen pesu useita kertoja viikossa vaatisi paljon aikaa
- jos putki ei olisi kaikkialla viistosti alamäkeen, niin mahla pilaantuisi notkelmiin
- runkoletkua varten olisi pitänyt investoida vakuumpumppuihin
- rinnemetsikön koivut kasvoivat liian kaukana toisistaan
- letkuille tulisi suuri kustannus per puu
- kaatopaikkajätettä kertyisi paljon
- toisen metsikön koivut kasvoivat rivissä kaukana toisistaan tasaisella maalla, joten letkujärjestelmä ei soveltuisi sinne.

3.4 Puukohtainen keruu

Seuraavaksi suunniteltiin työläämpää keräysastioilla tapahtuvaa mahlan keräystä, jolloin astiat tyhjennettäisiin yksitellen. Kokemuksesta tiedettiin, että mahlan keräys kestää kevään lämpötiloista riippuen 2–4 viikkoa eli huhtikuun puolivälistä toukokuun toiselle viikolle. Suunnittelussa huomioitiin huhtikuun yöpakkaset ja toukokuun lämmin auringonpaiste. Keräysastiaksi valittiin valkoinen sanko (300 kpl), jonka tilavuus oli 10 litraa. Sankon käytössä havaittiin seuraavia hyviä ominaisuuksia:

- valmistusmateriaali oli polypropeenaa, joka soveltuu elintarviketuotantoon
- valkoisesta väristä lika erottui helposti
- hinnaltaan oli edullinen
- sangot olivat kevyitä ja niitä pystyi kuljettamaan sisäkkäin
- pesu oli helppoa suorittaa suuressa altaassa 1–2 päivän välein.

Havaittiin, että jotkut koivut antoivat kellertävää mahlaa enimmillään noin kaksi vuorokautta porauksen jälkeen. Porauksen jälkeen rei'istä saattoi tulla pieniä poraamislasteria, vaikka reiät huuhdeltiin ja desinfioidiin alkoholipitoisella vesisuihkulla. Reikien annettiin vuotaa letkukaroista maahan 1–2 päivää. Jos sää-

ennusteen perusteella arvioitiin metsään tulevan yöpakkasen, mahlan annettiin valua maahan alkuyöstä ottamalla letkut irti karoista. Pakkasella mahlan tulo loppui ja osa jäättyi letkuihin. Kun ilma lämpeni, mahla alkoi virrata puiden johdosolukoissa. Jos jäätynyt mahla oli letkuissa tulppana, niin mahlan pääsy sangkoihin estyi tai hidastui noin kaksi tuntia. Jään poisto letkuista oli työlästä, joten nopeampaa oli irrottaa letkut karoista myöhään illalla.

Puukohtaisen keräyksen etuna oli hyvän laadun varmistus. Kokemuksen kertyessä opittiin tekemään silmämääräisesti yksinkertainen mahlan laatuarvio metsässä. Jos valkoisen sangon pohjan vahvikemuotorenkaat näkyivät selkeästi mahlan läpi, mahlan väri arvioitiin kirkkaaksi. Jos pohjan renkaat näkyivät epäselvästi tai ei lainkaan, mahla määritettiin sameaksi. Samea ja kellertävä mahla kaadettiin maahan. Kuvassa 4 on keltaista ja kirkasta mahlaa.



Kuva 4. Joskus sama puu saattoi antaa kellertävää ja kirkasta mahlaa. (Kuva: Hannu Piironen.)

Huhtikuun puolivälissä vuorokauden lämpötilat vaihtelivat nollan molemmin puolin, jolloin mahla oli väriltään kirkasta. Huhtikuun lopun ja toukokuun alkupuolen päivälämpötilat saattoivat nousta varjossa 2–5 päivän jaksoina yli 15 °C:een. Niiden seurauksena havaittiin, että osa puista alkoi vuotaa sameaa mahlaa. Päivälämpötilojen laskiessa mahla kirkastui jälleen. Todettiin myös, että kirkas mahla sameni noin viikko ennen mahlan valumisen loppumista, kun pienet vihreät lehtisilmut turposivat ”hiirenkorvalle”. Joskus toukokuussa yksittäinen koivu

saattoi antaa yhtä aikaa osasta rei'istä kirkasta ja osasta sameaa mahlaa. Reiät pyrittiin poraamaan koivuihin varjopuolelle, jotta mahla olisi viileämpää. Huhtikuun puolivälissä aamupäivisin mahlan keruulämpötila oli yleensä 1–3 °C. Toukokuussa päivälämpötilat kohosivat varjossa joskus 15–20 °C:een, jolloin mahlan keruulämpötila oli jopa 9 °C. Silloin mahlasta yli puolet oli sameaa ja käyttökelvotonta.

3.5 Keruusangon suojaus

Sankojen toimiviksi suojausvaihtoehdoiksi löydettiin kylmälaukut. Parhaimmaksi vaihtoehdoksi valittiin styroxinen matkaTermo-kylmälaukku (150 kpl), jonka hyviä ominaisuuksia olivat:

- tilavuus 25 litraa, jolloin mahtui 10 litran sanko
- hinnaltaan oli edullinen
- valkoinen väri vähensi auringon infrapunasäteilyn vaikutusta
- kansi oli helposti avattavissa
- kanteen oli helppo tehdä tiiviit reiät mahlaletkuille
- laatikko oli kevyt kuljettaa
- seinämät olivat riittävän paksut
- hyvä lämmön eristävyys.

Styrox-laatikon heikkouksia oli muun muassa se, että lika tarttui pintaan helpommin kiinni kuin jos pinta olisi ollut sileämpää polypropeenä. myös navakka tuuli pystyi nostamaan kevyen kannen laatikosta, jolloin avonaisen mahlasangon riskitekijöitä olivat:

- sadevesi ja lumi
- mahlasta pitävät hyönteiset, erityisesti hyttyset ja muurahaiset
- puiden varistamat roskat
- alttius päivälämmölle
- salmonellariski lintujen ulosteista.

Muut kylmälaukut, joihin 10 litran sanko olisi mahtunut, olivat hinnaltaan kalliimpia. Yrityksistä ei löydetty kylmälaukkuja, joihin olisi mahtunut 20 litran sanko. Sankoja olisi tarvittu 1/3 vähemmän, joka olisi vähentänyt tyhjennysaikaa.

4 Keruu ja kuljetus

Metsässä mahlaa kerätään pieniin keräysastioihin tai suuriin säiliöihin, jolloin tarvitaan kuljetusta. Kuljetus tehdään yleensä moottorikulkuneuvolla jalostuspaikalle, jonne matkaa voi kertyä useita kilometrejä.

4.1 Mahlan kuljetusvariaatioita ja toteutus

Logistiikassa oli mahdollisuus käyttää pakettiautoa, nelivetotraktoria, pientä maataloustraktoria, henkilöauton ja traktorin peräkäräjä sekä traktorin talikkaa. Mahlan kuljetus oli mahdollista toteuttaa kolmella tavalla.

Vaihtoehto 1. Mahla siirrettäisiin sangoissa metsästä jalostamon sisälle. Menetelmä sopisi hyvin pienille noin 200 litran testierille. Logistisesti siinä tarvittaisiin 20 litran sankoja, joihin metsässä kaadettaisiin kahden tai useamman 10 litran sangon mahlat. Kuljetukset onnistuisivat metsästä tienvarteen lumiketjullisella pikkutraktorilla, jonka perään on liitetty talikko ja trukkilava. Siirrot tapahtuisivat pakettiautolla tien laidasta jalostamolle.

Menetelmän hyviä puolia olisivat:

- pienet kaluston polttoainekulut testierien kuljetuksissa
- pikkutraktori pystyisi paremmin liikkumaan metsän ahtaissa paikoissa
- lumiketjullisena se pystyisi kulkemaan ilman peräkäräjä tasaisessa avomaastossa lähes 50 cm paksuisessa ja tiiviissä kevähangessa

Menetelmästä johtuvia haittoja olisivat:

- sankojen fyysinen nostelu useaan kertaan (traktoriin, pakettiautoon ja jalostamon tuotantolinjan säiliöön)
- ei voisi kuljettaa suuria eriä
- liiallinen ajan käyttö eli palkkakulut suhteessa nesteen määrään

- mikrobien pääsy jalostamoon avoimesta ulko-ovesta ilman ja vaatteiden mukana.

Variaatio 2. Metsässä mahla kaadetaan sangoista suureen kuljetussäiliöön, joka siirrettäisiin traktorilla jalostamolle. Logistisesti tarvittaisiin nelivetotraktori siirtämään säiliössä yli 1000 litraa, jos sitä vedettäisiin pyörillä lumisessa maastossa tai se siirrettäisiin ilmassa traktorin nostovarsien varassa. Lumettomalla maalla pyörien päällä vedettävä säiliö voitaisiin siirtää pikkutraktorilla.

Menetelmän hyviä puolia olisivat:

- suurten erien siirrot kustannustehokkaasti
- vain yksi fyysinen nosto säiliöön
- jalostamon luona mahla pumpattaisiin säiliöstä suoraan jalostuslinjaan
- mahla voitaisiin jäähdyttää kylmälaitteella ja säilyttää viileänä (alle 6 °C) jalostusprosessin ajan
- siirrettävä säiliö toimisi jalostuksen aikana raakamahlan säiliönä, jolloin jalostamon säiliötä ei tarvitsisi pestä.

Menetelmän huono puoli olisi sankojen fyysiset nostot korkealle säiliön yläpuolelle kaatojen aikana.

Variaatio 3. Metsässä mahla pumpattaisiin imuletkulla sangoista suureen kuljetussäiliöön, joka siirrettäisiin traktorilla jalostamolle. Variaatio 2 tavalla nelivetotraktorilla (kuva 5) siirrettäisiin yli 1000 litraa säiliössä, jos sitä vedettäisiin pyörillä lumisessa maastossa tai se siirrettäisiin ilmassa traktorin nostovarsien varassa. Lumettomalla maalla pyörillä vedettävä säiliö siirrettäisiin pikkutraktorilla. Imun saamiseksi traktorin nostovarsiin ja voimansiirtoakseliin liitettäisiin tyhjiöpumppu, joka yhdistettäisiin säiliöön imuletkulla. Säiliöstä lähtisi pitkä keruumuletku.

Variaatio 2:een verrattuna sankoja ei tarvitsisi nostaa ylös, eikä laittaa takaisin styrox-laatikoihin. Jos säiliötä vedettäisiin traktorilla, pitkä imuletku jouduttaisiin nostamaan maasta ylös, ettei se jäisi kiinni risuihin ja kantoihin. Se veisi aikaa.

Ensimmäisenä toimintakeväänä 2011 toimittiin variaation 3 mukaisesti, koska tavoitteena oli mahlan säilyvyyden tutkiminen ja yli 10 000 litran valmistus myyntiin. Mahlametsiköistä kaksi sijaitsi lähellä toisiaan. Matkaa jalostamolle oli viisi kilometriä. Kolmas metsikkö sijaitsi samalla matkalla, mutta noin kilometrin sivussa. Ajomatkaa tuli yhteensä noin 12 kilometriä. Mahlaa kertyi enimmillään yli 1000 litraa vuorokaudessa.



Kuva 5. Kuvassa ovat nelivetotraktori, tyhjiöpumppu, alipaineletku ja tilatankki. Kuvasta uupuu peräkärri ja imuletku. (Kuva: Hannu Piironen.)

Toisen kevään tavoitteena oli löytää ratkaisu mahlan parempaan säilyvyyteen, joten mahlan keruuta oli noin kolme kertaa viikossa mahlakaudella. Mahlaa tarvittiin testeissä noin 200 litraa kerralla. Testimahlat kuljetettiin variaation 1 mukaisesti 20 litran sangoissa pikkutraktorilla metsästä pakettiautolle, jolla sangot vietiin jalostamolle. Pakettiautoa käytettiin myös puhtaiden ja likaisten sangojen sekä muiden tarvikkeiden kuljetuksessa.

4.2 Säiliöt, imujärjestelmä ja mittarit

Säiliöksi ostettiin kolme ruostumattomasta teräksestä valmistettua ja käytöstä poistettua maatalan tilatankkia, jossa oli valmiina kylmälaite. Kylmälaite toimi 3-vaihevirralla, jota saatiin jalostamon ulkopistokkeesta. Tankit olivat tilavuudeltaan 400 litraa, 1300 litraa ja 1700 litraa. Ne olivat suunniteltu alipaineella toimiviksi navettarakennuksissa, joissa ne imisivät maidot putkistoista.

Tilatankeista kaksi pienintä ostettiin varalle. Tankkia varten tarvittiin traktorin peräkärri, jonka lavalle tankki kiinnitettiin. Tankin päällä oleviin liittimiin tarvittiin alipainemittari, joka saatiin käytöstä poistetusta lypsykoneesta ja lisäksi tarvittiin pallosulkuventtiili.

4.3 Tyhjiöpumppujen testaus

Imuperiaatteen toimivuus haluttiin varmistaa käytännössä ennen tyhjiöpumpun hankintaa. Kokeessa lypsykoneella pumpattiin vettä sangosta sankoon noin 10 metriä pitkää letkua pitkin. Letku oli paksuudeltaan puutarhaletkua vastaava. Sanko tyhjeni noin 30 sekunnissa.

Tyhjiöpumpuiksi saatiin käytöstä poistettu meijerin säiliöauton pumppu ja traktorikäyttöinen pumppu. Testissä traktorista otettiin murrosakselilla voimansiirto säiliöauton pumpulle. Pumpun hyvä ominaisuus oli suuri imuteho. Pumpun huono puoli oli se, että pumppu tarvitsi toimiakseen ”siemenvettä”. Lisäksi siinä ei ollut valmiina kiinnityskohtia traktorin nostovarsille ja painoltaan se oli raskas.

Kuvassa 6 on traktorikäyttöinen vanha tyhjiöpumppu Hertell 1000 B keskipakopumppu, joka oli suunniteltu 1000 litran säiliölle. Pumpun tuotto oli 650 r/min kierrosnopeudella 1000 litraa minuutissa. Traktorissa käytettiin voimansiirtoakselin kierrosnopeutena noin 500 r/min, jolloin pumpun tuotto oli noin 800 litraa minuutissa. Sen hyviä puolia olivat riittävän tehokas imuteho 1700 litran tilatankissa ja letkussa, kiinnityskohdat olivat valmiina traktorin nostovarsiin ja se oli

pienikokoinen. Huonoja ominaisuuksia ei havaittu. Päätettiin ottaa käyttöön traktorikäyttöinen tyhjiöpumppu.



Kuva 6. Traktorikäyttöinen tyhjiöpumppu Hertell 1000 B toimi imun lähteenä. (Kuva: Hannu Piironen.)

4.4 Alipaine- ja imuletkun valinta

Pumppua ja peräkärriin kiinnitettyä säiliötä ei voinut yhdistää kiinteällä putkella, koska pumppu ja säiliö liikkuvat toisiinsa nähden traktorin ajaessa. Pumppu ja tankki yhdistettiin toisiinsa letkulla. Ensin alipaineletkuna kokeiltiin puutarhaletkua, joka joutui kiinnityksessä kaarelle ja roikkuvaan asentoon. Käytössä letkun seinämän jäykkyys murtui mutkan kohdalta, kun seinämää rasittivat letkun oma paino, värinä ja alipaine. Letku meni lyttyyn ja imu loppui. Seinämän paksuutta jouduttiin lisäämään. Alipaineletkuksi valittiin kirkasta, kudovahvistettua ToppClear 25 / 32 mm 10 bar / 20 °C -letkua, joka kesti 0,3–0,4 baarin alipaineen.

Metsässä käytettävän imuletkumateriaalin valinnan perusteita olivat muun muassa, että

- materiaali täyttää elintarviketeollisuuden laatuvaatimukset
- putken seinämä kestää tarvittuun alipaineeseen
- on läpinäkyvä materiaali

- sisähalkaisija on riittävän suuri tehokkaalle imulle
- käsittelyn vuoksi ei saa painaa paljoa
- on riittävän pitkä, jotta sangot voidaan tyhjentää ajourasta noin 20 metrin päästä
- letkun seinämä ei saa mennä lyttyyn vedettäessä sangolle, jos jää kiinni kantoihin tai risuihin
- on riittävä notkeus, jotta se voidaan laittaa kuljetuksen ajaksi vyyhdelle
- on hinnaltaan edullinen.

Tilatankin imuletkuksi hankittiin 30 m jousivahvistettua, Ø 25 / 33 mm, MERLETT AMORFIN HNA -elintarvikeletkua, jonka käyttölämpötila oli -5–65 °C. Letkun paino oli kevyt ja hinta edullinen (8 € / m).

4.5 Imuletkun kiinnitys

Tilatankin tyhjennys tapahtuu siten, että tankille vedetään imuletku, jonka liittimet kiinnitetään tankin alla sijaitsevaan tyhjennysventtiiliin. Seuraavaksi avataan säiliöstä kiinteä pallosulkuventtiili, jonka jälkeen tankki imetään tyhjäksi.

Hankittu imuletku oli liian ohut, kun letkua yritettiin liittää tilatankkiin. Sopivaa sovitetta ei ollut saatavilla, joten se valmistettaisiin itse. Materiaaliksi valittiin ruostumaton teräs, koska se täyttää elintarviketeollisuuden laatuvaatimukset. Supistusholkki hitsattaisiin liittimeen (kuva 7), joka asennettaisiin kierreholkilla kiinni pallosulkuventtiiliin. Imuletku voitaisiin kiinnittää letkukiristimellä sovitteeseen. Suunnitelma onnistui.



Kuva 7. Pöydällä ovat tilatankin karkea suodatin, pallosulkuventtiili ja hitsattu sovite letkulle. (Kuva: Hannu Piironen.)

4.6 Imujärjestelmän testaus ja toiminta

Imujärjestelmää testattiin ensin vedellä. Sangollinen vettä tyhjeni noin 5 sekunnissa, joka oli riittävän nopea aika. Metsässä nostettiin tilatankin alipainetta sallituissa rajoissa 0,3–0,4 baariin, jolloin sangollinen mahlaa tyhjeni noin 4 sekunnissa. Tulos ylitti odotukset.

Traktorikäyttöisen tyhjiöpumpun teho osoittautui optimaaliseksi. Pumppu piti alipaineen avulla mahlan tankissa koko keruuajan, vaikka imuletkun lähtö sijaitsi tankin pohjassa. Tankin pohjan sulkuventtiili suljettiin ja pumppu pysäytettiin traktorilla siirtymien ajaksi.

Jos tyhjiöpumppu olisi ollut tehokkaampi, se olisi välillä jouduttu pysäyttämään useita kertoja, ettei vahingoittaisi säiliötä. Siihen ongelmaan varauduttiin laittamalla säiliön päällä sijaitsevaan tulpattuun aukkoon alipainemittari, johon liitettiin pallosulkuventtiili (kuva 8). Venttiilin tuloilman avulla olisi voinut säätää tankin alipainetta.

Toisena riskinä pidettiin tyhjiöpumpun pyörimissuunnan vaihtumista pumpun pysäyttämisen jälkeen, jos tankissa olisi ollut hetkellisesti liian suuri alipaine. Silloin pumppu olisi voinut pyöriä vastakkaiseen suuntaan, jolloin pumpun voiteluöljyä olisi voinut kulkeutuminen alipaineletkun kautta tankkiin.



Kuva 8. Tilatankin päällä on alipainemittari ja pallosulkuventtiili. (Kuva: Hannu Piironen.)

Jos tyhjiöpumppu olisi ollut tarvetta tehokkaampi, niin toisena vaihtoehtona olisi voitu kiinnittää imuputki ja pallosulkuventtiili letkun imupäähän. Venttiili olisi avattu sangon tyhjennyksen ajaksi. Pienenä haittana olisivat olleet tyhjiöpumpun käynnistämiset alipaineen lisäämiseksi. Letkun sulkuventtiilin ollessa kiinni tankista olisi valunut mahlaa letkuun, jolloin pitkän letkun käsittely olisi muuttunut raskaammaksi.

Keruutyön tehtävät jakaantuivat siten, että toinen ajoi traktoria ja imi letkulla mahlat sangoista. Apumies avasi ja sulki styrox-laatikoiden kannet ja kaatoi maahan sameat ja sangon reunan yli laatikkoon valuneet mahlat. Hänen tehtävänä oli pitää lyhyillä traktorin siirtymillä alipaineisen letkun pää koholla maasta, ettei roskaa menisi tankkiin, eikä pumppua tarvittaisi sammuttaa. Lisäksi hän tarpeen mukaan ohjasi letkua, jos se oli jäämässä kiinni risuihin. Pitkillä siirtymillä letku nostettiin kyytiin, sulkuventtiili suljettiin ja pumppu pysäytettiin. Työskentely 30 metrin letkulla sujui nopeasti halkaisijaltaan 60 metrin alueella. Traktorin keruupisteitä tarvittiin vain kolme kolmessa eri metsikössä.

Molempien keruussa käytettyjen tilatankkien kylmälaitteet lakkasivat toimimasta. Ne eivät kestäneet tärinää metsässä eivätkä kelirikkoisella maantiellä.

5 Mahlan jalostuslinja

Jalostusjärjestelmän suunnittelussa käytettiin helsinkiläisen (Pall Corporation) ja juvalaisen (Drink Consult) maahantuojan sekä paikallisten marjatilojen ammattiapua. Heidän kauttaan hankittiin tietoa ja laitteistoa. Mahdollisuuksien mukaan pyrittiin etsimään käytöstä poistettua, toimivaa kalustoa mahdollisimman edullisesti laadusta tinkimättä.

5.1 Pakkauslaitteen valinta

Säilöntäaineettoman mahlan pakkaamisen ehdoton edellytys oli, että se tapahtuisi steriileissä olosuhteissa. Pakkaus, mahla, korkki ja pakkauspaikan ilma ja laitteiden pinnat täytyisi olla steriilejä mikrobeilta ja homeilta.

Manuaalisen tai puoliautomaattisen pulloituslaitteen etuina olisivat kohtuulliset investointikustannukset testauksessa ja pientuotannossa. Tarvittaisiin pulloitin ja steriili-ilmapuhallin sekä ylipaineistettu suojakaappi. Suurimpana riskinä olisivat työntekijöistä irtoavat partikkelit eli pienhiukkaset, vaikka päällä olisi henkilösuojaimet.

Automaattisen pulloituslinjan etuna oli nopeus, mutta mehualan yrittäjän mukaan siinä oli usein toimintavikoja. Sitä ei haluttu valita kalliimpana ja epävarmana laitteena.

Aseptisen täysautomaattisen pakkauskoneen etuina olivat suurtuotanto, vähäisempi työvoiman tarve ja vähemmän fyysistä työtä. Koneiden hinnat ovat liian kalliita pientuotantoon, yksi kalleimmista vaihtoehtoista maksaisi noin 1,5 milj. euroa. Valittiin manuaalinen ja edullisin pulloituslaite, jota mehuyrittäjä kehui toimintavarmaksi.

5.2 Pakkauksen valinta

Mahlalle soveltuvat pakkaukset täytyi pystyä steriloimaan ennen pakkaamista ja ne voitiin täyttää pullottimella. Pakkausvaihtoehtoja olivat:

- lasi- ja muovipullot
- muovipussit
- suursäkit
- kartonkipakkaukset.

Pussit ja kartonkipakkaukset eivät soveltuneet pullotuslaitteelle. Kartonkipakkausista ei voinut myöskään nähdä pilaantuneita tuotteita. Alihankintana ei haluttu pakata mahlaa gammasteriloituihin 1000 litran suursäkkeihin, koska pilaantumis- ja tappioriskit olisivat olleet liian suuret.

Mahlan säilyvyyttä testattiin muovi- ja lasipulloissa ennen mahlakauden alkua (kuva 9). Muovipulloissa kaikki testimahlat pilaantuivat ja pilaantuminen oli nopeampaa kuin lasipulloissa. Lasipullot valittiin pakkausmateriaaliksi tuotantoon. Mahla oli väriltään kirkasta, joten lasipullon valinnan perusteita olivat:

- kirkas lasi
- pullokoriin mahtuminen
- miellyttävä ulkonäkö
- kierteet korkille
- edullisuus
- ei tarvitse olla steriili.

Pulloksi valittiin saksalainen, kirkas, malliltaan kuin suomalainen puolen litran viinapullo. Pullosta erottuisi hyvin mahlan kirkkaus ja pilaantuneet tuotteet. Pullon sulkimeksi valittiin valkoinen, tiivis ja sinettirenkaallinen muovikorkki. Pulloon suunniteltiin etiketti, joka ei peittäisi koko lieriöpintaa.



Kuva 9. Pullovaihtoehdoista vasemmalla on muovinen ja muut ovat lasisia.
(Kuva: Hannu Piironen.)

5.3 Jalostuslinjan sanitaatiomenetelmän valinta

Mahlalinjan sanitoinnit tapahtuisivat ennen mahlan pakkaamista ja pesun jälkeen. Valittavana oli sanitointi joko kemikaaleilla tai höyryllä. Höyrystimen etuna olisi ollut kemikaalittomuus. Haittoina olisivat:

- höyrystimen kalleus (3000–6000 €)
- sulakepesän vaihtaminen 16 ampeerista 32 ampeerin sulakkeelle, joka vaatisi uuden sähköliittymän
- suuri sähkön tarve
- höyryn kertyminen sisätiloihin
- palovammariski

Kemiallisen sanitaation etuna olisi, ettei tarvitsisi investoida lisälaitteisiin ja sanitointi suoritettaisiin helposti. Haittoja olisivat kemikaalipäästöt maaperään ja puhtaan veden runsas kulutus huuhteluissa. Päätettiin, ettei investoida laitteisiin ja desinfiointi tehtäisiin kemikaaleilla.

5.4 Jalostuslinjan laitteet

Jalostuslinjan toiminnassa tarvittaisiin tilatankki tai pieni mahlasäiliö, imuletku, pumppu, paineletkuja, esisuodatin, steriilisuodatin, pöytä, pullotuslaite, laminaarituulikaappi, allas ja steriili työtila, joka olisi puhdistalahallin keskeisin alue. Steriili työtila (kuva 10) rakennettaisiin alumiiniprofiileista ja pleksilasista suojaamaan pullotuslaitetta ja korkitusaluetta mikrobeilta. Laminaarituulikaappi toimisi työtilan päätyseinänä ja korkituspöytänä. Se puhaltaisi bakteeritonta puhdasilmaa, jolloin työtilaan syntyisi pieni, virtaava ylipaine, joka pitäisi mikrobit ja partikkelit poissa alueelta. Steriilin työtilan kaikki pinnat pyyhittäisiin P3-Steril -desinfiointiaineeseen kostutetulla mikrokuituliinalla ennen mahlan pullotusta. Pullotuksen yhteydessä steriilialuetta desinfioidaisiin säännöllisesti sumuttamalla teollisuusalkoholia laitteisiin ja suojakäsineisiin.



Kuva 10. Desinfioija ja korkittaja työskentelevät työtilan steriilialueella. (Kuva: Hannu Piironen.)

Jalostamon linjan imuletku leikattiin jousivahvistetusta letkusta, jollaista oli metsässä käytetty imuletku (kuva 10). Ennen tuotantoa imuletku yhdistetään jalostamossa keskipakopumppuun ja toinen pää viedään ulos tilatankin liittimelle. Paineletkuiksi valittiin meijerin käyttämää $\varnothing 25 / 39$ mm paineletkua (SVB – Dampfschlauch EPDM, max PN 18 bar / +95 °C, max PN 6 bar / +164 °C) (kuva

10) ja raakavesiletkuksi valittiin kirkasta, kudovahvistettua ToppClear 19 / 25 mm 10 bar / 20 °C -letkua (kuva 11). Keskipakoispumppu, suodattimet ja pulloituslaite ostettiin uutena ja teräsrunkoinen muovipöytä valmistettiin itse.



Kuva 11. Pieni mahlasäiliö sekä imu- ja paineletkut ovat puhdistilassa. (Kuva: Hannu Piironen.)

Linjaston pesua ja pullojen desinfiointia varten hankittiin ruostumattomasta teräksestä tehty allas, joka mahtui pituudeltaan osittain steriiliin työtilaan. Altaan (kuva 12) pohjalle mahtui kaksi pullokoraa vierekkäin. Allas toimi myös pesujen aikana vesien kokoamisaltaan.



Kuva 12. Iso pesuaine- ja desinfiointiallas. (Kuva: Hannu Piironen.)

5.5 Pullojen desinfiointin suunnittelu

Suodatusmenetelmällä mahlaa ei pastöroitu, eikä siihen lisätty säilöntäaineita, joten mikrobit täytyi eliminoida desinfioidulla. Vaihtoehtoisia pullojen desinfiointin toteutustapoja olivat:

- pullojen desinfiointi valmistustehtaassa
- desinfioidaan kemiallisesti altaassa
- desinfioidaan höyrystimen höyryllä
- kuumennetaan kiehuvaan vesi-altaassa.

Tehtaassa desinfiointin epäkohtana oli pieni hyöty, kun pullon ulkopinta täytyi desinfioida, niin samalla desinfioiduiksi pullon sisäpinta. Muita epäkohtia olivat huonosti soveltuvat pullomallit, kalliimpi hinta ja lisäksi näyte-erän pullojen suo-japakkauksessa havaittiin naarmuja ja reikiä. Yksi pieni huomaamaton reikä riittää likaamaan koko paketin. Kuumalla höyryllä desinfiointia ei harkittu käyttä, koska siihen olisi tarvittu liikaa investointeja. Kiehuva vedellä pullojen desinfiointia testattiin vain kokeilumielessä kattilassa, mutta se olisi ollut hidasta tuotannossa. Lisäksi työtila olisi höyrystynyt ja palovammojen saamisen riski oli olemassa.

Yksinkertaisin, taloudellisin ja nopein menetelmä oli toteuttaa desinfiointi 1 %:n vetyperoksidivedellä, joka soveltuu juomateollisuudessa desinfiointiin. Altaaseen tehtiin liuos, johon laskettiin 200 litraa kylmää, suodatettua vettä, johon lisättiin 4 litraa 30 %:n vetyperoksidia, jotta pullokorit jäisivät nesteen pinnan alle. Arvioni mukaan pullotettuun mahlaan jäi vetyperoksidivettä pullon ja korkin pinnoilta 3–5 pisaraa. Kun pullon tilavuus oli 500 ml ja vesipisaran tilavuus on noin 25 mikrolitraa, niin silloin vetyperoksidin pitoisuus pullotetussa mahlassa olisi 0,0015–0,0025 ‰ (1,5–2,5:10 000). Vetyperoksidi hajoaa reagoidessa vedeksi ja hapeksi, jolloin jäämiä ei pitäisi jäädä.

Laskumalli pitoisuudesta: $25 \cdot 10^{-3} \text{ ml} / \text{pisara} \cdot 3 \text{ pisaraa} / 500 \text{ ml} = 1,5 \cdot 10^{-4}$

5.6 Pullokorin suunnittelu

Pullojen desinfiointi irrallaan altaassa ei ole kannattavaa, sillä pullojen siirtely ja käsittely yksittäin olisi hidasta. Pullot eivät pysyisi paikallaan vedessä, joten ne kaatuisivat veden liikehtiessä. Pioneerihankkeessa ei pienellä budjetilla suunniteltu automatiikkaa, joten päätettiin rakentaa yksinkertainen, tehokas ja manuaalinen joukkodesinfiointimenetelmä.

Ensin suunniteltiin valmistuttaa noin 6–8 koria ruostumattomasta teräksestä, mutta hinta olisi tullut liian kalliiksi. Toinen idea oli rakentaa desinfiointikori kaupan polypropeenisestä pullokorista, joka kestäisi vetyperoksidiliuosta ja olisi kevyt nostaa. Alkosta ostettiin valmiita muovikoreja, joihin sopi 18 puolen litran lasipulloa. Pullot ladottiin koriin pohja edellä desinfiointia varten ja kansi suljettiin galvanoidulla teräslangalla. Kori nostettiin lattialta altaaseen ja upotettiin vähintään viideksi minuutiksi vetyperoksidiliuokseen ja sitten nostettiin valumaan ylösalaisin altaan päälle. Korin massa oli täysien pullojen kanssa noin 15 kg, joka olisi rasittavaa selälle huonoissa työasennoissa altaasta noston aikana.

Korien kannet suunniteltiin jäykästä, galvanoidusta minkkiverkosta ja saranat tehtiin nippusiteistä. Käytössä huomattiin, että galvanoitu minkkiverkko ja teräslanka hapettuivat hitaasti 1 %:n vetyperoksidiliuoksessa, joten korien kannet jouduttiin leikkaamaan muutostyönä ruostumattomasta teräsverkkoritolästä. Kansien sulkimet vaihdettiin kertakäyttöisiin nippusiteisiin, jotka olivat puukolla nopeita katkaista (kuva 13).



Kuva 13. Desinfiointikori 18 pullolle rakennettiin Alkon korista. (Kuva: Hannu Piironen.)

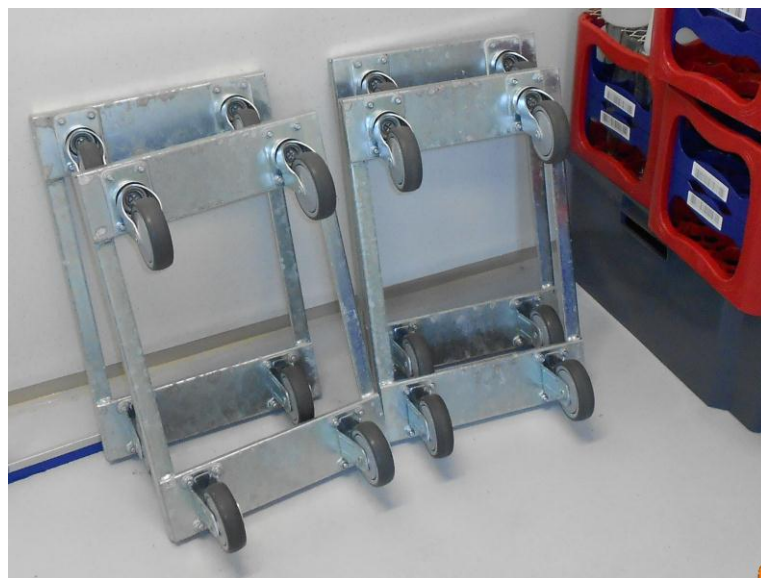
Ruostumattomasta teräsritilästä valmistetut teräväsärmäiset kannet raapivat pullokorien muovisia saranareunoja, jolloin koreista irtosi pieniä muovin muruja. Kun pullokorია upotettiin nesteeseen alle desinfiointumaan, niin joitakin muovipaloja meni nesteeseen mukana pulloihin. Polyeteenin tiheys eli massan suhde tilavuuteen on pienempi kuin nesteellä, jolloin altaassa muovimurut kohosivat pulloista nesteeseen pinnalle. Iso keittiön ruokasiivilä soveltui hyvin murujen poistoon. Suur-
tuotannossa ongelman voisi mahdollisesti korjata hihnakuuljettimella.

5.7 Korien siirrot

Pullokorien lyhyet siirrot olisi voinut tehdä kantamalla, mutta silloin olisi ollut suurempi riski saada enemmän mikrobeja puhdistilan osittain steriiliin työtilaan. Se olisi ollut myös fyysisesti raskasta.

Toinen vaihtoehto olisi ollut rakentaa lattialle kaksi noin 2–3 metriä pitkää hihnakuuljetinta. Yksi kuuljetin olisi tullut varastosta desinfiointisalpaalle ja toinen pleksilasikaapin sisältä seinän alitse varastoon. Kuuljettimiin ei investoitu.

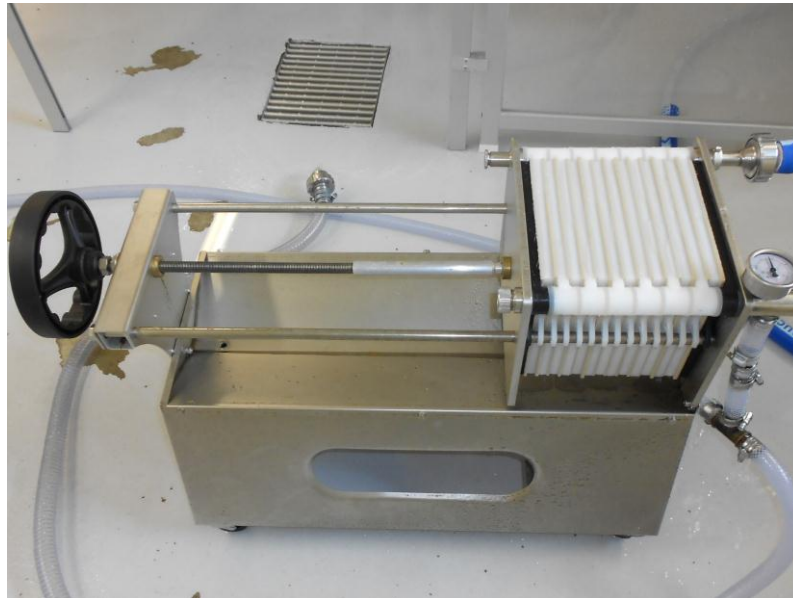
Kolmantena vaihtoehtona suunniteltiin pyörillä siirrettävät matalat rullakot kuuljetimien tilalle. Rullakko suunniteltiin kahdelle korille. Toimiva järjestelmä tarvitsisi vähintään 3 rullakkoa ja 7 koria (kuva 14).



Kuva 14. Pullokorien rullakot ovat kuivumassa. (Kuva: Hannu Piironen.)

5.8 Esisuodattimen ruuvikiristimen jatke

Suodatettavan mahlan määrät olivat pieniä esisuodattimen kapasiteetille, joten suodatinlevyt säilyivät melko puhtaina ja sallitut yläpaineet pysyivät alhaisina. Päätettiin säästää suodatinlevykuluissa ja suunniteltiin kiristysruuvin pään ja suodatinpakan välille jatke (kuva 15). Jatke tehtiin \varnothing 25 mm alumiinitangosta, joka ei ruostu kosteissa olosuhteissa. Sen toinen pääty pyöristetäisiin sorvaamalla ja toiseen päähän porattaisiin reikä kiristimen ruuville. Jatkeen pituus oli noin 20 cm. Valmistamisen jälkeen suodatinpakan kertakäyttöisten suodatinlevyjen määrä voitiin vähentää 41:stä 27:ään levyyn, jolloin kustannussäästöä syntyi 34 prosenttia.



Kuva 15. Esisuodattimen ruuvikiristimen päässä on alumiininen jatke. (Kuva: Hannu Piironen.)

5.9 Mikrobit ja kemikaalit

Silmillä havaittavat elävät organismit sisältävät paljon erilaisia mikrobeja, jotka ihmisen kannalta ovat hyviä tai haitallisia. Elintarvikkeiden säilyvyyden lisäämistä pyritään parantamaan muun muassa mikrobeja ja hiivoja tuhoamalla ja niiden kasvuolosuhteita heikentämään säilöntäaineilla.

Mikrobeja on kaikkialla ympäristössä. Esimerkiksi 1 g multaa sisältää 100 000 000–1 000 000 000 bakteeria, 100 000–1 000 000 sieni-itiötä ja 100 000–1 000 000 sieni-itiötä ja 100 000–1 000 000 muuta mikrobia. Ilmassa on noin 100 bakteeria kuutiosenttimetrissä ja ihmisen hiuspohjassa on 1,5 miljoonaa mikrobia neliösenttimetrillä. Hapanmaitovalmisteiden mikrobimäärä on noin 500 miljoonaa millilitrassa. [4, s. 12.]

Ihmisen nenä, silmät ja korvat ovat erityisen mikrobipitoisia, kuten myös kynnenaluset ja sormusten alla oleva kostea iho. Ihotulehduksissa saattaa olla miljardeittain bakteereita, kuten stafylokokkeja. [5, s. 28.]

”Kun ihminen aivastaa, hänen suustaan lentää noin 20 000 vesipisaraa ja kussakin vesipisarassa on 100–10 000 mikrobia” [6, s. 53]. Sen vuoksi etenkin elintarviketeollisuudessa työskennellessä on syytä olla terveenä työssä ja olla suojattuna. Koko keho on hyvä pestä ennen ja jälkeen työpäivän [6, s. 52].

”Suurin osa elintarvikkeissa kasvavista bakteereista viihtyy parhaiten, kun happamuus eli pH on neutraali (6,6–7,5)” [7, s. 19]. Virvoitusjuomissa ja mehuissa käytettävät hedelmät ja marjat sisältävät happoja, niiden luontainen pH on 2,0–4,5 [7, s. 260].

Ilma sisältää runsaasti mikrobeja, jotka pilaavat elintarvikkeita. Mikrobeja, hiivoja sekä niiden kasvumahdollisuuksia pyrittiin vähentämään sanitaatiolla. Pesukemikaalien vaikutustekijöitä ovat liuoksen väkevyys ja lämpö sekä aika. Jos jotakin tekijää vähennetään rajoitetusti, niin toisia täytyy lisätä, jotta haluttu lopputulos saavutettaisiin.

Mahlan käsittelyssä tarvittiin seuraavia kemikaaleja:

- Ecolab P3-topax 66 desinfioivaa vaahtopesuainetta käytettiin lattiaan pesuun 1,5 %:n liuoksena.
- Ecolab P3-steril -pesuaineliuoksella (1 %) ja mikrokuituliinalla desinfioitiin steriilin työtilan sisäpinnat.
- Ecolab P3-ultrasil 110 -pesuainetta käytettiin putkistojen ja steriilisuodatinpatruunan pesuun 1 %:n liuoksena noin 50 °C:een lämpötilassa. Huuhteluaika oli 15–20 minuuttia.

- Ecolab P3-oxonia active /peretikkahappoliuoksella sanitoitiin jalostuslinja steriilisuodattimelta pullotuslaitteelle. Pitoisuus oli 0,3 %. Steriilisuodattimen säilytyksessä käytettiin pitoisuutta 0,1 %. Peretikkahappo hajoaa etikkahapoksi ja hapeksi. Huuhtelu-aika oli 10–15 minuuttia.
- Ecolab P3-Oxypak S -vetyperoksidilla (30 %) desinfioitiin pullot, korkit ja korit. Liuoksen väkevyys oli 1 % ja lämpötila noin 20 C. Vetyperoksidi hajoaa reagoidessaan vedeksi ja hapeksi.
- Fairy-astianpesuaineella pestiin esisuodattimen nesteohjauslevyt.
- Ecolab P3-alcoides -teollisuusalkoholilla (50–75 %) desinfioitiin sumuttamalla steriiliä työtilaa, pullotuslaitetta, pöytää ja suojakäsineitä.
- KW käsihuuhte -nesteellä desinfioitiin kädet.

5.10 Prosessien kierrot

Puhdastila rakennettiin käyttökuntoon keväällä 2011, jonka jälkeen mahlan suodatus-, pesu-, sanitointi- ja huuhteluprosessien koulutustilaisuus pidettiin puhdastilassa. Kouluttajina toimivat Oy Ecolab Ab:n pesuainetoimittaja ja Pall Corporation:in suodatintoimittaja sekä Foodwest Oy:n elintarvikealan asiantuntija.

5.10.1 Sanitaatio ja steriilisuodattimen eheyden testaus

Prosesseissa tarvittiin paljon esisuodatettua vettä, jota otettiin letkulla yhdestä hanasta, kunnes keksittiin lisätä veden tilavuusvirtaa yhdistämällä puhdastilan kahden hanan letkut T-liittimellä yhdeksi letkuksi (kuva 16). Veden otto- ja huuhteluajat lyhenivät 20–30 %. Tilavuusvirtaa ei saatu riittävästi. Pumpun imuteho ei riittänyt pesuissa eikä letkujen tilavuusvirta huuhteluissa, jotta pullotuslaitteen suuttimet ja ilmaputkien aukot olisi voinut pestä yhtä aikaa. Sen vuoksi pesu- ja huuhteluajat olivat 1½–2-kertaisia.



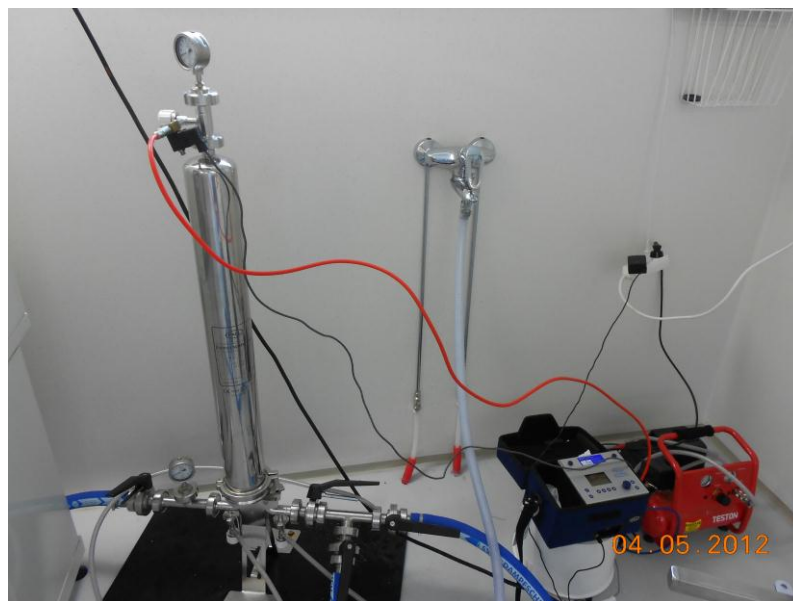
Kuva 16. T-liittimen kautta vesi virtasi kahdesta letkusta suodattimelle. (Kuva: Hannu Piironen.)

Sanitointiliuos valmistettiin isoon altaaseen, johon laskettiin 100 litraa suodatettua kylmää vettä, johon lisättiin 0,3 litraa peretikkahappoa. Liuosta kierrätettiin laitteiston läpi 30–40 minuuttia. Liuos kulki altaasta imuputkessa pumpun kautta steriilisuodattimelle, josta se virtasi pullotuslaitteelle. Pullotuslaitteelle jouduttiin teettämään ruostumattomasta teräksestä avonainen säiliö, jolla pullotussuuttimista ja ilmaletkun aukoista valuva neste saatiin kerättyä. Liuos johdettiin säiliöstä lähtevän letkun kautta isoon altaaseen, josta se lähti takaisin kiertoon. Sanitoinnissa oli välttämätöntä sulkea osa steriilisuodattimen sanitoitavista venttiileistä ennen veden kierrätyksen lopettamista, etteivät mikrobit pääse putkistoon steriilille alueelle ylipaineen loputtua.

Peretikkahapon huuhtelu kylmällä vedellä kesti noin 30–40 minuuttia, jolloin suodatettua vettä virtasi 600–900 litraa. Järjestelmän peretikkahappojäämien huuhtoutuminen varmistettiin Peracetic Acid Test -indikaattoriliuskalla letkusta poistuvasta huuhtovedestä. Huuhteluissa vesi virtasi hanoista yhdistetyssä letkussa verkostopaineen avulla esisuodattimen kautta steriilisuodattimelle, josta se meni pullotuslaitteelle. Pullotuslaitteen putkien rei'istä vesi meni nesteen koamissäiliön kautta isoon altaaseen, josta imuletkun kautta virtasi lattiakai-

voon. Steriilisuodattimen venttiilit täytyi sulkea ennen sanitoitihuuhTELUN loppumista ylipaineen aikana.

HuuhTELUN loppupuolella veden lämpö täytyi säätää hallin lämpötilan mukaan, jotta steriilisuodatin lämpenisi ympäröivän ilman lämpöiseksi suodatinpatruunan eheyden testaamista varten. Eheys testattiin paineilmakompressorin ja paineilmaa annostelevan PALLTRONIC Compact Star -testerillä (kuva 17). Automaattisesti tapahtuva testaus kesti 25 minuuttia, jonka jälkeen testilaite tulosti raportin.



Kuva 17. Steriilisuodattimen patruunan eheyden testaaminen tehdään testuslaitteen ja ilmakompressorin avulla. (Kuva: Hannu Piironen.)

5.10.2 Mahlan pullotus

Ennen mahlan pullotusta steriloiitiin työtila ja isoon altaaseen tehtiin pullojen ja korien desinfiointiliuos (1 %), johon laskettiin 200 litraa suodatettua vettä ja 4 litraa vetyperoksidia (30 %). Samalla otettiin desinfiointiliuos pullonkorkkeja varten astiaan, jonka jälkeen kaksi pullokoria upotettiin altaaseen yli 5 cm syvyyteen. Raakamahla otettiin imuletkulla ja pumpulla joko testikäyttöön 100 litran säiliöstä tai tuotantoon tilatankista ulkoa. Tilatankissa oli siiviläsuodatin, johon

jäi isot roskat kuten neulaset. Mahla pumpattiin esisuodattimen läpi steriilisuodattimelle, josta se virtasi puhtaana pullotuslaitteen säiliöön (kuva 18). Desinfioija laittoi pullot manuaalisesti pullotussuuttimille, jossa ne täyttyivät säädettyyn pinnan korkeuteen saakka. Korkittaja otti täydet pullot suuttimilta ja asensi korkin laminaarikaapin pöytätasolla. Enimmillään voitiin korkittaa 300 pulloa tunnissa. Korkituskone ei ollut käytössä ensimmäisenä keväänä.



Kuva 18. Mahlan pullotuslaite, jossa on 25 litran säiliö ja neljä suutinta. Muutostyönä tehty pleksilasi suojaa pullotinta mikrobeilta. (Kuva: Hannu Piironen.)

5.10.3 Mahlan pakkaamisen kierto

Ensin varastossa pakkaaja asetti pyörällisen rullakon päälle kaksi koria, jotka hän täytti tyhjiillä pulloilla ja sulki kansiverkot nippusiteillä. Hän tönäisi rullakon desinfiointialtaalle, josta desinfioija nosti tarvittaessa yhden korin kerrallaan altaaseen upotettavaksi. Desinfiointiaika oli vähintään viisi minuuttia. Altaasta desinfioitu kori nostettiin ylös ja käännettiin ylösalaisin altaan päällä oleville kiskoille tyhjentymään. Sitten desinfioija nosti korin pöydälle laminaarikaappin ja pullottimen viereen steriilille alueelle ja nosti pullot pullottimen suuttimille. Yhden pullon täyttyminen kesti noin 12 sekuntia. Korkittaja otti täyttyneet pullot heti yksitellen ja sulki ne steriloiduilla korkeilla. Pullot laitettiin desinfioituneeseen

koriin steriilillä alueella. Korin täytyttyä korkittaja siirsi sen pöydältä lattiatasolle rullakkoon ja desinfioi sormikkaat alkoholilla tai vetyperoksidiliuoksessa. Toisen täyden korin jälkeen desinfioija tönäisi rullakon pleksilasikopin aukosta lattiaa pitkin varastoon pakkaajalle (kuva 19). Pakkaaja tyhjensi täydet pullot koreista pakkauslaatikoihin ja täytti korit tyhjiä pulloilla.



Kuva 19. Rullakossa on kaksi täyttä Alkon koria lähdössä pakkaamoon. (Kuva: Hannu Piironen.)

5.10.4 Linjan pesu ja huuhtelut

Tuotannon jälkeen esisuodattimen nesteen johdinlevyt pestiin ja uudet suodatinlevyt vaihdettiin veden suodatusta varten. Jalostuslinja esihuuhdeltiin mahlas- ta kohdan 5.10.1 tavoin 10–15 minuuttia (kylmää vettä 150–300 litraa), ettei mahla tarttuisi kuumalla pesuvedellä linjaston seinämiin kiinni. Pesussa altaaseen otettiin suodatettua, 50 °C vettä 100 litraa, johon lisättiin 1 litra P3-ultrasil 110 -pesuainetta. Laimennettua liuosta kierrätettiin 50–70 minuuttia, jonka jäl- keen huuhdeltiin 30–40 minuuttia (500–700 litraa vettä). Järjestelmän P3-ultrasil 110 -jäämien huuhtoutuminen varmistettiin pH-indikaattoriliuskalla lattiakaivoon poistuvasta vedestä. Ultrasil 110 oli emäksistä vaahtoavaa pesuainetta (kuva 20). Kun huuhteluvesi todettiin neutraaliksi, pesuainejäämiä ei ollut.



Kuva 20. Ultrasil 110 -pesuaine vaahtoa veden kokoamissäiliössä. (Kuva: Hannu Piironen.)

5.10.5 Sanitaatio ja steriilisuodattimen paineistus

Sanitointi suoritettiin alkusanitoinnin tavoin. Huuhtelu-aika lyhennettiin 20–30 minuuttiin (300–400 litraa), koska ennen seuraavaa pullotusta linja sanitoitiin uudelleen ja huudeltiin. Huuhtelun jälkeen steriilisuodattimen kallis suodatinpatruuna suojattiin mikrobikasvustolta tekemällä altaaseen 30 litraa 0,1 %:n peretikkahappoliuosta. Liuosta paineistettiin (2,0 bar) steriilisuodattimeen pumpun ja sulkuventtiilien avulla, jolloin suodatin säilyi 3 vuorokautta. Patruuna voitiin suojata ennen varastointia kuivaamalla se kiertoilmaunissa 50 °C lämmössä.

5.11 Mikrobiongelma ja muutostöitä

Mahlan jalostuslinjan laitteet toimivat mekaanisesti hyvin, mutta tuotannosta otettuihin näytepulloihin alkoi muodostua homeitiöpesäkkeitä. Pilaantuminen havaittiin huoneen lämmössä (minimi 20 °C) noin kolmen vuorokauden kuluttua ja homeet ilmestyivät noin 10 vuorokauden päästä. Pilaantuneita tuotteita oli noin 45 %. Yleensä pilaantuneissa pulloissa oli silmämääräisesti havaittuna yksi

homelaji. Runsaslukuisin home oli väriltään harmaa joko hyytelönä tai paakkui-
na. Muiden homeiden värejä olivat punainen, musta ja vihertävä. Testissä pi-
laantumattomia pulloja käännettiin nopeasti ylösalasin niin, että pohjalle saostu-
neet mahlan aineet sekoittuivat mahlan sekaan kimmeltämään ilmakuplien
kanssa. Jos pullossa oli tapahtunut pilaantumista, niin ensihavaintona pohjalta
alkoi nousta pintaa kohti vaaleaa ainetta ikään kuin savua, joka havaittiin par-
haiten kirkasta taustaa vasten tai led-lampulla pohjaa valaisemalla.

Asiantuntija totesi testaamalla, että käytetty laminaarikaapi oli toimiva ennen
uudelleen käyttöönottoa, joten vika ei ollut siinä. Seuraavaksi testattiin steriili-
ilman suojaavan vaikutuksen kantamaa työtilan steriilialueella. Testissä mahla-
pullojen annettiin olla noin minuutti avoimina, ennen kuin ne korkitettiin. Pulloja
aseteltiin puhallukseen laminaarikaapin sisälle ja noin 50 senttimetrin päähän
pöydälle sekä noin metrin päähän pöydälle desinfiomisaltaan eteen. Kaapissa
olleet pulloet säilyivät, mutta kaikki 50 cm:n ja metrin päässä olevat pulloet pilaan-
tuivat. Laminaarikaapin suojaava vaikutus osoittautui luultua heikommaksi. Ole-
tukseksi tuli, että sen ilma eteni esteistä johtuen turbulentsisesti, jolloin ilmavir-
tauksen sekoittui mikrobien pilaamaa ilmaa. Desinfiointiallas oli kauempana
saastuneessa ilmassa, joten päätettiin muuttaa desinfiointijärjestelyjä siten, että
pulloet olisivat vähemmän aikaa saastuneen ilman vaikutuksessa.

Mikrobi-infektioiden torjumiseksi tehtiin korjaavia toimenpiteitä:

- Pulloet purettiin ja upottiin oxonia active -nesteeseen ennen tuotantoa.
Liuosmäärä lisättiin 100 litrasta 200 litraan.
- Pulloet ladattiin koreihin ylösalaisin.
- Korien pohjiin porattiin lisäreiät, jotta pulloet tyhjenisivät nopeasti (kuva
21).
- Ylösalaisin olevat pulloet olivat matalissa tukikehikoissa kaatuilevia, joten
jouduttiin hankkimaan lisää Alkon koreja.
- Kaksi pullojen tukikehikkoa päällekkäin antoi hyvän pystytuen pulloille.
- Koreissa noston aikana ylösalaisin olevat pulloet tyhjenivät ja kevenivät.
- Koreja ei tarvinnut kääntää ilmassa uudelleen oikein päin.
- Selän rasitus väheni.

- Pullot olivat suojatumpia ylösalaisin.
- Pöydälle laitettiin matala desinfioimisallas, jossa oli vetyperoksidiliuosta noin viisi senttimetriä.
- Pullokoria ei jätetty tyhjentymään altaan päälle kiskoille.
- Korit siirrettiin pullojen tyhjentymässä matalaan altaaseen lineaarituulikaappin viereen.
- Matalassa altaassa vetyperoksidiliuos suojasi pullojen kierteitä ja kaulaa mikrobeilta.
- Korista pullot nostettiin pohjasta ja käännettiin pystyyn vasta pullottimen suuttimilla.
- Desinfioijan apukorkitus lopetettiin noin 50 cm päässä laminaarikaapista.
- Pullotusta tehtiin pullottimen kahdella lähinnä laminaarikaappia olevalla suuttimella, jolloin kaksi kauempaa jätettiin pois käytöstä.
- Suuttimia desinfioitiin säännöllisesti alkoholilla korin vaihdon yhteydessä eli 18 pullon jälkeen.



Kuva 21. Korin pohjaan porattiin pullojen kohdalle reikiä veden poistumiseksi.
(Kuva: Hannu Piironen.)

Muutosten vaikutuksesta pilaantuneiden pullojen osuus väheni noin 5 prosenttiin. Uusia pilaantumisia ilmeni kahden kuukauden jälkeen pullotuksesta tehdystä tarkastuksessa noin 3 %, jolloin pilaantuneita oli yhteensä noin 8 % tuotannosta. Pilaantumisia ei saatu vähenemään alle 1 %:iin.

Toisena keväänä testattiin vain mahlan säilyvyyteen vaikuttavia valmistusmenetelmiä. Muutostyönä asennettiin pleksilasi pullottimen ja työntekijöiden välille, jolloin laminaarikaapin puhallus suojaisi paremmin pullotinta. Pullotinsäiliössä nesteen määrä vaihteli noin 25 litraa, jolloin riskinä oli, että säiliöön voisi mennä kannen kautta korvausilman mukana partikkeleita ja mikrobeja.

5.12 Oheislaitteita ja tarvikkeita

Refraktometrillä mitattiin mahlan liukoinen kuiva-ainepitoisuus Brix-asteina (kuva 23). Mittarin ja mitattavan nesteen täytyy olla saman lämpöisiä. Pisara ainetta laitetaan lasille, läppä laitetaan kiinni ja lukema katsotaan asteikolta.



Kuvat 22–23. Kuvassa 22 on käytöstä poistettu rekan perävaunu toimi varastona. Kuvassa 23 on refraktometri. (Kuvat: Hannu Piironen.)

Muovisia kuormalavoja käytettiin puhdastilassa, joita siirrettiin Rocla-hydraulinostimella. Pitkä rekan perävaunu toimi pullovarastona (kuva 22), jonne trukkilavat nostettiin traktorin etukuormaimeen kiinnitetyillä nostopiikeillä.

Digitaalisella lämpömittarilla mitattiin mahlan, pesu- ja huuhteluvesien lämpötiloja. Peracetic Acid Test -testiliuskalla mitattiin peretikkahappojäämiä ja pH-Fix 7.0–14.0 -indikaattoriliuskoilla mitattiin P3-ultrasil 110:n emäksisiä pesuainejäämiä virtaavan huuhtoveden poistuessa putkelta lattiakaivoon (kuva 24). Jos liuska osoittaa neutraalia (7,0), jäämiä ei ole. Lattiavaahdottimella levitettiin

Ecolab P3-topax 66 desinfioivaa vaahtopesuainetta, jolla pestiin ja desinfioitiin lattiaa.



Kuvat 24–25. Kuvassa 24 pH-indikaattorilla mitataan pesuainejäämiä. Kuvassa 25 antimikrobimattoa käytetään mikrobien torjuntaan sisäkengistä.

(Kuvat: Hannu Piironen.)

Paineilmakompressorilla kehitettiin tarvittava paine PALLTRONIC Compact Star -testerille, jolla tutkittiin steriilisuodattimen patruunan eheys. BioClean SUPA-TAC Antimicrobial Mat -mattoa käytettiin sisäkenkien pohjien desinfiointiin puhdistilassa (kuva 25).

Lämpökaapin ja sähkösaunan tasaisessa lämmössä nopeutettiin testimahlapullojen pilaantumisprosessia. Tarranliimaukskoneella asennettiin etiketitarrat pulloihin, jotka lähtivät myyntiin kahden kuukauden koeajan jälkeen.

Kuvassa 26 on työntekijöiden tarvitsemia henkilösuojaimia, joita tarvittiin suojaamaan työntekijöitä nesteroiskeilta. Suojaimet estivät työntekijöiden ihosta irtoavia partikkeleita joutumasta ilman välityksellä steriiliin mahlaan.

Puhdistilassa työskentely on hygieenistä, kun valmistetaan elintarvikkeita. Työssä käytettyjä suojaimia olivat:

- kumikengät / sandaalit (puhdastilassa erilliset kengät)
- kertakäyttöisiä kenkäsuojia käytettiin sandaaleille puhdastilassa
- Bio Clean – D Coverall with Hood -muovipinnoitteinen, hupullinen kertakäyttöhaalari
- hiussuoja
- hengityssuoja
- silmälasit / suojavisiirillinen kypärä (mahlan ja kemikaalien käsittely)
- elintarviketeollisuuteen käyvät kerta- tai monikäyttöisormikkaat.



Kuva 26. Puhdastilan kemikaalien käsittelyssä iho ja silmät on suojattu roiskeilta. (Kuva: Hannu Piironen.)

6 Valmistetut juomat

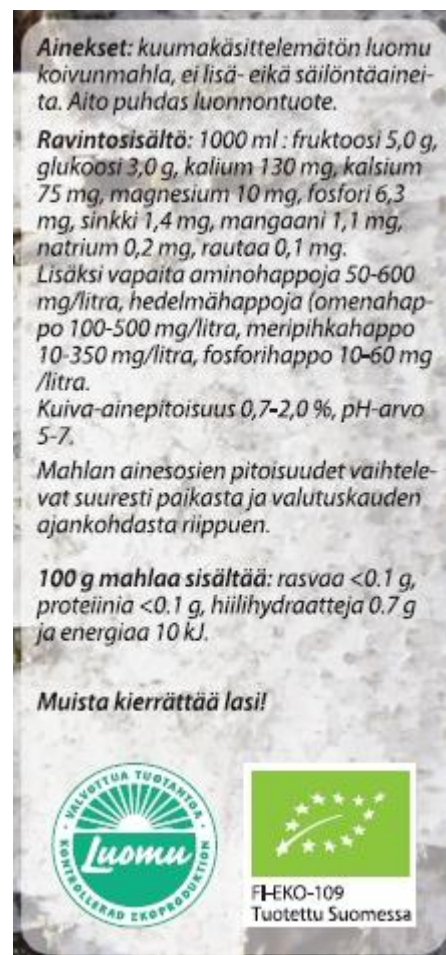
Perheytyksen ensimmäisenä innovatiivisena tuotteena jalostettiin koivunmahlaa pelkästään suodatusmenetelmällä ilman pastöointia tai säilöntä- ja lisäaineita (kuvat 27–30). Tähtikoivumahlajuoma on luomusertifioitua itäsuomalaista huippulaatua, jota markkinoitiin Etelä-Suomeen. Tuote on herättänyt ostokiinnostusta myös ulkomailla. Tuote sai nimeensä Tähti-etuliitteen Jakokosken kylällä sijaitsevan tähtitornin sekä kokoontumis- ja pitopalvelupaikan Tähtikallion mukaan.



Kuva 27. Tähtikoivumahlajuomaa. (Kuva: Hannu Piironen.)



Kuva 28. Tähtikoivumahlajuoman etiketti. (Kuva: T:mi Stereokartoitus Pertti Korhonen.)



Kuvat 29–30. Tähtikoivumahlajuoman etiketin tuote- ja käyttöselosteet. [8] (Kuva: T:mi Stereokartoitus Pertti Korhonen.)

7 Tulosten yhteenveto

Seuraavaksi on yhteenveto saaduista tuloksista ja huomioista. Havainnot liittyvät lähinnä kevääseen 2011.

Koivu tuottaa vuorokauden mahlasta noin 2/3 lämpiminä öinä klo 22–8 vapun jälkeen. Liukoinen kuiva-ainepitoisuus oli 0,7 Brix-astetta ja happamuus 5,5 pH huhtikuussa 2011. Mahlan laatu heikkenee, jos ulkona päivälämpötilat nousevat 15 C^o:een. Mahlan laadun silmämääräinen arviointi oli paras tehdä valkoisessa sangossa. Mahla oli hyvää, jos sangon pohja näkyi selkeästi. Mahlan laatu oli huonoa, jos mahla oli harmaan sameaa ja pohja erottui heikosti tai ei ollenkaan tai jos mahla oli kellertävää.

Puukohtaisella keruulla saatiin korkealaatuista mahlaa jalostukseen. Keruuvälineiksi soveltuivat mahlaholkit, Y-haarat, valkoinen sanko ja styrox-laatikko. Tehokkaaseen mahlan kuljetusyhdistelmään kuuluivat traktori, alipainepumppu, säiliö ja imuletku. Traktorikäyttöinen tyhjiöpumppu oli tehokas yhtäjaksoisella imulla, jonka imunopeus oli 4 s / 10 litraa. Tilatankit eivät kestäneet kuljetuksesta aiheutuvaa tärinää, joten ne rikkoontuivat.

Puhdastilassa korien siirtelyyn tarvitaan vähintään 3 rullakkoa ja 7 koria. Työntekijöitä täytyy olla vähintään kolme, heitä ovat desinfiioija, korkittaja ja varastomies.

Mahlan pilaantuminen alkaa näkyä huoneenlämmössä (20 °C) 3 vuorokaudessa, jolloin pullon nopean ylösalaisin käynnön jälkeen alkaa nousta pohjalta ikään kuin savua. Homeet alkavat ilmaantua huoneenlämmössä noin 10 vuorokauden päästä pullotuksesta.

Keskimäärin onnistuneesti pullotetusta mahlasta pilaantui 8 % kahden kuukauden aikana 2011. Pelkästään suodatetuista mahlapulloista osa voi säilyä ainakin 1 vuosi 8 kuukautta, kun viimeisin havainto on tehty joulukuussa 2012. Mahla on vaikea tuote saada säilymään.

8 Johtopäätöksiä

Tuloksena saatiin raakamahlan juoksutusjärjestelmä, jossa voidaan varmistaa päivittäin puukohtainen korkea laatu jatkojalostusta varten. Mahlan laatu vaihtelee lämpötilojen ja puuyksilöiden mukaan. Monilatvaiset ja tuuheat rauduskoivut antavat enemmän mahlaa kuin hieskoivut. Mahlan vuotaminen tapahtuu suurimmaksi osaksi yöllä.

Mahlan kerääminen ja kuljetus traktorilla ja imutankilla todettiin tehokkaaksi menetelmäksi. Puukohtainen kerääminen työllistää todennäköisesti enemmän kuin keskitetty putkistokeräys suurelta alalta. Traktorilla kerääminen sopii parhaiten kovalla maalla hajallaan kasvavien suurten koivujen mahlan keräämiseen.

Mahlan säilöntä tuoreena suodattamalla ilman säilöntä- ja lisäaineita tai pastörointia tai pakastusta on tarkkaa työtä. Sen pakkaaminen steriilisti on vaikeaa, jos työ tehdään manuaalisesti. Ihmisestä irtoaa runsaasti partikkeleita, vaikka suojarusteet estävät valtaosan leviämisen. Tuotantolinjan täytyisi olla vähintään puoliautomaattinen ja työntekijät eivät saisi olla suorassa kosketuksessa ilman välityksellä avoimiin tuotteisiin. Tuotteisiin koskettamiset pitäisi tehdä tiiviisti suojatuuilla pitkävartisilla sormikkailla, kuten hiekkapuhalluskoneella työkenneltäessä, mutta silloin työn tuottavuus hidastuu. Pakkaamisessa tarvittaisiin aseptinen täysautomaattiolinja, jolloin tuotteiden pilaantumisriski mikrobien osalta pienenesi oleellisesti. Ne ovat liian kalliita pientuotannossa.

Manuaalisella linjalla tuotettiin laadukasta, säilöntä- ja lisäaineetonta mahlaa, mutta pilaantuneiden osuus oli liian suuri. Laminaarikaappi puhalsi steriiliä ilmaa, mutta avoimet pullot olisi pitänyt suojata paremmin kontaminoidulta ilmalta. Puhallus varmaankin aiheutti virtaavassa ilmassa turbulenttia, jolloin mikrobeista saastunut ilma kontaminoi laitteita ja pulloja. Pullottimen säiliön riskitekijänä todettiin nestepinnan laskut, jolloin korvausilman mukana oli riski mennä saastunutta turbulenttista ilmaa steriili-ilman joukkoon. Sen vuoksi lisättiin suojausta, mutta parannusta ei havaittu.

Ulkomaisen ostajan vaatimuksen mukaan mahlan täytyisi säilyä huoneen lämmössä avaamattomana kaksi vuotta. Se vaatimus saattaa olla liian iso lisäaineettomalle mahlalle.

Suomessa raakamahlaa käytetään vähäisissä määrin kausituotteena. Mahlalle on useita reseptejä netissä. Ulkomailla olisi suuret avoimet mahlamarkkinat, jolloin tarvittaisiin suurtuotantoa. Mahlaa ostetaan terveysjuomana. Hyvälaatuisesta mahlasta ja aromikkaista marjoista ja hedelmistä voisi jalostaa esimerkiksi hyvälaatuisia luomujuomia. Nykyinen trendi on välttää säilöntä- ja lisäaineita.

Homeiden ilmaantuminen satunnaisesti useiden kuukausien jälkeen pullotuksesta aiheutti mietintää, johon ei löydetty varmaa syytä. Yhtenä oletuksena oli korkin pitävyys, jota testattiin erilaisilla korkeilla ja sterilointimenetelmillä, mutta varmuutta ei saatu.

Hyviin pullotustuloksiin ei päästy testeistä ja parannuksista huolimatta. Pilaantuneita olisi pitänyt olla alle 1 %. Työ oli raskasta ja aikaa vievää, joten päätettiin lopettaa yrittäminen kahden kevään jälkeen kokemuksista rikkaampina. Lisäaineettoman mahlan säilöminen vaatisi suuremmat investoinnit ja riskit.

Jatkotutkimuksina voisi selvittää, että mikä aiheuttaa homeiden ilmaantumisen pulloihin vasta vuoden tai pitemmän ajan jälkeen. Vuotaako korkki? Normaalisti pilaantumiset tapahtuivat noin kahden viikon aikana, jonka jälkeen pilaantumiset olivat satunnaisia.

Pelkästään suodatetulla mahlalla olisi kysyntää ulkomailla, jos se voitaisiin jalostaa ja saada säilymään. Suodatusprosessissa mahlan terveelliset ravinteet eivät tuhoudu, jolloin mahlalle tulee lisäarvoa.

Lähteet

1. Arktiset Aromit ry. Saatavissa:
<http://www.arktisetaromit.fi/fi/arktiset+aromit/erikoisluonnontuotteet/mahla>
. Luettu 17.12.2012.
2. Kallio, Heikki & Kallio, Sinikka. 1987. Koivunmahla. Suomalaisen innovaation perusteet. Tampere: Advisers Uotinen ky.
3. Maaranen, Arto & Maaranen, Susanna. 2003. Koivunmahla. Malja luonnolle ja terveydelle. Jyväskylä: Gummerrus Kirjapaino Oy.
4. Ijäs, T. & Välimäki, M. 2007. Tunne hygieniaosaaminen. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.
5. Häikiö, Irma. 2003. Elintarvikemikrobiologia. Porvoo. WS Bookwell Oy.
6. Siltala, Eeva. 1996. Mikrobiologiaa ravitsemis- ja talousalalle. Helsinki. Oy Edita Ab.
7. Korkeala, Hannu. 2007. Elintarvikehygienia ympäristöhygienia, elintarvike- ja ympäristötoksikologia. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
8. Tmi stereokartoitus Pertti Korhonen. Tähtikoivu-koivunmahlatuotteet. [Vii-
tattu 18.12.2012.] Saatavissa:
http://www.mahlaa.fi/mahlapullon_etiketti.html.