



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Janika Ala-Nikkola

Tuotehävikin selvitys pakkaustankilta pakkauskoneelle

Opinnäytetyö

Kevät 2025

Insinööri (AMK), Bio- ja elintarviketekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Bio- ja elintarviketekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Elintarviketeknologia

Tekijä: Janika Ala-Nikkola

Työn nimi alaotsikoineen: Tuotehävikin selvitys pakkaustankilta pakkauskoneelle

Ohjaaja: Jarmo Alarinta

Vuosi: 2025

Sivumäärä: 57

Liitteiden lukumäärä: 2

Opinnäytetyö toteutettiin meijerialan elintarvikeyritykselle. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tuoretuotteiden tuotehävikin määrä ja syntykohtia pakkaussäiliöstä pakkauskoneelle. Lisäksi pyrittiin selvittämään menetelmiä, joiden avulla pystytään vähentämään sekä seuraamaan tuotehävikkiä prosessissa. Tavoitteena oli myös selvittää, vaikuttaako tuotehävikin määrään eri tuotelaadut tai pakkaussäiliöt.

Tutkimuksessa tutkittiin ja tehtiin havaintoja eri kohdissa prosessia. Työssä tutkittiin tuotehävikin määrää pakkauskoneen tuotevaihoissa, seurattiin pakkaussäiliöiden tukinvesityksien aikoja, tehtiin havaintoja pakkaussäiliöön jäävästä tuotehävikistä sekä mitattiin putkistojen pituuksia ja laskettiin niiden tilavuudet. Tuloksista tehtiin laskelmia kokonaishävikin määrästä ja kustannuksista.

Opinnäytetyön aikana tunnistettiin useita tekijöitä, jotka vaikuttavat tuotehävikin syntymiseen. Tutkimustulokset osoittivat, että eri tuotelaaduilla on merkittäviä eroja tuotehävikin määrässä. Lisäksi pakkaussäiliöiden ominaisuuksilla todettiin olevan vaikutusta tuotehävikin määrään kuten säiliön muodolla ja sekoittimilla. Pakkauskoneen tuotevesityksen osalta havaittiin, että hävikkiin vaikuttavat merkittävästi inhimilliset tekijät. Pienillä muutoksilla ja säädöillä pystyttiin vähentämään ylimääräisen tuotehävikin syntymistä. Tuotehävikin vähentäminen tuo taloudellisia hyötyjä ja vähentää ympäristövaikutuksia. Lisäksi hävikin vähentäminen auttaa yritystä kestävämpään ja vastuullisempaan liiketoimintaan.

Opinnäytetyöstä on jätetty julkaisematta tutkimuksen tulokset, yhteenveto ja johtopäätökset, sillä ne sisältävät liike- ja ammattisalaisuuksia.

¹ Asiasanat: tuoretuotteet, hävikki, prosessit, meijeriteollisuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Bachelor of Engineering, Food Processing and Biotechnology

Specialisation: Food Technology

Author/s: Janika Ala-Nikkola

Title of thesis: Product loss report from packaging tank to packaging machine

Supervisor(s): Jarmo Alarinta

Year: 2025

Number of pages: 57

Number of appendices: 2

The thesis was carried out for a dairy food company. The aim of the study was to determine the amount of product waste in fresh products and identify its sources from the packaging container to the packaging machine. In addition, efforts were made to identify methods that can be used to reduce and monitor product loss in the process. The aim was also to determine whether different product grades or packaging containers impact the levels of product waste.

The study examined and made observations at various points in the process. The amount of product loss was investigated in the product changes of the packaging machine, followed the times of the log watering of the packaging containers, made observations of the product loss remaining in the packaging container, and measured the lengths of the pipelines and calculated their volumes. Calculations were made of the total loss amount and costs.

During the thesis, several factors were identified that contribute to the generation of product waste. The results of the study showed that there are significant differences in the amount of product loss between different product grades. In addition, the characteristics of the packaging containers were found to have an effect on the amount of product waste such as the shape of the container and the mixers. Regarding the product watering of the packaging machine, it was found that human factors play a significant role in the loss. Small changes and adjustments were able to reduce the generation of extra product waste. Reducing product waste brings economic benefits and reduces environmental impact. In addition, reducing wastage helps the company to become more sustainable and responsible business.

The results, summary and conclusions of the study have not been published, as they contain business and professional secrets.

¹ Keywords: fresh products, waste, processes, dairy industry

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Opinnäytetyön tausta	8
1.2 Työn tarkoitus ja tavoitteet	8
1.3 Työn rakenne	8
2 PROSESSIHÄVIKKI	9
2.1 Prosessihävikki meijerissä	10
2.1.1 Maitotuotteiden sivuvirrat	12
2.1.2 Tuotantoprosessi	13
2.2 Mikrobikontaminaatio	15
2.2.1 Hygieniavaatimukset.....	15
2.2.2 HACCP-järjestelmä.....	16
3 RAHKAN PROSESSI	19
3.1 Maidon kemiallinen koostumus	19
3.1.1 Rasva.....	19
3.1.2 Proteiini	20
3.1.3 Entsyymi	21
3.1.4 Hiilihydraatit	21
3.1.5 Vitamiini ja kivennäisaineet.....	22
3.2 Rahkan valmistusprosessi.....	23
3.2.1 Vakiointi	23
3.2.2 Homogenointi.....	24
3.2.3 Pastörointi	25
3.2.4 Hapatteiden lisääminen ja kypsytytys	26
3.2.5 Separointi.....	26

3.2.6	Jäähdytys.....	27
4	MENETELMÄT	29
4.1	Pakkauskoneen tuotevesitykset	29
4.2	Näytteenotto	29
4.3	Pakkaus-, tukinvesityslinja ja vesitysputki	30
4.4	Pakkaussäiliöt	30
4.5	Pakkaussäiliöiden tukinvesitys	30
5	TULOKSET	31
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	32
7	POHDINTA.....	33
7.1	Tavoitteiden toteuttaminen	33
7.2	Keskeiset havainnot	33
7.3	Kehitysehdotukset	34
7.4	Tutkimuksen rajoitukset.....	35
7.5	Johtopäätökset.....	36
	LÄHTEET	37
	LIITTEET	39

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Keskimääräinen elintarvikejätteen määrä EU:ssa 2020.....	9
Kuvio 2. Keskimääräinen elintarvikejätteen määrä Suomessa 2020.	10
Kuvio 3. HACCP-ohjelman periaatteet.....	17
Kuvio 4. Raikun valmistusprosessi.	23

Käytetyt termit ja lyhenteet

Alaraja	Pakkaussäiliössä pintamittari mittaa, milloin tuotteen pinta menee säiliön alarajalle.
aw	Termi, joka kuvaa veden aktiivisuutta.
BOD	Mikro-orgasmien biohajoamiseen tarvittava hapen määrä (Biochemical Oxygen Demand).
COD	Kemiallisten epäpuhtauksien hajottamiseen tarvittava hapen määrä (Chemical Oxygen Demand).
HACCP	Vaarojen arviointi ja kriittiset hallintopisteet (Hazard Analysis and Critical Control Point).
pH	Termi, joka kuvaa nesteen happamuutta tai emäksisyyttä.
PPC	Pastöroinnin jälkeinen kontaminaatio (Post-Pasteurization Contamination).
Purkusuppilo	Suppilo, johon tuote menee vesityksessä.
Putkipossu	Ilmapuhallus putkistojen linjoihin.
Tukinvesitys	Pakkauskoneella pakkaussäiliön vaihdon yhteydessä vesitetään vaihtuvan pakkaussäiliönlinja tuotteella.
Viskositeetti	Viittaa nesteen paksuuteen.

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi meijerialan elintarvikeyritys. Opinnäytetyössä tutkitaan tuoretuotteiden valmistuksessa muodostuvaa tuotehävikkiä pakkaussäiliöstä pakkauskoneen tuotevesitykseen. Aihe on tärkeä ja ajankohtainen, sillä tuotehävikin vähentäminen tuo taloudellisia hyötyjä, vähentää ympäristövaikutuksia sekä auttaa yritystä kestävämpään ja vastuullisempaan liiketoimintaan.

1.2 Työn tarkoitus ja tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tuoretuotteiden tuotehävikin määrää ja syntykohdat pakkaussäiliöstä pakkauskoneelle. Lisäksi työssä kartoitettiin keinoja hävikin vähentämiseksi ja seurannan kehittämiseksi. Opinnäytetyössä selvitettiin tuotehävikkiä pakkauskoneen tuotevaihdossa, pakkaussäiliöiden tukinvesityksissä sekä linjoihin jäävää tuotehävikkiä. Lisäksi tehtiin havaintoja pakkaussäiliöihin jäävästä tuotehävikistä.

1.3 Työn rakenne

Opinnäytetyön luvussa 1 on tutkimuksen johdanto eli kerrotaan tiivistetysti työn taustasta, tarkoituksesta, tavoitteista ja rakenteesta. Luvuissa 2 ja 3 syvennytään prosessihävikin ja rahkan prosessin teoriaan. Luvussa 2 prosessihävikin osuudessa käsitellään yleisesti elintarvikkejätteestä ja meijerissä muodostuvista hävikin aiheuttajista, sekä kuinka voidaan hävikkiä hyötykäyttää ja vähentää. Lisäksi perehdytään, kuinka mikrobikontaminaatiot vaikuttavat hävikkiin ja millä tavalla voidaan ehkäistä mikrobikontaminaatiota. Luvussa 3 käsitellään rahkan prosessia, jossa käydään läpi maidon kemiallista koostumusta ja mitä vaiheita kuuluu rahkan valmistus prosessiin. Luvussa 4 kerrotaan opinnäytetyön menetelmistä ja mitä tehdään opinnäytetyön tutkimuksessa. Luvussa 5 käsitellään tutkimuksen tuloksia sekä käsitellään havainnoita tuloksista sekä prosessista. Luvussa 6 on koostettuna opinnäytetyöstä yhteenveto sekä johtopäätökset, jossa käsitellään tutkimuksessa ilmenneitä johtopäätöksiä ja havaintoja. Luvussa 7 pohditaan opinnäytetyön kokonaisuutta, tuloksia ja havaintoja sekä verrataan tutkituun tietoon opinnäytetyön tuloksia. Opinnäytetyöstä on luvut 5 ja 6 jätetty julkaisematta, sillä ne sisältävät liike- ja ammattisalaisuuksia.

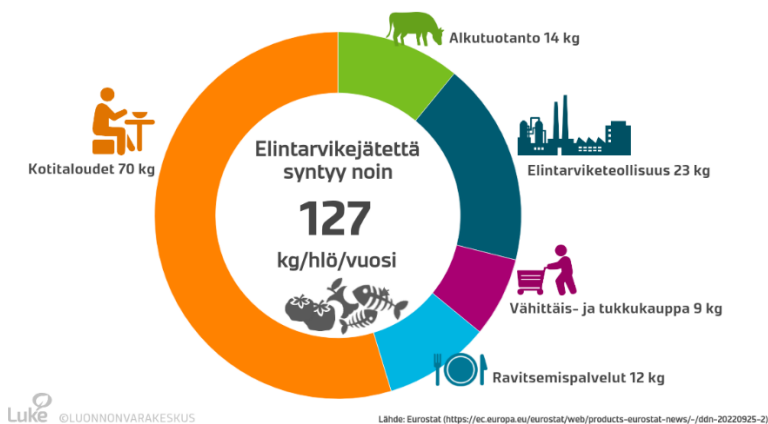
2 PROSESSIHÄVIKKI

Elintarvikejäte määritellään EU:n yleisen elintarvikeasetuksen mukaan elintarvikkeeksi, josta on tullut jätedirektiivin mukaista jätettä (Elintarviketeollisuusliitto, 2019). Määritelmään sisältyvät elintarvikkeet, jotka ovat syömäkelpottomia kuten kuoret ja luut sekä syömäkelpoiset elintarvikkeet. Määritelmän ratkaiseva tekijä on jakeiden jatkohyödyntäminen. Elintarvikejätteen luokitellaan ainoastaan sellaiset jakeet, joita ei voida millään tavalla hyödyntää tulevaisuudessa tai jakeet, joiden jatkohyödyntäminen on määritelty vähäarvoiseksi. Vähäarvoiset jakeet käytetään esimerkiksi energiantuotannossa polttamalla jätteet. Lainsäädännössä ruokahävikillä ei ole määritelty vakiintunutta määritelmää. Elintarvikejätteen sekä ruokahävikin eroavaisuus on se, että ruokahävikki on vältettävissä olevaa hävikkiä. Ruokahävikki on sellaista elintarviketta, jota olisi voinut hyötykäyttää ihmisten ravintona ennen kuin ruoka olisi pilaantunut tai jostain muusta syystä johtunutta ruokahävikin hävittämistä (mt.).

Euroopan unionissa (EU) jokainen asukas tuottaa elintarvikejätettä keskimäärin vuodessa 127 kg ja yhteensä kaikilta asukkailla syntyy jätettä vuodessa 57 miljardia kiloa (Luonnonvarakeskus, 2022). Kuviossa 1 kuvataan EU:ssa keskimääräistä elintarvikejätettä vuodesta 2020.

Keskimääräinen elintarvikejätteen määrä EU:ssa 2020

elintarvikeketjun eri osissa asukasta kohden (kiloa/henkilö/vuosi)

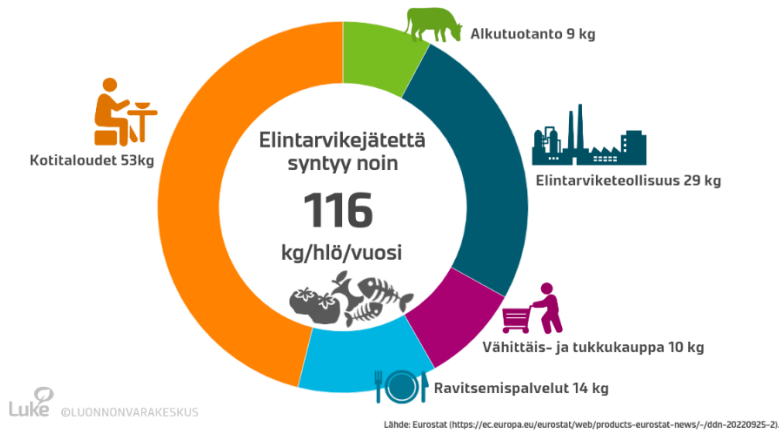


Kuvio 1. Keskimääräinen elintarvikejätteen määrä EU:ssa 2020 (Luonnonvarakeskus, 2022).

Suomessa asukasta kohden syntyy jätettä 116 kg ja yhteensä syntyy 641 miljoona kiloa vuodessa (Luonnonvarakeskus, 2022). Kuviossa 2 kuvataan Suomen keskimääräistä elintarvikejätteen määrää vuodesta 2020.

Keskimääräinen elintarvikejätteen määrä Suomessa 2020

elintarvikeketjun eri osissa asukasta kohden (kiloa/henkilö/vuosi)



Kuvio 2. Keskimääräinen elintarvikejätteen määrä Suomessa 2020 (Luonnonvarakeskus, 2022).

YK:n kestävän kehityksen tavoitteiden mukaisesti EU ja sen jäsenmaat ovat sitoutuneet vähentämään elintarvikejätteen määrän elintarvikeketjun loppupäässä eli kaupoissa ja kotitalouksissa vuoteen 2030 mennessä (Luonnonvarakeskus, 2022). Ruokahävikin vähentäminen on merkityksellisen tärkeä keino, koska sillä voidaan turvata ruoantarpeiden tulevaisuus sekä vähentää ympäristökuormitusta (Elintarviketeollisuusliitto, 2019). Elintarvikeyrityksissä panostetaan ruokahävikin vähentämiseen taloudellisista ja ympäristösyistä. Säästöt erityisesti näkyvät piilevissä kustannuksissa kuten jätemaksuissa sekä varastointi-, kuljetus-, työ- ja energiakustannuksissa (mt.).

2.1 Prosessihävikki meijerissä

Onyeakan ja Nwaborin (2022, s. 242) mukaan Euroopan unionin maat tuottivat vuonna 2018 raakamaitoa vuodessa 172,2 miljoona tonnia. Maidon ja maitotuotteiden kysynnän odotetaan kasvavan lähivuosina erityisesti viennin osalta ulkomaille. Meijerit ovat merkittäviä talouden tekijöitä Euroopassa, mutta tuottavat huomattavan paljon jätettä prosessien ja puhdistuksien seurauksena. He toteavat, että meijeriteollisuuden toimintaan kuuluu muun muassa raakamaidon pastörinti sekä maidon muuntaminen erilaisiksi maitotuotteiksi kuten jogurtiksi, juustoiksi, raejuustoiksi, voituotteiksi, kermaksi, jäätelöksi, laktoositiivisteeksi sekä maito- ja herajauheiksi.

Elintarviketeollisuudessa syntyy eri prosessin vaiheissa sivuvirtoja ja ruokahävikkiä (Elintarviketeollisuusliitto, i.a.). Valmistusprosessissa syntyvien sivuvirtojen jatkoohjodyntäminen sekä ruokahävikin hallinta kuuluu osana elintarviketeollisuuden kiertotaloutta. Elintarvikeyritykset

pyrkivät edistämään omaa kiertotalouttaan omissa tuotannoissaan prosessin sekä elintarvikkeen eri vaiheissa. Hävikin ja jätteen synnyn ehkäiseminen on keskeinen tavoite, mikä tukee myös liiketoiminnan taloudellista kestävyttä. Väistämättäkin sivuvirtoja ja ruokahävikkiä syntyy yrityksissä, joille ei voida välttämättä tehdä mitään. Sivuvirtoihin kuuluvat yleensä raaka-aineet, jotka eivät ole elintarvikekäyttöön soveltuvia tai joita ei perinteisesti ole hyödynnetty ravinnoksi. Kaikkia niitä sivuvirtoja, joita ei voida käyttää ihmisravintona voidaan hyödyntää esimerkiksi eläinten rehuja, joka on yksi yleisimmistä vaihtoehdoista (mt.).

Bilskan ja Kolożyn-Krajewskan (2019) toteavat, että taloudellista tappiota voidaan vähentää ennaltaehkäisevillä toimenpiteillä kuten paremmalla tuotannosuunnittelulla ja laadunvalvonalla. Elintarviketuotannossa laadukkaiden raaka-aineiden saatavuus on erittäin tärkeää. Jokaisen tuotantolaitoksen on määriteltävä selkeät laatuksiteerit saapuville raaka-aineille, jotta vältetään taloudelliset tappiot sekä turhat tuotehävikit. Ruokahävikin riski kasvaa, jos tehdään yhteistyötä epäluotettavien toimittajien kanssa. Sen takia yritysten on kehitettävä ja ylläpidettävä järjestelmällisiä prosesseja toimittajien tunnistamiseen, valintaan ja arvioitiin. Heidän mukaan tällä tavalla voidaan varmistaa, että toimitusketjun osapuolet täyttävät organisaation vaatimukset sekä parantaa jatkuvasti toimitusvarmuutta ja laatua. Toimittajia pystytään arvioimaan auditointien avulla.

Hygieniavaatimukset koskevat kaikkia elintarviketoimijoita (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 852/2004).

VI LUKU elintarvikejäte

- 1) Elintarvikejätteet, syötäväksi kelpaamattomat sivutuotteet ja muut jätteet on poistettava mahdollisimman pian tiloista, joissa on elintarvikkeita, jotta vältetään niiden kerääntyminen.
- 2) Elintarvikejätteet, syötäväksi kelpaamattomat sivutuotteet ja muut jätteet on kerättävä suljettaviin astioihin, jollei elintarvikealan toimija pysty osoittamaan toimivaltaisille viranomaisille, että muut käytössä olevat astiat tai poistojärjestelmät ovat soveliaita. Astioiden on oltava rakenteeltaan tarkoituksenmukaisia, ne on pidettävä hyvässä kunnossa ja niiden on oltava helposti puhdistettavia ja tarvittaessa desinfioitavia.
- 3) Elintarvikejätteiden, syötäväksi kelpaamattomien sivutuotteiden ja muiden jätteen säilyttämisestä ja hävittämisestä on huolehdittava asianmukaisesti.

Jätteiden säilytysalueet on suunniteltava ja hoidettava siten, että ne voidaan pitää jatkuvasti puhtaina ja tarvittaessa suojata eläimiltä ja tuhoeläimiltä.

- 4) Kaikki jätteet on poistettava hygieenisellä ja ympäristöä säästävällä tavalla asiaa koskevan yhteisön lainsäädännön mukaisesti, eivätkä ne saa saastuttaa suoraan tai epäsuorasti.

2.1.1 Maitotuotteiden sivuvirrat

Onyeakan ja Nwaborin (2022, s. 242) toteavat, että raakamaidon, maitotuotteiden sekä kaikkien meijeriteollisuuden prosesseissa syntyy sivutuotteita eli jätteitä, jotka eivät vastaa laatu-standardeja. Sivutuotteet luokitellaan meijerijätteeksi. Näitä asioita pidetään käyttökelvottomina ihmisen ravinnoksi. Sivutuotteita voidaan käyttää rehuna tai hyödyntää johonkin muuhun tarkoitukseen. Bilskan ja Kolożyn-Krajewskan (2019) mukaan kuitenkin ensisijaisesti sivuvirtoja pyritään muuntamaan takaisin ihmisten ravinnoksi. Jos sivuvirroista ei pystytä ohjaamaan takaisin ihmisten ravinnoksi, sivuvirroista valmistetaan biokaasua tai rehua.

Onyeakan ja Nwaborin (2022, s. 242) kertovat, että meijerin prosesseissa syntyy sivutuotteina heraa, jätevesiä sekä meijerilietteitä. Koko maailmassa tuotetaan heraa valtavia määriä noin 145 miljoona tonnia vuodessa. Heidän mukaan on tärkeää kehittää kestäviä menetelmiä hävikin vähentämiseksi sekä ympäristöongelmien ratkaisemiseksi. Talteenoton avulla pystytään keräämään arvokkaita raaka-aineita, mikä vähentää ympäristövaikutuksia, sekä pystytään hyödyntämään raaka-aineet tehokkaammin sekä tukemaan kiertotaloutta. Herasta voidaan kerätä talteenoton avulla laktoosia ja proteiinia.

Onyeakan ja Nwaborin (2022, s. 242) mukaan jätevettä syntyy jokaista tuotettua maitolitraa kohden 2,5 litraa. Kokonaisuudessaan meijeriteollisuus tuottaa jokaisesta jalostetusta raakamaitotonnia kohden noin 0,4–60 m³ jätevettä. Maidon valmistuksessa sivuvirtana syntyvät jätevedet sisältävät runsaasti ravinnepitoisuuksia, kemiallista hapenkulutusta (COD), biologista hapenkulutusta (BOD) sekä epäorgaanisia ja orgaanisia pitoisuuksia. Lisäksi he mainitsevat, että jätevedet sisältävät myös erilaisia sterilointiaineita sekä emäkisiä, että happamia pesuaineita.

Onyeakan ja Nwaborin (2022, s. 242) mukaan meijeriteollisuudessa jätevesissä suurin saaste on hera korkean orgaanisen ja tilavuuskuormituksen vuoksi. Hera koostuu pääsääntöisesti laktoosista, mutta sisältää myös 4–5 % hiilihydraatteja. Laktoosia pidetään

saastuttavimpana sivutuotteena korkean BOD:n (< 35 000 mg L⁻¹) ja COD:n (< 60 000 mg L⁻¹) vuoksi. Heran hävittäminen käsittelemättömänä voi vaikuttaa negatiivisesti maaperän kemiallista ja fyysistä koostumusta. Heidän mukaan tämä johtaa vedessä hapen määrään sekä sadon heikkenemiseen. Tutkimuksessa oli tutkittu jokia ja järviä, joihin oli hävitetty maidosta erottunutta herajätettä. Vesistöissä todettiin heran aiheuttavan saastumista korkeiden BOD- (40–48 000 mg L⁻¹) ja COD-tasojen (89–95 000 mg L⁻¹) vuoksi sekä sisälsivät suuria määriä fosforia ja typpeä.

Onyeaka ja Nwanori (2022, s.242) kirjoittavat, että sivutuotteiden arvon tunnistaminen meijeriteollisuudessa tukee kestäväää ympäristönhallintaa ja luonnonsuojelua. Yleensä maidosta syntyvät jätteet ja jätevedet hävitetään, mutta taloudellisesti ja ympäristön kannalta parempi ratkaisu on muuttaa sivuvirrat uusiksi tuotteista kuten biomuoviksi ja fosfaattipitoiseksi lannoitteeksi. Heidän mukaan meijeriteollisuudessa syntyviä sivutuotteita voidaan käyttää jatkossa biomassan lähteinä, biolannoitteina, biomuovina, biopoltoaineina, orgaanisena happona, yksisoluisena proteiinina, bioaktiivisena peptideissä, polysakkarideina ja biosurfaktanttina. Braden (2021) mukaan sivuvirtoja voitaisiin myös hyödyntää rehun sekä energian lähteenä. Sivuvirtojen hyötykäyttöä tuotannossa ei ole uusi ilmiö, mutta sivuvirtojen hyödyntäminen on kannattavaa. Hänen mukaan sivuvirroista voidaan hyödyntää arvokkaita raaka-aineita kuten proteiineja, rasvoja, hiilihydraatteja sekä mineraaleja ja hivenaineita kuten vitamiineja.

Bilkan ja Kolożyn-Krajewskan (2019) mukaan toinen nestemäinen jäte meijereissä on kirnumaito. Kirnumaitoa syntyy sivutuotteena kerman jalostamisessa voiksi. Pääsääntöisesti kirnumaidosta jalostetaan puolivalmisteista elintarviketurunpiimästä tai käytetään sulatejuustojen valmistuksessa. Heidän mukaan tällä hetkellä tärkeää olisi hyödyntää tuotteiden valmistuksessa syntyviä arvokkaita sivuvirtoja ja talteenottoa. Sivuvirtoja voitaisiin hyödyntää elintarviketuotannossa. Tuotteet, jotka eivät täytä ravintoarvovaatimuksia, voitaisiin myydä halvemmalla tai lahjoittaa hyväntekeväisyyteen.

2.1.2 Tuotantoprosessi

Sivuvirtoja elintarviketeollisuudessa syntyy pakostakin prosessien eri vaiheessa kuten valmistusprosessissa, laatupoikkeamina tai prosessien tuotevaihdoin, aloituksen ja lopetuksen yhteydessä (Brade, 2021). Meijerissä hävikin hallinta lähtee liikkeelle tuotteiden

kehittämisestä sekä prosessin suunnittelusta (Valio, 2020). Päivittäisillä seurannoilla ja tuotannon suunnittelulla varmistetaan, että hukkaan menisi mahdollisin pieni määrä tuotteita. Tuotannossa syntyy hävikkiä silloin, kun tehdään tuotevaihtoja eli siirrytään yhdestä tuotteesta toiseen. Laitteisto joudutaan huuhtelemaan tai pesemään ennen kuin aloitetaan seuraavaa tuotetta. Huuhtelun mukana huuhtoutuu tuote pesuveden mukana viemäriin. Sen lisäksi tuotehävikkiä aiheuttaa laitteistojen viat sekä inhimilliset virheet (mt.).

Bilskan ja Kolożyn-Krajewskan (2019) kirjoittavat tutkimuksessaan, jossa tarkasteltiin viiden puolalaisen meijerin tuotehävikkiä, että yksi merkittävimmistä hävikin syistä on käsittelylinjojen puhdistusprosessi. Asianmukaisella tuotannosuunnittelulla voidaan vähentää pesujen tiheyttä esimerkiksi valmistamalla peräkkäin samankaltaisia tuotteita ilman välipesuja. Tämän toimintatavan riskinä voi kuitenkin olla tuotteiden sekoittuminen, joka estää tuotteiden myynnin normaalisti. Tyypilliset tilanteet, joilla voitaisiin vähentää välipesuja ovat esimerkiksi jogurtissa maun vaihto tai raejuustossa ruohosipulin lisääminen maustamattomaan tuotteeseen ilman välipesuja. Heidän mukaan tallainen toimenpide vähentäisi merkittävästi tuotehävikin määrää sekä myös resursseja eli energiaa ja vettä, joita käytettäisiin linjojen pesuihin. Tutkimuksessa todettiin, että näissä meijereissä keskimäärin syntyi vuodessa sekoitettua jogurttia yli 14,5 tonnia, jota ei ole voitu laittaa myyntiin vähittäiskauppoihin.

Bilskan & Kolożyn-Krajewskan (2019) toteavat, että inhimilliset tekijät ovat yksi suurimmista virhelähteistä elintarviketuotannossa. Meijeriyrityksissä työntekijöiden virheet voivat johtua esimerkiksi virheellisistä prosessiasetuksista tai huolimattomuudesta kuten väärin ainesosien käyttö tuotannossa. Heidän mukaan tuotehävikin määriin voi vaikuttaa työntekijöiden osaamisen tai pätevyyden puute. Erilaisilla säännöllisillä ja pakollisilla koulutuksilla voidaan välttää turhaa tuotehävikin muodostumista.

Tuotehävikkiä aiheuttavat usein odottamattomat tekniset viat tai tuotteiden laatuongelmat (Bilskan & Kolożyn-Krajewska, 2019). Yritysten kuuluu huolehtia laitteiden toiminnasta ja niiden säännöllisestä huollosta. Lisäksi sähkönjakelun keskeytykset voivat aiheuttaa tuotantoprosesseissa häiriöitä. Tällaisissa tilanteissa olisi hyvä olla varajärjestelmiä kuten varavirtalähteitä. Niiden käyttö voi estää raaka-aineiden pilaantumisen ja tuotantojen keskeytyksiä (mt.).

2.2 Mikrobikontaminaatio

Martin ym. (2021, s. 1251) mainitsevat, että Yhdysvalloissa sekä maailmanlaajuisesti ruokahävikki on suuri huolenaihe. Maitotuotteet edustavat yhtä ruokahävikki kategorialla, joka sijoittuu kärkiryhmiin. Yhdysvalloissa noin neljännes maitotuotteista päätyy hävikkiin vähittäiskaupoissa tai kuluttajilla vuosittain. Heidän mukaan pääasiallisin syy ruokahävikin aiheuttaja maidossa tai maitotuotteissa on ennen aikainen mikrobien aiheuttama pilaantuminen. Jotkut maitotuotteista eivät ole herkkiä pilaantumiselle kuten kuivatut maitojauheet ja UHT- maidot. Suurimmista osista maitotuotteet ovat herkkiä pilaantumiselle, jotka aiheuttavat mikrobiorganismien. Näitä herkkiä tuotteita ovat esimerkiksi maidot, juustot ja maitotuotteet.

Martin ym. (2021, s. 1251) kirjoittavat, että mikrobikontaminaatioita voi olla monessakin kohdassa maidon tuotannon prosessia. Näitä pilaajia mikrobeja ovat esimerkiksi Gramnegatiiviset bakteerit kuten *Pseudomonas*, Grampositiiviset bakteerit kuten *Paenibacillus* ja laaja valikoima sieniorganismeja. Organismit kasvavat nopeasti jääkaappitilan lämpöisessä kasvualustalla ja luovat erilaisia hajottavia entsyymejä mukaan lukien proteiinit, lipidit ja laktoosi. Tämän takia johtuu tuotteiden pilaantumisen ominaisuudet kuten sivuhajut, maut ja tuotteelle kuulumattomat ominaisuudet ja tekevät tuotteista syömäkelvottomia. Ennen aikaisen maitotuotteen kontaminaation mikrobeille vähentäminen vähentää maitojätteiden syntyä. Heidän (s. 1252) mukaan pilaantumista voidaan estää esimerkiksi raaka-aineiden oikein säilytettävyydellä, poistamalla fyysiset mikrobikontaminaatiot, biotorjunta-aineiden käyttö mikrobien kasvun vähentämiseksi, paikkojen puhtaana pidot, mikrobiepäpuhtauksien jäljittäminen ja poistaminen.

2.2.1 Hygieniavaatimukset

Hygieenisillä toimintatavoilla yritetään varmistaa elintarvikkeiden turvallisuutta, terveellisyttä ja puhtautta koko elintarvikeketjussa (Ruokavirasto, 2023a). Hygienian merkitys on suuri, sillä esimerkiksi valtaosa ruokamyrkytyksistä johtuu puutteellisista hygieniakäytännöistä työskentelyn aikana. Yrityksen hygieeninen toiminta ja sen ohjeistus on osa omavalvontaa.

Hygieenisillä toimintamalleilla voidaan (Ruokavirasto, 2023a):

- Kuluttajaa suojata terveysriskeiltä, joita voi saada esimerkiksi saastuneesta tai pilaantuneesta elintarvikkeesta

- Ehkäistä ennenaikaisesta pilaantumisesta elintarvikkeissa
- Ehkäistä aiheutuvia taloudellisia tappioita valmistajille sekä kuluttajille
- Vähentää hävikkiä.

Bilskan ja Kolożyn-Krajewskan (2019) mukaan riittävän laadukkaiden elintarvikkeiden valmistus edellyttää asianmukaiset hygieniaolosuhteiden ylläpidon koko tuotannonprosessin ajan. Jokaisen työntekijän on velvollisuus noudatettava henkilökohtaiseen hygieniaan, pesu- ja desinfiointimenetelmiin, turvallisuuteen, tuholaiistorjuntaan sekä jäte- ja jätevesihuoltoon liittyviä vaatimuksia. Heidän mukaan elintarvikkeiden turvallisuus edellyttää hygieniastandardien noudattamisen. Noudattamisella vältytään tuotteiden hävittämiseen, jotka ovat terveydelle haitallisia. Tautien leviämiseen vaikuttavat merkittävästi elintarviketyöntekijöiden hygieniakäytännöt ja tietotaso. Keskeisin tekijä elintarviketurvallisuudessa on käsihygienia. Tutkimuksessa on tutkittu, että työntekijät pesevät käsiään liian harvoin tai väärin. Käsihygienian puutokseen on todettu vaikuttavan työntekijöiden motivaation puute.

Martin ym. (2021, s. 1254) mukaan ympäristön ja laitteistojenpuhdistuksella on suuri merkitys tuotteiden säilyvyyden kannalta. Riittävän tehokas puhdistus ja desinfiointi vähentää mikrobeja ja näin ollen estää biofilmien muodostamista. Biofilmit ovat maitotuotteiden jalostamisen aikana merkittävä saastumisen lähde. Biofilmien poistaminen on hyvin haastavaa puhdistaa, jos niitä muodostuu ympäristöön tai tuotannon laitteisiin. He mainitsevat, että riittävällä puhdistuksella ja desinfioinnilla on huomattu olevan merkityksellinen vaikutus tuotteiden säilyvyyteen.

2.2.2 HACCP-järjestelmä

HACCP- järjestelmällä arvioidaan vaaroja sekä kriittisiä hallintopisteitä (Ruokavirasto, 2023b). HACCP-järjestelmä muodostuu monesta erilaisesta ohjelmasta, jonka tavoitteena on pyrkiä hallitsemaan elintarvikkeiden turvallisuuteen liittyviä tärkeitä vaaroja. Menettelyssä keskitytään tunnistamaan toiminnan osia, joissa saattaa esiintyä terveysriskejä. Kriittisillä hallintopisteillä tarkoitetaan vaiheita, joissa elintarviketurvallisuuden kannalta vaaralliset tekijät voidaan estää, poistaa tai pienentää hyväksyttävälle tasolle (mt.). Kuviossa 3 kuvataan HACCP-ohjelman seitsemää periaatetta (Ruokavirasto, 2008, s. 9).

Periaate 1: Vaarojen arviointi
Periaate 2: Kriittisten hallintapisteiden määrittäminen
Periaate 3: Kriittisten rajojen määrittäminen
Periaate 4: Kriittisten hallintapisteiden seurantakäytäntöjen laatiminen
Periaate 5: Korjaavien toimenpiteiden määrittäminen
Periaate 6: Todentamiskäytäntöjen laatiminen ja HACCP-ohjelman validointi
Periaate 7: HACCP-asiakirjat ja tallenteet

Kuvio 3. HACCP-ohjelman periaatteet (Ruokavirasto, 2008, s. 9).

Vaaroja, jotka voivat aiheuttaa terveysvaaroja voivat olla biologisia, fysikaalisia tai kemiallisia tekijöitä tai esimerkiksi elintarvike tila (Ruokavirasto, 2008, s. 10). HACCP-ryhmän tavoitteena on pyrkiä tunnistamaan ja arvioimaan vaaroja tuotteen valmistus- ja lisäaineisiin, pakkaustarvikkeisiin, tuotanto- ja työvaiheisiin, jakeluun ja varastointiin liittyviä biologisia, fysikaalisia ja kemiallisia vaaroja. Hallittavissa oleville vaaroille on kehitettävä keinoja, joilla vaaroja voidaan vähentää, poistaa tai estää siten, että saavuttavat hyväksyttävän tason. Vaarojen hallinta keinoina voidaan käyttää esimerkiksi kuumennusta, jäähdytystä, pH:n laskua tai asettamalla raaka-aineidelle hankinnalle vaatimukset (s. 11). Joissakin tuotantolaitoksissa pystytään vaaroja hallitsemaan myöhemmässä vaiheessa prosessia kuten taudinaiheuttajien kuumentamalla raaka-aineista tai tukijärjestelmän ohjelman avulla. Järjestelmään kuuluu esimerkiksi hygieeniset toimintatavat, lämpötilan hallinta tuotantotiloissa ja pakkausmerkinnät (mts. 11).

Martin ym. (2021, s. 1252) mukaan Yhdysvalloissa käytetään raakamaidossa ensisijaisesti HTST-pastörointi menetelmää 72 °C 15 sekunnin ajan. Keskiarvona tuotteet säilyvät 14–21 päivää pastöroinnin jälkeen. Nestemäisen maidon bakteerien pilaantuminen tapahtuu yleensä kahdella eri tavalla, uudelleen saastuminen pastöroinnin jälkeen (PPC) tai kontaminaatio, joka on tullut raakamaitoon maatilalla ja selviää pastöroinnista itiömuodossa. Itiöt itävät ja kasvavat jääkaappilämpötilassa ja pilaavat tuotteet. He (s. 1254) toteavat, että

maitotuotteiden kuten jogurttien tai muiden vastaavien tuotteiden pilaantumiseen vaikuttavat itse tuotteiden luontaiset ominaisuudet, kuten esimerkiksi suurimmissa rooleissa on tuotteen pH. Maitotuotteiden pH on alle 4.6, mikä estää useimpien bakteerien kasvua. Maitotuotteita usein pilaavat sienet eli hiivat ja homeet. Näiden pilaajien kasvua voidaan estää alhaisella pH:lla sekä aw:lla.

Bilskan ja Kolożyn-Krajewskan (2019) kertovat, että HACCP-järjestelmän koulutus on keskeinen keino parantaa elintarviketurvallisuutta elintarviketeollisuudessa, mutta sen tehokkuutta tulisi arvioida säännöllisesti. Heidän mukaan elintarvikkeiden laadun varmistamista edellyttää oikeita tuotantomenetelmiä, teknisiä parametreja sekä sopivia varastointiolosuhteita. Maitotuotteet erityisesti vaativat kylmäsäilytyksen ja lämpötilan vaihtelut saattavat heikentää tuotteiden laatua ja turvallisuutta. Häiriöt lämpötilanhallinnassa voivat johtaa tuotteiden pilaantumiseen ja mikrobiologiseen kontaminaatioon.

3 RAHKAN PROSESSI

Ahon (2022, s. 188) mukaan Euroopassa rahka on eniten käytetty tuorejuustolaji. Rahkavalmisteet ovat joko suolaisia ja makeita tai rasvaisia ja rasvattomia. Rahkaa voidaan yhdistellä monella erillä tavalla kuten hedelmien, vihanneksia, yrttien, viljatuotteiden, mausteiden, lihan sekä kalan kanssa. Rahkaan pohjautuu monet levitteet, jälkiruoat, urheilutuotteet, välipalat sekä ruoanlaittovalmisteet. Hän toteaa, että pääperiaate rahkassa on hapatteen tai mahdollisesti juoksutteen avulla saostaa maito. Saostuman jälkeen maidosta saadaan erotettua hera ja jäljelle jää rahka. Juoksutetta käytetään, jos halutaan tuotteeseen karkeajakoinen rakenne sekä korkea kuiva-ainepitoisuus. Rahkassa rakenne jää sileämmäksi ja vesipitoisemmaksi ilman juoksutetta sekä proteiinipitoisuus on alhaisempi. Noin kilo rahkaa saadaan aikaisesti 4–5 kilosta maidosta.

3.1 Maidon kemiallinen koostumus

Kalajan (2007, s. 31) mukaan maito koostuu vedestä (87 %), rasvasta (noin 4,3 %), hiilihydraateista (4,7 %), proteiineista (3,5 %) ja kivennäisaineista (0,7 %). Maito koostuu monista vitamiineista, jotka ovat rasva- ja vesiliukoisia. Maidon koostumukseen vaikuttaa hyvinkin paljon muun muassa lehmien rotu, ruokinta, ympäristöolot, lypsykauden (laktaatiokauden) sekä lypsyn vaihe. Aho (2022, s. 158) toteaa, että maidon koostumus vaihtelee todella usein eikä ole koostumukseltaan aina samanlaista esimerkiksi maidon koostumus vaihtelee vuoden ajan mukaan sekä onko laidunkauden alku vai loppu. Tuore maidon pH eli happamuus on 6,5–6,7 ja maidon tiheys on 1,028–1,034 g/ml.

3.1.1 Rasva

Brylundin (2003, s. 22) mukaan maidossa rasva esiintyy hyvin pieninä pisaroina tai palloina ja ovat hajaantuneet maitoseerumiin. Rasvapallojen halkaisija on noin 0,1–20 μm ja 1 μm on 0,001 mm. Keskimääräinen koko rasvapalloilla on 3–4 μm sekä niitä on maidossa millilitraa kohden 10^{10} . Kalajan (2007, s. 31) mukaan maito sisältää rasvaa noin 4,3 g/100 g sekä maidon rasva sisältää todella paljon erilaisia, kemialliselta rakenteeltaan monimuotoisia osia kuten erilaisia diglyseridejä, triglyseridejä, steroleita, fossolipidejä, karotenoideja sekä pieniä määriä rasvahappoja. Hän (s. 32) kirjoittaa, että rasvapalloja peittää hyvin ohut kerros kalvo-
maista kerrosta, jota kutsutaan membraaniksi. Membraani koostuu elementeistä, jotka ovat

mosaiikkimaisia kuten lipoproteiineista, fosfolipideistä, proteiineista, kerebrosideista, aminohapoista, hivenaineista ja entsyymeistä. Maidon keveimmät ja suurimmat partikkelit ovat rasvapalloset. Jos maito jätetään joksikin aikaa seisomaan, maidon rasvapalloset nousevat hiitaasti maidon pinnalle eli maito kermaantuu.

Maitorasvassa on rasvahappoja yli 4000 erilaista (Milkworks, i.a.-a). Maitojen eri laaduissa rasvahappojen määrä voi vaihdella runsaastikin. Rasvahapot ovat kemialliselta rakenteeltaan hiilivetyketjuja, joihin karboksyyliiryhmä on kiinnittynyt (-COOH) (Kajala, 2007, s. 32). Rasvahapot luokitellaan tyydyttyneisiin ja tyydyttymättömiin. Tyydyttyneissä rasvahapoissa hiilet ovat yksinkertaisilla sidoksilla kiinni toisissaan, kun taas tyydyttymättömissä rasvahapoissa hiilivetyketjussa on yksi (kertatyydyttymättömät) tai useampi kaksoissidos (monityydyttymättömät) (mts. 32). Maidon triglyserideille tyypillistä on, että ne sisältävät runsaasti tyydyttyneitä sekä lyhytketjuisia rasvahappoja. Maidon rasvahapot sisältävät noin 67 % tyydyttyneitä, 24 % kertatyydyttömiä sekä 3 % monityydyttymättömiä rasvahappoja. Kiinteys vaihtelee maitorasvassa sitä mukaan, mitä rasvahappoja maitorasva sisältää. Mitä kovempaa rasva on, sen enemmän tyydyttyneitä rasvahappoja maitorasvassa on kuten steariini- ja palmitiinihappoa ja tekee rasvalle korkeamman sulamispisteen (mts. 33).

3.1.2 Proteiini

Maidon vesiosa sisältää pieniä määriä erityyppisiä proteiineja 3–3,5 g/100 g (Milkworks, i.a.-a). Maidon proteiinit luokitellaan fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien tai biologisen tarkoituksen mukaan. Proteiinit jaetaan kahteen eri pääryhmään kaseiineihin (80 %) ja heraproteiineihin (20 %). Entsyymit kuuluvat myös maidon proteiineihin, jotka toimivat katalyyttinä biokemiallisessa reaktiossa (mt.).

Aminohappojen muodostamista ketjuista koostuu proteiinit (Kajala, 2007, s. 35). Kokonaisuudessa tunnetaan noin 20 erilaista aminohappoa ja maito sisältää niistä 18. Aminohappoja yhdessä proteiinimolekyylissä on noin 100–200. Näiden keskinäinen järjestys ja tyyppi määrittävät ominaisuudet proteiinissa. Aminohapot erottavat molekyylissä yhden aminoryhmän (-NH₂) ja yhden karboksyyliiryhmän (-COOH) (mts. 35).

Maidossa kaseiinia noin 2,6 % ja maidon proteiineista kaseiinin osuus on yli 75 % (Kajala, 2007, s. 35). Kaseiini luokitellaan suurimolekyyliseksi proteiiniksi sekä sisältää rikkiä, fosfori sekä kalsiumia. Alfa-, beeta- ja kappakaseiini ovat kaseiinin päätyyppejä maidossa.

Kalsiumfosfaattisidoksien avulla näistä kaseiineista muodostuu pallomaisia ja suuria molekyylikomplekseja. Näitä kutsutaan kaseiinimiselleiksi. Kooltaan kaseiinimisellit ovat noin 0,4 mikronia ja koostuvat noin 400–500 submisellistä. Kaseiinit antavat maidolle valkoisen värin muodostamalla ryhmän maidossa, joka sulkee rasvan verkkomaisesti. Kaseiini sitoo vettä hyvin ja on aineeltaan sienimäinen (mts. 35).

Heraproteiineja maidossa on noin 0,5 % ja maidon proteiineista 20 % (Kajala, 2007, s. 36). Heraproteiinit ovat pallomaisia ja vesiliukoisia. Heraproteiinit eivät juoksetu juuston valmistuksessa vaan jäävät heran joukkoon. Herasta ne voidaan saostaa karboksimeetyyliselluloosan (CMC) avulla tai kuumentamalla 70–80 °C maito. Maitoa kuumentaessa heraproteiinit muodostavat kaseiinien kanssa yhteenliittymiä ja heikentävät kalsiumsidonta- ja juoksettumiskykyä maidossa. Seuraamuksena voi aiheuttaa hiutaleisuutta maidossa (mts. 36).

3.1.3 Entsyymi

Kajalan (2007, s. 37) mukaan entsyymit ovat valkuaisaineita, joiden tarkoituksena on toimia katalyyttinä biokemiallisissa reaktioissa. Itse reaktion aikana katalyytti auttaa nopeuttamaan kemiallista reaktiota kulumatta itse reaktion aikana. Kaikilla entsyymeillä on omanlaisensa vaikutusmekanismi ja näin ollen vaikuttavat vain tiettyyn reaktioon eli pystyvät vaikuttamaan vain omaan kohdemolekyyliinsä, koska entsyymit ovat substraattispesifisiä. Maidosta löytyy noin 50 erilaista entsyymiä. Hän toteaa, että ne voivat olla bakteeriperäisiä tai luonnostaan olla maidossa. Maidossa entsyymit vaikuttavat maidon makuun, hajuun ja säilyvyyteen. Piilaavia entsyymejä voidaan tuhota tehokkaasti pastöroinnilla.

Maidosta tärkeimmät entsyymit ovat katalaasi, peroksidaasi, fosfataasi, proteinaasi ja lipaasi. Laktoperoksidaasi kuljettaa vetyperoksidista happea helposti hapettuviin yhdisteisiin (Kajala, 2007, s. 38). Laktoperoksidaasi pastöroinnissa tuhoutuu yli 80 °C lämpötilassa (mts. 38).

3.1.4 Hiilihydraatit

Hiilihydraatit ovat muodostuvia yhdisteitä, jotka koostuvat hiilestä, vedystä ja hapesta sekä ovat energiapitoisia (Kajala, 2007, s. 38). Ravintomme koostuu kolmenlaisista hiilihydraateista eli sokereista, tärkkelyksestä ja ravintokuidusta. Laktoosi eli maitosokeri on maidossa

pääasiallinen hiilihydraatti. Maidossa laktoosia on noin 4,7 g/100 g. Laktoosi on disakkaridi sekä muodostuu kahdesta monosakkaridista eli glukoosista ja galaktoosista (mts. 38).

Laktoosia ilmenee pelkästään vain maidossa ja ei maistu yhtä makealta kuin tavallinen sokeri eli sakkaroosi (Kajala, 2007, s. 39). Juuston valmistuksessa pystytään laktoosia eristämään syntyvästä herasta kiteyttämällä, jolloin saadaan konsentroitua laktoosi siirappia. Laktoosisiirappia voidaan kuivata jauheeksi. Laktoosi toimii tärkeänä osana käymisreaktioiden lähtöaineena tuotteiden valmistuksessa eli toimii ravintona hapatebakteereille. Esimerkiksi silloin, kun piimän, viilin ja jogurtin valmistuksessa maitohappokäymisessä muodostuu maitohappoa tai juuston valmistuksessa propionihappokäymisessä muodostuu propionihappoa. Käymisreaktiossa se voi olla haitallista esimerkiksi, kun juustonvalmistuksessa voi happokäyminen aiheuttaa virhekkäymistä tai pullistumista juustomassassa (mts. 39).

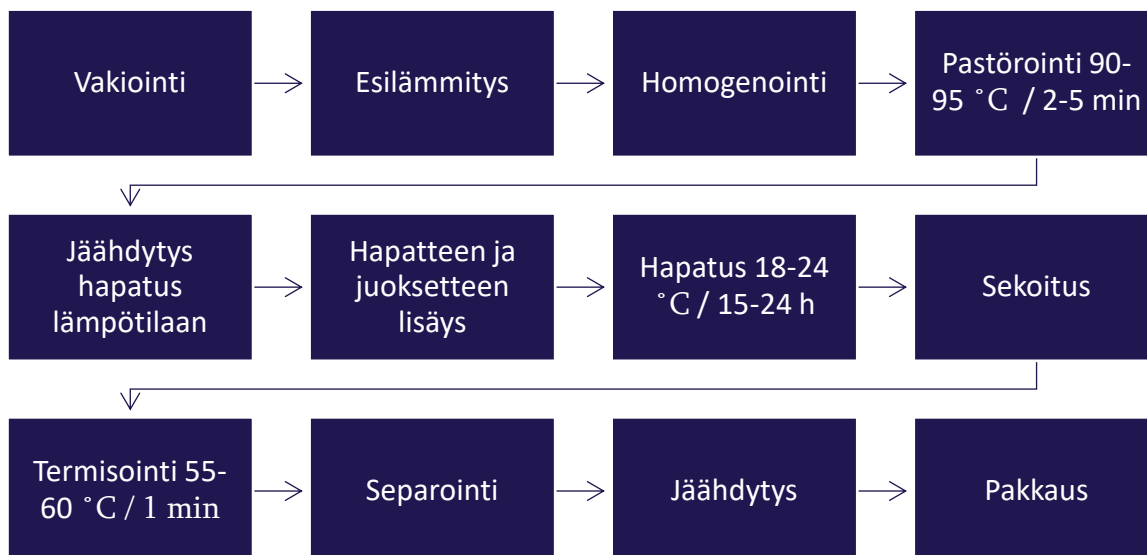
3.1.5 Vitamiini ja kivennäisaineet

Kajalan (2007, s. 40) mukaan vitamiinit ovat aineenvaihdunnalla ihmisellä välttämättömiä orgaanisia yhdisteitä. Ihmisen elimistö ei kykene itse valmistamaan vitamiineja riittävästi, vaan ravinnon mukana niitä on saatava. Maito sisältää huomattavan määrän A-vitamiinia sekä sen esiastetta beetakaroteenia. Hän toteaa, että maito sisältää myös B-ryhmän vitamiineja. Maidossa C-, D-, E- ja K-vitamiinien pitoisuudet ovat hyvin pieniä. Rasvaliukoiset A-, D-, E-, ja K-vitamiinit esiintyvät rasvaosassa maitoa ja B- ja C-vitamiinit ovat vesiliukoisia ja esiintyvät maidon vesiosassa.

Kivennäisaineita esiintyy luonnossa maaperässä ja vedessä (Kajala, 2007, s. 40). Kivennäisaineet kulkeutuvat kasvien aineenvaihduntaan ja sitä kautta eläimiin sekä ihmisiin. Elimistölle välttämättömiä kivennäisaineita on yli 20 ja on saatava ravinnosta. Maito sisältää kivennäisaineita noin 0,7 g/100 g, näitä kivennäisaineita ovat kalsium, magnesium, natrium, fosfori, kloori, kalium ja rikki. Kalsiumia sisältää maidossa eniten eli noin 120 mg/100 g (mts. 40).

3.2 Rahkan valmistusprosessi

Silfverbergin (2007, s. 112) mukaan maitorahkan valmistus aluksi tapahtuu samanlailla, kuin piimän valmistus. Hapatteita lisätään rasvattomaan maitoon ja hieman juokсутetta. Hapattamisen jälkeen saostuma sekoitetaan tehokkailla sekoittimilla tasaiseksi, jonka jälkeen piimä termisoidaan. Termisoinnilla parannetaan tuotteen hygieenistä laatua ja saantoa. Sen jälkeen piimästä erotetaan rahka ja hera rahkasepareilla keksipakovoiman avulla. Pastöroinnin ja separoinnin jälkeen rahka jäähdytetään ja pakataan. Kuviossa 4 kuvataan rahkan valmistusprosessia. Hän (s. 113) kirjoittaa, että säilöntäaineettoman maitorahkan säilyvyys- ja myyntiaika on 3–4 viikkoa. Tuotevirheitä ilmenee tuotteessa, mikäli tuotetta on pitkään säilytetty eli tuotteen pinnalla alkaa vesi erottumaan sekä tuotteeseen tulee kitkerä maku.



Kuvio 4. Rahkan valmistusprosessi (Silfverberg, 2007, s. 112).

3.2.1 Vakiointi

Vakioinnilla tarkoitetaan rasvapitoisuuden säätämistä halutulle tasolle (Milkworks, i.a.-b). Haluttu rasvapitoisuus saadaan, kun yhdistetään virtaavaan rasvattomaan maitoon kermaa (Valjus, 2007, s. 66). Magneettivirtausmittarilla mitataan yleensä rasvattoman maidon jakeen virtausmäärää sekä massavirtausmittarilla mitataan yleensä kerman virtausmäärää ja rasvapitoisuutta tai voidaan myös mitata tiheyteen perustavalla mittauksella, joka on yhdistettynä virtausmittariin (mts. 66).

Vakiointia voidaan tehdä suoravakiontina, panosvakiointina tai komponenttivalmistuksessa (Milkworks, i.a.-b). Panosvakioinnissa lisätään täysmaitoa suhteessa rasvattomaan maitoon ennalta laskettu määrä. Annetaan maidon sekoitusta tasaiseksi, jonka jälkeen tarkistetaan maidon rasvapitoisuus. Vakioitu maito lämpökäsitellään toimenpiteen jälkeen (mt.).

Suoravakioinnissa sekoitetaan jatkuvatoimisesti separaattorilta poistuvaa kermaa sekä rasvatonta maitoa keskenään (Milkworks, i.a.-b). Osa kermasta palautuu takaisin separaattorin jälkeen vakiointilaitteelta rasvattoman maidon linjalle, silloin saadaan haluttu rasvapitoisuus maidolle sekä ylimääräistä kermaa. Separaattorilta poistuvan rasvattoman maidon ja kerman linjaan on asennettuna vakiointilaitteeseen virtausmittarit sekä tiheysmittari kermalinjaan. Vakiointilaitteeseen on asetettu tavoiterasvapitoisuus. Separaattorilta poistuvan kerman rasvapitoisuutta tarkkailee kerman tiheysmittari, joka säätelee sen perusteella rasvattoman maidon joukkoon kermaa syöttövirtausta (mt.).

Komponentti valmistuksessa sekoitetaan kahta komponenttia keskenään (Milkworks, i.a.-b). Vakiointi tapahtuu putkistoissa juuri ennen pakkauskoneelle tuloa. Virtausmittareilla säädetään komponenttien suhdetta sekä virtausmittari huomioi tuotteen ominaispainon ja lämmön (mt.).

3.2.2 Homogenointi

Homogenointia käytetään teollisessa prosessissa yleisesti rasvaemulsion painovoiman erottumista vastaan (Dairy processing handbook, i.a.). Maito pakotetaan suurella nopeudella pienemmän kanavan lävitse, jolloin maidon rasvapalloset hajoavat pienemmäksi. Rasvapallojen halkaisija pienenee keskimäärin 3,5 µm:stä halkaisijasta alle 1 µm:iin. Homogenoinnilla estetään, että maito ei kermaannu ja myös voi vähentää rasvapallojen paakkuuntumista tai sulautumista. Maidon rasvapallosia ympäröi kelmu, joka on muodostunut fosfolipideistä ja proteiineista. Homogenoinnissa kalvo rikkoutuu ja uusien rasvapallosten pinnalle muodostuu rasvapallokeltu, joka on maidon kaseiinista (mt.).

3.2.3 Pastörinti

Pastöroinnilla tarkoitetaan lämpökäsittelyä, jolla tuhotaan kuumentamalla mahdollisesti tautia aiheuttavia bakteereita (Milkworks, i.a.-b). Pastörinti on todella lievä lämpökäsittely, joka ei vaikuta merkittävästi maidon ravintoarvoihin tai kemiallisiin koostumuksiin. Maitoa kuumennetaan pastöroinnissa vähintään +72 °C 15 sekunnin ajaksi. Maito pastöroinnin jälkeen ei ole kuitenkaan täysin mikrobittonta (mt.). Pastöroimaton maito on riski, sillä siitä voidaan saada lavantautia tai tuberkuloosia (Valjus, 2007, s. 70). Lämpökäsittelyllä yritetään ehkäisemään kokonaan tai rajoittamaan osittain maidon kontaminaationa tai luontaisesti joutuneiden bakteerien ja niiden entsyymien toimintaa (mts. 70).

Pastörinti tapahtuu suurimmilta osin maitotuotteiden lämpökäsittelyssä levylämmönvaihtimilla (Dairy processing handbook, i.a). Levylämmönvaihdin koostuu levyistä, jotka ovat valmistettu ruostumattomasta teräksestä ja levyt ovat kiinnitettynä runkoon. Levylämmönvaihdin voi koostua monesta useista erillisistä levypakoista (mt.).

Levypakat muodostavat osastoja levylämmönvaihtimessa, jossa tapahtuu tuotteen esikuumennus, pastörintilämpötilaan kuumennus sekä jäähditys (Dairy processing handbook, i.a.). Tarkoituksena on, että maito kulkee joka toisessa levyvälissä ja joka toisessa lämmönvaihtoaine. Vierekkäiset levyvälit eivät ole toisiinsa yhteydessä, vaan levyjen väliin muodostuu ohuita kanavia (mt). Lämpö siirtyy tällöin lämmittäessä levyn lävitse kuumasta vedestä kylmempään maitoon tai vastaavasti jäähdyttäessä lämpimästä vedestä kylmään maitoon johtumalla (Milkworks, i.a.-b). Levylämmönvaihtimien toimintaperiaate toimii vastavirtaperiaatteella eli maito kulkee joka toista levyä vasemmalle ja vastakkaisesta suunnasta tulee lämmönvaihtoaine (mt.). Pastöroimatonta maitoa on vähintään käsiteltävä 72 °C lämpötilassa ja pidettävä vähintään 15 sekunnin ajan tässä lämpötilassa, koska on saatava negatiivinen fosfaattireaktio (Valjus, 2007, s. 73).

Ahon (2022, s. 167) mukaan lämpökäsiteltyyn maitoon ei saa päätyä lämpökäsittämätöntä maitoa, koska se vaikuttaa säilyvyyteen sekä estää haitallisten pilaavien mikrobien pääsyn tuotteeseen. Pastörintilaitteistojen on oltava rakenteeltaan sekä toiminnaltaan sellaisia, ettei jälkisaastumista voi tapahtua. Lämpökäsittely joissakin tapauksissa pystyy vaikuttamaan tuotteen ominaisuuksiin kuten rakenteeseen. Hänen toteaa, että mitä pidempi lämpökäsittely ja korkeampi lämpötila, sitä enemmän mikrobeja tuhoutuu maidossa. Maitoa ei kannata kuumentaa liikaa, sillä maidosta häviää vitamiineja sekä maitoon voi tulla keitetyn makua.

Ahon (2022, s. 167) mukaan termisointi on mieto lämpökäsittely eli maito lämmitetään 63–65 °C 15 sekunnin ajaksi. Termisointi tuhoaa osan haittabakteereista, mutta ei kaikkea esimerkiksi ei muuta rakennetta maidon proteiinissa. Termisointia käytetään vain tietyntyyppisissä tuotteissa kuten kovien juustojen. Lämpökäsittelymenetelmä valitaan käsiteltävän tuotteen koostumuksen mukaan. Valjuksen (2007, s. 73) mukaan lievät lämpökäsittelyt kuten termisointi voi parantaa maidon makua, mutta UHT-käsittelyt voi taas saada maistumaan maidon keitettyltä. UHT-käsittelyssä maito kuumennetaan 135–150 °C lämpötilaan 2–4 sekunniksi. Hänen mukaan korkeassa lämpötilassa lämpökäsittely muuttaa maidon proteiineja eli denaturoituminen tapahtuu heraproteiineille. Silloin heraproteiinien rakenne muuttuu avoimeksi ketjuksi pallomaisesta sykkyrästä.

3.2.4 Hapatteiden lisääminen ja kypsytytys

Ahon (2022, s. 180) mukaan lämpötilalla on suuri merkitys hapatteiden lisäämisessä. Maito jäähdytetään pastöroinnin jälkeen hapatteen optimilämpötilaan. Jos maito on liian kylmää, hapatteet toimivat liian hitaasti tai ei hapata maitoa ollenkaan. Liian kuuma maito puolestaan kuolettavat ja vaurioittavat hapatteita eli hapattaminen ei tule tapahtumaan.

Hapatteiden ja sekoituksen jälkeen maito laitetaan kypsymään (Aho, 2022, s.180). Maitoa ei saa sekoittaa ollenkaan sekä lämpötila pitää pysyä hapatteen optimilämpötilassa koko kypsymisen ajan. Kypsyminen lopetetaan, kunnes pH on laskenut 4,5:een. Loppu pH on kriittinen hallintopiste omavalvonnassa. Pilaajamikrobit sekä patogeenit lisääntyvät, jos tuote ei ole tarpeeksi hapan (mts. 180).

3.2.5 Separointi

Separoinnin tarkoituksena on erottaa aineen komponentteja toisistaan mekaanisesti keskipakovoiman avulla (Milkworks, i.a.-b). Pääasiassa separointia käytetään maidon rasvaosan eli kerman erottamista täysmaidosta. Separointia käytetään myös rahkanvalmistuksessa, rasvojen fraktioinnissa eli rasvakiteiden erotus sekä herassa rasvan erottamisessa (mt.). Rasvapallot erotetaan maidosta keskipakovoiman vaikutuksesta ja laskeutuvat sisään- tai ulospäin tiheydensä mukaan (Dairy processing handbook, i.a.). Kiinteät epäpuhtaudet laskeutuvat ulospäin kohti erottimen kehää ja kerääntyvät sedimenttitilaan, kun taas rasvattoman maidon liike vie sen ulospäin. Kermalla on pienempi tiheys, jonka takia kerma liikkuu kohti

pyörimisakselia ja poistuu aksiaaliseen ulostuloon. Rasvaton maito siirtyy levypinon ulkopuolelle ja poistuu poistoaukon kautta (mt.).

Separoinnin yhteydessä ennen separointia esilämmitetään maito, jotta saadaan helpommin erotettua rasva ja parantamaan kuorintatulosta (Valjus, 2007, s. 64). Esilämmitykseen käytetään regenerointilämpöä eli siitä olevasta maidosta, joka tulee pastörintilämpötilasta ja samalla pastöroitu maito jäähtyy. Yleensä separointi lämpötila on 45–55 °C. Jos tuote on pitkään säilyvä, käytetään separoinnissa niin sanottua kuumaseparointia eli separointilämpötila on 62 °C. Tässä lämpötilassa mikrobiologinen toiminta on vähäistä ja mahdollistaa välivarastoinnin kermalle ennen pastörintia. Separoinnissa käytetään kahden ainesosan tiheyttä erottamiseen hyväksi. Suuremman tiheyden omaavan ainesosan pyrkii separoinnissa ulkokehälle, kun taas kevyemmän sisäkehälle (mts. 64).

Keskeisin osa separaattoria on kuula, joka tekee pyörivää liikettä sähkömoottorin avulla. Kuula koostuu useammasta rei'itetyistä levyiltä ja ne ovat toisiaan vasten kiristetty (Valjus, 2007, s. 65). Erottamista tehostetaan laittamalla kartioita ja levypakkoja päällekkäin, joista muodostuu erotuskanavia. Kermaseparaattorilla pyörimisnopeus on noin 5 500–6 500 kierrosta minuutissa ja saattaa olla jopa 30 000 kg/h syöttönopeus. Rahkaseparaattoria käytetään rahkan valmistuksessa, jossa erotetaan piimästä hera ja rahka. Rasvattomasta maidosta valmistetaan rahkaa, sillä heran joukkoon ei saa kulkeutua rasvaa (mts. 65). Separattorin levyt ovat valmistettu ruostumattomasta teräksestä, jotka ovat hiottu tasaiseksi ja ovat toisissaan tiukasti kiinni (Milkworks, i.a.-b). Levyjen lukumäärä on noin 100–240 kpl sekä ulkohalkaisija on 20–30 cm ja kaltevuus on 45–60 astetta. Paksuus levyseinämissä on 0,4 mm. Levyissä on pienet nastat, joiden paksuun on 0,4–2,0 mm. Nastat erottelevat levyt toisistaan sekä määrittävät levyjen välien suuruudet. Kaikissa levyissä 3–4 reikää, päällekkäin asettaessa muodostuu levyjen väliin kanava, josta maisto nousee (mt.).

3.2.6 Jäähdytys

Maito jäähdytetään heti meijeriin saapuessaan matalaan lämpötilaan +5 °C tai alle, jotta voidaan estää mikro-organismien kasvamisen maidossa (Dairy processing handbook, i.a.). Pastöroinnin jälkeen jäähdytetään noin + 4 °C uudelleen. Jäähdyttämisessä voidaan käyttää kylmää vettä esijäähdytyksessä pastöroinnin tai regeneratiivisen lämmönvaihdon jälkeen. Jäähdytyksessä maidon lämpötila laskee haluttuun asteeseen ja vastaavasti jäähdytysväliaineen

lämpötila nousee. Jäähdytysväliaineena voidaan käyttää kylmää vettä, jäävettä, suolaliuosta tai alkoholiliuosta kuten glykolia (mt.).

Regenetiiviseksi kutsutaan prosessia, joka tapahtuu lämmönvaihtimessa (Dairy processing handbook, i.a.). Monissa tuotteissa lämmitetään ensin tuote ja jäähdytetään heti sen jälkeen kuten maito kuumennetaan noin +4 °C:sta +72 °C:n pastörintilämpötilaan. Sen jälkeen maitoa pidetään +72 °C:n lämpötilassa 15 sekunnin ajan ja heti sen jälkeen jäädyytetään uudelleen +4 °C. Regenetiivisessä käytetään hyödyksi pastöroitua maidon lämpöä esilämmittämään kylmä maito ennen kuin pastöroidaan sekä vastaavasti jäähdytyksen jälkeen kylmä maito esiviilentää pastöroitua maitoa. Tämä tapahtuma säästää jäähdytys- ja lämmitysenergiaa sekä vettä (mt.).

4 MENETELMÄT

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, kuinka paljon eri kohdissa prosessia syntyy tuotehävikkiä, sekä vähentää ylimääräisen tuotehävikin muodostumista. Lisäksi työssä tutkittiin ja pohdittiin kuuden eri tuotelaadun sekä kaikkien viiden eri säiliöiden vaikutusta tuotehävikkiin. Tutkimuksessa keskityttiin tutkimaan tuoretuoteosaston tuotteen valmistuksessa syntyvää tuotehävikkiä pakkaussäiliöstä pakkauskoneelle. Tutkimiskohteet olivat pakkauskoneen tuotevesitykset, pakkaussäiliöt, pakkaussäiliöiden tukinvesitykset sekä pakkauslinjat. Tutkimustuloksista tehtiin laskelmia hävikin kustannuksista ja yhteenveto kokonaistuotehävikistä.

Työssä ratkaisuja etsittiin vesityksien seuraamisella, näytteiden ottamisella pakkauksen alkuvesityksissä, punnitsemalla tuotehävikin määrää, tarkastelemalla pakkaussäiliöihin jäävää tuotehävikkiä sekä mittaamalla ja laskemalla, kuinka paljon tuotetta jää pakkaus- ja tukinvesityslinjoihin. Lisäksi työstä tehtiin havaintoja eri osa-alueissa prosessia. Ratkaisuja myös pohdittiin, millä tavalla voitaisiin seurata tai vähentää tuotehävikin syntyä.

4.1 Pakkauskoneen tuotevesitykset

Pakkauskoneen tuotteen vesityksiä tulee purkusuppilolle pakkauksen aloituksessa ja tuotevaihtojen aikana. Vesityksen tarkoitus on vesittää linjat tuotteella sekä tarkistaa, että tuote on oikeanlaista ja tasalaatuista ennen kuin tuote siirtyy pakkauskoneelle. Tällä vältetään, että tuotteen sekaan ei joudu vettä tai tuote ei ole huonolaatuista.

Tutkimuksessa punnittiin aloituksessa syntyvää tuotehävikin määrää, joka menee purkusuppiin. Tuotehävikin määrällä pystyttiin laskemaan, kuinka paljon tuotehävikkiä syntyy esimerkiksi vuositasona. Tuotevesityksen tuotehävikin määrää punnittiin sankoon jokaisen tuotelaadun sekä kaikkien viiden säiliön kohdalla. Nähdään vaikuttaako eri tuotelaadut sekä eri pakkaussäiliöt tuotehävikin määrään.

4.2 Näytteenotto

Pakkauksen alkuvesityksistä otettiin näytteitä, jotta voidaan määrittää kaikkien tuotteiden proteiinipitoisuus. Proteiinipitoisuuden avulla pystytään tutkimaan, missä kohtaa vesitystä tuote on hyvälaatuista sekä voidaan laskea, mikä proteiinipitoisuus on hävikkiin menevässä tuotteessa. Näytteitä otettiin yhdestä vesityksessä 3–5 näytettä riippuen tuotteen vesityksen

ajasta. Näytteet lähetettiin analysoitavaksi laboratorioon, jossa proteiiniipitoisuus määritettiin infrapunamenetelmällä.

4.3 Pakkaus-, tukinvesityslinja ja vesityspankki

Pakkaus-, tukinlinjan ja vesityspannien pituudet ja halkaisijat mitattiin, jotta saadaan laskettua kaavan avulla panneiden tilavuus. Tilavuuden avulla pystyttiin laskemaan, kuinka paljon tuotehävikkiä jää panneisiin ja linjoihin.

4.4 Pakkaussäiliöt

Pakkaussäiliöiden pohjaan jäävä tuotehävikin määrä arvioitiin, sillä ei ollut mahdollisuutta mitata, kuinka paljon tuotetta jää säiliön pohjalle. Näytöllä olevat määrät säiliöiden kohdalla eivät pitäneet paikkaansa. Säiliöihin jäävästä tuotehävikistä tehtiin havaintoja ja otettiin kuvia, jotta pystyttiin opinnäytetyössä havainnoimaan, kuinka paljon tuotetta jää pakkaussäiliöiden pohjalle.

4.5 Pakkaussäiliöiden tukinvesitys

Pakkaussäiliöt vesitetään kaukaloon silloin, kun tuotteen pakkaamisessa tulee säiliön vaihto. Tukinvesityksen avulla pystytään välttämään, ettei panneeseen ole jäänyt pesuista vettä. Pakkaussäiliöiden tukinvesityksiä seurattiin vierestä ottamalla aikaa, kuinka kauan tuotetta menee viemäriin. Näin ollen pystytään tekemään muokkauksia vesityksen ajoitukseen. Tuotehävikin määrää ei pystytty punnitsemaan sangon avulla, koska vesityspannien kaukaloon ei saada sijoitettua sankoa. Sen lisäksi se vaarantaisi työntekoa, koska kaukaloon tulee satunnaisesti pesujen liuoksia kuten emästä.

5 TULOKSET

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

7 POHDINTA

7.1 Tavoitteiden toteuttaminen

Opinnäytetyössä tutkittiin ja selvitettiin tuotehävikin määrää eri kohdissa prosessia pakkaus-säiliöstä pakkauskoneen aloitukseen asti. Tavoitteena oli selvittää tuotehävikin määrää pakkauskoneen tuotevesityksissä, seuraamalla säiliöiden tukinvesityksiä sekä laskea, kuinka paljon putkistoihin ja linjoihin jää tuotehävikkiä. Lisäksi tavoitteena oli myös tutkia säiliöiden tyhjentymisen jälkeen pohjalle jäävää tuotehävikkiä. Tarkoituksena työssä oli myös keksiä menetelmiä tuotehävikin vähentämiseen sekä pohtia ratkaisuja, millä tavalla voitaisiin seurata tuotehävikkiä.

7.2 Keskeiset havainnot

Työssä saatiin selvitettyä tuotehävikin määrää eri kohdissa prosessia. Tuloksista huomattiin, että pakkauskoneen tuotevesityksessä tuotehävikin määrään vaikuttaa inhimilliset tekijät, tuotteen viskositeetti sekä onko tuote hillollinen tai hilloton. Tuotehävikin määrään eniten vaikuttavat inhimilliset tekijät, koska työntekijät itse tekevät tuotteelle aistinvaraisen arvioinnin ja kääntävät tuotteen pakkauskoneella. Sen takia tehtiin ohjeistus, jotta kaikilla olisi samat ohjeistukset ja tällä tavalla voitaisiin vähentää tuotehävikin määrää (liite 2). Hillollisilla tuotteilla hävikin määrä on suurempi, koska hillon sekoittaminen tuotteeseen kestää jonkin aikaa. Tuotevesityksien seuraamisen ohessa huomattiin, että hillollisilla tuotteilla hillon tulo alkaa liian aikaisin. Hillojen ajastuksen säätäminen vaatisi jatkotutkimusta, jotta voitaisiin vähentää hillon hävikin määrää. Pohdittiin myös opinnäytetyössä voisiko hillon tulo vähän myöhemmin vaikuttaa koko tuotteen hävikin määrään tai vähentääkö tehokkaampi hillon sekoitus linjassa hävikin määrää.

Pakkaussäiliöiden pohjalle jäävä tuotehävikkiin vaikuttaa tuotteen rakenne ja pakkaussäiliöiden muoto. Huomattiin, että syvemmissä kartiomaisessa säiliössä valuu tuote säiliön pohjalle paremmin, kuin tasaisemmalla pohjalla oleva säiliö kuten 213 pakkaussäiliö. Pakkaussäiliöiden 216, 213, 215, 212 pohjalle jäi todella vähän tuotetta verrattuna 211 säiliöön. Pakkaussäiliölle 211 tehtiin muutoksia lisäämällä viivettä. Pakkaussäiliöihin jäävä tuotteen määrä vaihtelee varsinkin, kun pakkaussäiliölle on laitettu alarajamerkin jälkeen viivettä. Tähän vaikuttaa, millä virtauksella tuote siirtyy pakkauskoneelle ja pakkaussäiliötä voidaan käyttää

myös siirtosäiliönä toiselle pakkauskoneelle, jossa virtaukset ovat erit. Kaikilla tuotteilla virtaus pakkauskoneelle vaihtelee ja tähän vaikuttaa tuotteen rakenne, pakkauksen koko ja millä nopeudella voidaan pakata tuote pakkauskoneella.

Pakkaussäiliöiden pohjalle jäävän tuotehävikin seuraamisen yhteydessä huomattiin, että säiliöiden reunoille jää huomattavan paljon tuotetta. Pohdittiin, että tähän vaikuttaa pakkaussäiliöiden sekoittajat, koska 211 ja 212 säiliöiden reunoilla ei ole ollenkaan tuotetta ja näissä säiliöissä ei ole sekoittajia. Pakkaussäiliöiden 216, 213, 215 reunoilta huomaa milloin sekoittajat ovat sekoittaneet tuotetta. Sekoittajan aikoihin voitaisiin tehdä muutoksia, jotta tuote ehtii valua pakkaussäiliöiden pohjalle pakkauksen aikana.

Pakkaussäiliöiden tukinvesityksien ajan ottamisella huomattiin, että tuotehävikkiä syntyy todella paljon eikä voitu selvittää määrää sillä tukinvesityslinjassa ei ole virtausmittaria eikä saatu kaukalosta punnittua tuotehävikin määrää. Huomattiin, että pakkaussäiliöiden tukinvesityksien ajat vaihtelevat eri tuotteiden kohdalla ja mistä pakkaussäiliöstä tuote tulee kaukaloon. Tuotteiden rakenteet vaihtelevat hyvin paljon ja siihen vaikuttaa onko tuote tullut suoraan separilta tai onko tuote ollut jonkin aikaa säiliössä. Samalla tuotteella ja samalla pakkaussäiliön tukinvesityksien ajat vaihtelevat tuotteen viskositeetin takia eikä näille vesityksien määriin pystytä tekemään ajastuksiin muutoksia. Mahdollisuus on, ettei vesitys tapahdu ja voi tulla vedet tukinvesityslinjasta pakkauskoneelle.

7.3 Kehitysehdotukset

Pakkaus-, tukinvesityslinjat ja vesitysputki mitattiin ja saatiin selville, että putkiin jää huomattavan paljon tuotetta. Pakkauslinjan tuotehävikkiä saataisiin vähennettyä putkipossun avulla, joka ilma puhaltaa tuotteen linjastosta pakkauskoneelle.

Tukinvesityslinjaan voitaisiin laittaa anturi, joka maistaa tuotteen ollessa oikeassa kohdassa ja automaatio lopettaa itsestään vesityksen. Tämä automaatio vähentäisi huomattavasti tuotehävikin määrää tukinvesityksissä. Tukinvesityslinjoihin jäävää tuotetta ei voida käyttää enää pakkaukseen, koska tuote menee suoraan viemäriin. Tukinvesityslinjoihin voitaisiin tehdä muutoksia, jolla tukinvesityksien linjoihin jäävä tuote kulkeutuisi esimerkiksi rehuksi. Sama asia koskee vesitysputkeen jäävää tuotetta. Vesitysputkessa olevaa tuotetta ei voida käyttää pakkaukseen, mutta vesitysputki voitaisiin ilma puhaltaa tai vesittää tuote purkusuppilolle rehuksi.

Tuotehävikkiä voitaisiin seurata ruudulta virtausmittarin avulla, kuinka paljon tuotetta siirtyy pakkaussäiliöstä pakkauskoneelle. Mittari laskee tuotemäärään, joka on siirtynyt pakkauskoneelle ja tällä voitaisiin seurata tuotehävikin määrää jopa säiliö kohtaisesti. Silloin saataisiin selville, kuinka paljon tuote hävikkiä on tullut kokonaisuudessaan pakkaustankilta pakkauskoneelle. Juoksevia mittareita voitaisiin laittaa eri kohtaan prosessia kuten pakkauksen tuotevesityksiin. Näillä nähtäisiin yksilö kohtaisesti, kuinka paljon tuotetta on mennyt hävikkiin.

7.4 Tutkimuksen rajoitukset

Pakkaussäiliöiden tukinvesityksissä ei onnistuttu saamaan vähennettyä tuotehävikkiä opinnäytetyön aikana, koska vesityksien ajat vaihtelevat todella paljon eikä ajastuksia pystytty muuttamaan. Opinnäytetyössä oli tarkoitus ottaa tukinvesityksiä joka tuotteiden kohdalla, mutta ei saatu jokaisesta tuotteesta kaikilla säiliöillä. Tähän vaikutti tuotanto, tuotanto suunnitelmat ja pakattavien tuotteiden määrä. Pakattavien tuotteiden määrä vaikutti, koska kaikki pakkaussäiliöt ovat eri kokoisia eli esimerkiksi ei ole järkevää laittaa pientä määrää isoon säiliöön, jos toisella tuotteella on tarvetta isommalle säiliölle.

Tuotehävikkien määrä vaihtelee usein eikä opinnäytetyön tulokset kerro aivan kaikkea ja ole täysin luotettavia. Tulokset antavat suuntaa sille, kuinka paljon tuotetta menee hävikkiin ja mitkä asiat vaikuttavat tuotehävikin määrään. Tuotehävikin määrän määrittäminen ja tutkimisessä oli vaikeuksia ja jouduttiin tekemään ratkaisuja, millä tavalla saataisiin tutkittua hävikkiä. Tuotevesityksien punnitsemisessä jouduttiin käyttämään levyä, jonka kautta tuote siirtyi sankoon, josta tuote punnittiin. Vesityksen putki oli sen verran lyhyt eikä ylettynyt sankoon. Joten pakkauskoneen tuotevesityksien määrät voivat vaihdella ja siihenkin vaikuttaa moni muukin asia.

Pakkaus-, tukinvesityslinjojen ja vesityspotken tilavuus on luotettava, koska se saatiin mitattua ja laskettua. Pakkaussäiliöiden pohjalle ja reunoille jäävää tuotehävikkiä ei voitu määrittää, koska pakkaussäiliöiden mittarilukemat eivät näyttäneet oikein ja ei tiedetä, kuinka paljon todellisuudessa tuotehävikkiä on säiliöiden reunoilla.

Itse tuote koettiin haastavaksi, koska tuotteen rakenne vaihtelee ja siihen vaikuttaa moni tekijä kuten onko tuote tullut suoraan separilta. Tuote on suoraan separilta löysempää, kuin pakkaussäiliössä jonkin aikaa ollut tuote.

Pohdittiin myös opinnäytetyössä vaikuttaako tuotteen rakenteeseen tuotteen proteiini- ja rasvapitoisuus. Mitä korkeampi valkuaispitoisuus sen karkeampi ja paksumpi tuote on koostumukseltaan. Mietittiin myös vaikuttaako tuotteen piimän pH hapattamisen jälkeen tuotteen rakenteeseen. Välillä tuotteen pH päässyt on voinut päästä liian happamaksi ja se voi vaikuttaa tuotteen rakenteeseen.

7.5 Johtopäätökset

Opinnäytetyössä onnistuttiin selvittämään tuotehävikin määrä ja löydettyä tietyt kohdat mistä tuotehävikkiä syntyy. Löydettiin syyt mitkä vaikuttavat pakkauskoneen tuotevesityksessä tuotehävikin määrään sekä myös kohdat missä syntyy turhaa tuotehävikkiä. Saatiin tehtyä joitakin muutoksia tuotehävikin vähentämisen eteen ja pohdittua, millä tavalla voitaisiin vähentää hävikkiä. Kaikkia tuotehävikkiä ei tietenkään saatu kokonaan vähennettyä ja tuote, jota tutkittiin opinnäytetyössä, on hyvin haastava tuotteen rakenteen vuoksi.

Tiedettiin ennestään opinnäytetyön kirjallisuudesta, että tuotehävikkiä syntyy muun muassa valmistusprosessien sivuvirroista, tuotevaihoista, inhimillisistä tekijöistä. Tuotehävikkiä voidaan estää oikealla tuotannosuunnitellulla ja ohjaamalla kiertoön sivuvirrat, jotta voidaan hyötyä käyttää sivuvirtoja muissa prosesseissa. Opinnäytetyössä huomattiin, että varsinkin tuotevaihoissa syntyy tuotehävikkiä huomattavan paljon. Hävikkiä voitaisiin vähentää, kun suunnitellaan pakkausjärjestykselle oikea järjestys, ettei tuotevaihtoja syntyisi turhaan. Joitakin tuotteiden kohdalla ei välttämättä tarvitsisi tehdä pesuja vaan voitaisiin pumpata seuraava tuote suoraan pakkauskoneelle. Tällä tavalla vähennettäisiin tuotehävikkiä sekä energiaa ja vettä, mitä pesut kuluttavat.

Tuloksia voitaisiin hyödyntää toimenpiteisiin hävikin vähentämisessä. Tulokset auttavat jatko-toimenpiteitä, koska nähdään missä kohtaa ja kuinka paljon tuotehävikkiä syntyy. Toimenpiteiden avulla ja jatkotutkimisella saataisiin vähennettyä tuotehävikkiä eli tehdään säästöä taloudellisesti sekä vähennetään ympäristövaikutuksia.

Tutkimus on lisännyt tietoa suuntaa antavasta tuotehävikin kokonaismäärästä pakkaussäiliöstä pakkauskoneelle asti. Uutta tietoa oli se, kuinka paljon tuotevesityksissä tulee tuotehävikkiä ja mitkä asiat vaikuttavat hävikin määrään. Lisäksi uutta tietoa, kuinka suuri merkitys oli pakkaussäiliöiden sekoittajilla tuotehävikin määrään.

LÄHTEET

- Aho, J. (2022). Maidon jalostus. Teoksessa J. Aho, S. Stalder, M. Koponen, & M.-P. Pasto (toim.). *Monipuolinen elintarvikeala: Elintarvikkeiden valmistus ja tuotanto* (4. p., s. 157–194). Opetushallitus.
- Bilska, B., & Kolożyn-Krajewska, D. (2019). Risk management of dairy product losses as a tool to improve the environment and food Rescue. *Foods*, 8(10), 481. <https://doi.org/10.3390/foods8100481>
- Brade, R. (1.7.2021). *Elintarviketeollisuuden sivuvirroista tekoihin*. Elomatic. <https://www.elomatic.com/fi/elintarviketeollisuuden-sivuvirroista-tekoihin/>
- Brylund, G. (2003). *Dairy processing handbook*. Tetra pak.
- Dairy processing handbook. (i.a.). Tetra pak. <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/>
- Elintarviketeollisuusliitto. (i.a.). *Kierotalous ja hävikki*. <https://www.etl.fi/tietoa-ruoka-alasta/vastuullisuus-elintarvikealalla/kiertotalous-ja-havikki/>
- Elintarviketeollisuusliitto. (8.7.2019). *Ruokahävikin vähentäminen on yhteinen ponnistus*. <https://www.etl.fi/ uutishuone/ruokahavikin-vahentaminen-on-yhteinen-ponnistus/>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (852/2004). Asetus elintarvikehygieniasta. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0852>
- Kalaja, K. (2007). Maidon ominaisuudet. Teoksessa J. Aho, & T. Hildén (toim.) *Maidon matkassa* (s. 31–43). Opetushallitus.
- Luonnonvarakeskus. (12.9.2022). *Elintarvikejätteen määrästä tietoa ensimmäistä kertaa EU-alueelta – Suomessa syntyy elintarvikejätettä hieman alle EU-keskiarvon*. <https://www.epressi.com/tiedotteet/tiede-ja-tutkimus/elintarvikejätteen-maarasta-tietoa-ensimmaista-kertaa-eu-alueelta-suomessa-syntyy-elintarvikejätettä-hieman-alle-eu-keskiarvon.html>
- Martin, N. H., Torres-Frenzel, P., & Wiedman, N. (2021). Invited review: Controlling dairy product spoilage to reduce food loss and waste. *Journal of dairy science*, 104(2), 1251-1261. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19130>
- Milkworks. (i.a.-a). *Maidon kemiaa*. <https://milkworks.fi/maidon-kemiaa/>
- Milkworks. (i.a.-b). *Maito meijerissä*. <https://milkworks.fi/maito-meijerissa/>
- Onyeaka, H. N., & Nwabor, O. F. (2022). *Food preservation and safety of natural products*. Academic press.

Ruokavirasto. (2008). *HACCP-järjestelmä, periaatteet ja soveltaminen*. (Eviran ohje 10002/2). https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/elintarvikeala/omavalvonta/eviran_ohje_10002_haccp.pdf

Ruokavirasto. (5.9.2023a). *Hygieenisellä toiminnalla voit varmistaa elintarvikkeiden turvallisuuden pelloilta pöytään asti*. <https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/hygieeninen-toiminta/#:~:text=Hygieenisell%C3%A4%20toiminnalla%20pyrit%C3%A4n%20varmistamaan%20elintarvikkeiden%20turvallisuus%2C%20terveellisyys,ja%20puhtaus%20l%C3%A4pi%20elintarvikeketjun%20eli%20pelloilta%20p%C3%B6yt%C3%A4n%20asti>

Ruokavirasto. (5.9.2023b). *HACCP-järjestelmä on osa elintarvikehuoneiston omavalvontaa*. <https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/elintarvikeyrityksen-perustaminen-ja-omavalvonta/omavalvonta-ja-jaljitettavyys/omavalvonta/haccp/>

Silfverberg, P. (2007). Hapanmaitovalmisteet. Teoksessa J. Aho, & T. Hildén (toim.) *Maidon matkassa* (s. 105–114). Opetushallitus.

Valio. (13.7.2020). *Valiolla hävikin hallinta on jatkuvaa työtä*. <https://www.valio.fi/artikkelit/valiolla-havikin-hallinta-on-jatkuvaa-tyota/>

Valjus, O. (2007). Yhteiskäsittely - Meijerin perusprosessit. Teoksessa J. Aho, & T. Hildén (toim.) *Maidon matkassa* (s. 63–73). Opetushallitus.

LIITTEET

Liite 1. Tuotevesityksien näytteiden tulokset.

Liite 2. Ohjeistus tuotteenvesitykseen.

Liite 1. Tuotevesityksien näytteiden tulokset.

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

Liite 2. Ohjeistus tuotteenvesitykseen.

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.