



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Minna Koivikko

Biojätteen määrän vähentäminen mak- karan valmistusosastolla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinööriyö

21.4.2021

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Minna Koivikko Biojätteen määrän vähentäminen makkaran valmistusosastolla 36 sivua 21.4.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	bio- ja kemiantekniikka
Ammatillinen pääaine	bio- ja elintarviketekniikka
Ohjaajat	prosessikehittäjä Jesse Viksten yliopettaja Riitta Lehtinen
<p>Yritysten mielenkiinto biojätettä kohtaan ja sen vähentämiseen on kasvanut viime vuosina ja biojäte nähdään taloudellisena, eettisenä ja sosiaalisena ongelmana. Biojäte on yritykselle kulu, johon on mahdollista vaikuttaa. Materiaalitehokkuuteen halutaan panostaa.</p> <p>Työn aiheena oli biojätteen määrän vähentäminen makkaran valmistusosastolla. Valmistusosastolla tarkoitetaan tässä työssä ruiskutusta ja livastoa, joka kattaa lihan vastaanoton ja massan valmistuksen. Työssä tutkittiin, mistä biojäte valmistusosastolla syntyy ja miten sitä voisi vähentää. Työ tehtiin liha-alan yritykselle. Työ toteutettiin havainnoimalla ja haastatteleamalla yrityksen työntekijöitä. Työn aikana tehtiin myös mikrobiologisia testejä ja kuiva-ainemääryksiä makkaramassasta.</p> <p>Työn aikana tehtiin havainnointikierroksia, joissa selvitettiin, mistä biojätettä syntyy ja kuinka paljon. Kuiva-ainemäärytyksellä oli tarkoitus selvittää biojätteen päätyvän makkaramassan kuiva-aine- ja vesipitoisuutta, sillä biojätteen päätyttyä paljon pesuvettä. Mikrobiologisilla testeillä haluttiin saada tietoa hienontamattoman massan mikrobiologisesta laadusta.</p> <p>Biojätettä syntyi keskimäärin 1600 kg päivässä ruiskutuksesta ja livastosta. Viikkotasolla biojätteen osuus tuotantomäärään suhteutettuna oli 3,9 %. Livastossa eniten biojätettä syntyi blendereistä, silloista ja putkistoista. Ruiskutuksessa eniten biojätettä syntyi nakki-ruiskujen suppiloista ja tuotevaihtoista. Mikrobiologiset testit osoittivat tutkitun hienontamattoman massan mikrobiologiselta laadultaan hyväksi. Kuiva-ainemäärytyksellä osoitti biojätteen päätyvän makkaramassan vesipitoisuuden korkeaksi. Biojätteen määrä vähentyi jonkin verran kehitysehdotusten avulla lyhyelläkin tarkasteluajanjaksolla.</p> <p>Biojätteen määrää pystytään vähentämään muun muassa hyödyntämällä biojätteen päätyvää hienontamattomaa massaa seuraavan päivän erään. Myös huolelliset loppusiivoukset ja sitä kautta massan käyttäminen loppuun asti ehkäisevät biojätteen syntymistä. Työ antoi yritykselle tietoa biojätteen määrästä ja prosessin kohdista, joissa sitä syntyy eniten. Yritys sai työn avulla kehitysehdotuksia, joilla kehittää omia toimintatapojaan ja sitä kautta vähentää biojätteen määrää.</p>	
Avainsanat	biojäte, makkaranvalmistus, vastuullisuus

Author Title	Minna Koivikko Reducing the biowaste in the sausage production department
Number of Pages Date	36 pages 21 April 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biotechnology and Chemical Engineering
Professional Major	Biotechnology and Food Engineering
Instructors	Jesse Viksten, Process Developer Riitta Lehtinen, Principal Lecturer
<p>In the recent years companies' interest towards biowaste has changed. Companies see biowaste as an economical, ethical and social problem. Biowaste is seen as an expense that can be reduced and minimized. Material efficiency is an area companies are willing to invest in.</p> <p>The aim of this thesis was to find ways to reduce biowaste in a Finnish company operating in meat industry. Biowaste quantity and ways to minimize it in sausage production were researched. Observation and expert interviews were used as part of the research methods. Microbiological tests and dry matter determination were also used.</p> <p>Research observation rounds were performed as a part of the thesis. The object of these observation rounds were to determine how biowaste was generated. The biowaste amount was also determined. Dry matter determination was conducted in order to find if it is possible to utilize the bio waste. Microbiological tests were performed in order to gain knowledge of the microbiological quality of the unprocessed mass.</p> <p>Approximately 1600 kg of biowaste were created per day in sausage production. The amount of biowaste is one percent of the total product being produced. The total amount of biowaste could be reduced by utilizing the unprocessed mass which would otherwise be discarded as biowaste. The unprocessed mass could be utilized in the production batch the next day. More thorough cleaning of the production machines and utilizing the mass thoroughly prevent the generation of biowaste.</p> <p>This thesis provided more information to the company about the complete amount of biowaste being created. This thesis also gave more detailed information about the parts of production processes where biowaste is generated the most. The company this thesis was conducted for also received improvement suggestions in order to improve their ways of working to minimize the amount of biowaste.</p>	
Keywords	biowaste, sausage production, responsibility

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Biojäte ja materiaalitehokkuus elintarviketeollisuudessa	2
2.1	Biojäte	2
2.2	Materiaalitehokkuus	3
2.3	Jätevesi	4
2.4	Biojätteen punnitus yrityksessä	5
3	Makkara elintarvikkeena	5
3.1	Makkaran määritelmä	5
3.2	Makkaran raaka-aineet	6
4	Makkaran valmistusprosessi	8
4.1	Livastoon kuuluvat makkaranvalmistusprosessin vaiheet	8
4.2	Ruiskutus	10
4.3	Savustus ja kypsennys	12
4.4	Lihan mikrobiologinen laatu	14
5	Työn toteutustavat	15
5.1	Havainnointi ja havainnointikierrokset	15
5.2	Asiantuntijahaastattelut	16
5.3	Jäähiletestiajot ja putkipossutus	16
5.4	Kuiva-ainepitoisuuden analysointi	17
5.5	Mikrobiologiset testit	18
6	Tulokset	18
6.1	Biojätteen määrä livastossa ja ruiskutuksessa	18
6.2	Ensimmäiset havainnointikierrokset	19
6.3	Jäähiletestiajo	23
6.4	Putkipossutus	26

6.5	Viimeinen havainnointikierrös	28
6.6	Kuiva-ainemäärityksen ja mikrobiologisen testin tulokset	30
7	Kehitysehdotukset ja biojätteen hyödyntäminen	31
7.1	Kehitysehdotukset biojätteen määrän vähentämiseksi	31
7.2	Biojätteen hyödyntäminen	33
8	Yhteenveto	34
	Lähteet	37

Lyhenteitä ja sanastoa

Blenderi	Makkaranvalmistuksessa käytettävä sekoiusallas, jolla sekoitetaan eri lihalajitelmia toisiinsa
CIP	Clean In Place. Elintarviketeollisuudessa käytetty kiertopesumenetelmä
HSY	Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut
Livasto	Livasto tarkoittaa yrityksen makkaran valmistusosastoa, joka kattaa lihan vastaanoton ja makkaramassan valmistuksen
Nakkilivasto	Valmistusosaston eli livaston osa, jossa valmistetaan nakkimakkaroita
Putkipossutus	Pallon syöttäminen CIP-putkistoon, jolloin putkistot puhdistuvat massasta paremmin
Ruuvikuljetin	Valmistusosaston esiseoksen laite, jolla saadaan siirrettyä massaa esimerkiksi seuraavan vaiheeseen

1 Johdanto

Yritysten mielenkiinto biojätettä kohtaan on kasvanut viime vuosina, sillä yritykset ovat entistä kiinnostuneempia taloudellisista, eettisistä, sosiaalista ja kestävästä ratkaisusta. Yritykset ovat pitkään pitäneet biojätteen syntymistä väistämättömänä kuluna, mutta nykyään yritykset näkevät biojätteen kestävä kehityksen kannalta tärkeässä roolissa. [1.]

Työn aiheena oli makkaran valmistusosaston biojätteen määrän vähentäminen ja hyödyntäminen. Makkaran valmistusosastoon kuuluu ruiskutus ja livasto, jolla tarkoitetaan makkaran valmistusvaiheita lihan vastaanotosta makkaramassan valmistukseen asti. Tehtaalla syntyy myös ruokahävikkiä, mutta tässä työssä käsitellään vain biojätettä, sillä ruiskutuksessa ja livastossa ei synny varsinaista ruokahävikkiä, eli syömäkelpoiseksi tarkoitettua ruokaa, joka päättyy jätteeksi. [2.] Työ oli kehitystyö ja se tehtiin suomalaiselle liha-alan yritykselle. Työn tavoitteena oli tutkia, mistä biojätettä livastossa ja ruiskutuksessa syntyy ja kuinka paljon, sekä miten biojätteen määrää voisi vähentää ja syntyvää biojätettä hyödyntää.

Livasto ja ruiskutus kuuluvat makkaran valmistusprosessiin. Kyseisissä vaiheissa syntyy eniten hävikkiä makkaran valmistusprosessissa, ja niissä syntyvän biojätteen syyt eivät ole heti nähtävissä, minkä takia ne valittiin tarkasteltavaksi tähän insinööriyöhön. Työn avulla yritys säästää kustannuksissa, kun hukkaan menevän raaka-aineen määrä pienentyy. Yritys saa myös tietoa, miten eri toimintatavat ja työvaiheet vaikuttavat biojätteen syntyyn. Työn antaa yritykselle uusia toimintatapoja, joiden kautta biojätteen määrää pystytään vähentämään.

2 Biojäte ja materiaalitehokkuus elintarviketeollisuudessa

2.1 Biojäte

Biohajoavaa jätettä eli biojätettä syntyy maa- ja metsätaloudessa, kaupan ja palveluiden aloilla, kotitalouksissa, rakentamisessa ja teollisuudessa, erityisesti elintarviketeollisuudessa [3]. Biojäte elintarviketeollisuudessa tarkoittaa elintarvikkeiden tuotannossa syntyvää syömäkelvotonta ylijäämää. Biojätettä arvioidaan syntyvän EU:ssa vuosittain 37 miljoonaa tonnia elintarvike- ja juomateollisuudesta. [4, s. 2.]

Yritysten yhteiskunnallinen vastuu koostuu taloudellisesta, sosiaalisesta ja ympäristöllisestä kestävydestä. Biojäte vaikuttaa näihin kaikkiin kolmeen. Taloudellisesti biojäte on kestämatöntä, sillä se johtaa raaka-aineen hukkaan menemiseen, eli yrityksen tappioihin, sillä siitä ei tule myyntituloja. Lisäksi biojätteen hävittäminen lisää yrityksen kustannuksia. Sosiaalisesta ja eettisestä näkökulmasta biojätteen syntyminen vähentää lopputuotteeksi päätyvää ruuan määrää. [1.] Biojäte kuormittaa myös ympäristöä, sillä elintarvikkeiden ympäristövaikutukset ovat suuret ja erityisesti lihantuotanto aikaansaa kasvihuonepäästöjä [5]. Yksi suurimmista ympäristöön liittyvistä biojätteen ongelmista on se, että biojätteen mädäntyessä kaatopaikalla syntyy metaania, joka on kasvihuonekaasu [6].

Laissa määritellään, että yrityksen tulee kaikissa toiminnoissaan huolehtia mahdollisuuksien mukaan siitä, että jätettä syntyisi mahdollisimman vähän. Yrityksen tulee myös huolehtia siitä, että tuotannon raaka-aineita käytetään säästeliäästi. Raaka-aineiden käyttöä voidaan myös korvata jätteellä. Jos jätteen hyödyntäminen on teknisesti mahdollista ja kustannukset pysyvät kohtuullisina, jäte on hyödynnettävä. Jätteestä ensisijaisesti pyritään hyödyntämään jätteen sisältämä aine ja toissijaisesti jätteen sisältämä energia. [7.]

2.2 Materiaalitehokkuus

Materiaalitehokkuus tarkoittaa luonnonvarojen kulutusta suhteessa tuotteesta saatavaan hyötyyn, eli käytännössä siis esimerkiksi sitä, että yritys valmistaa enemmän tuotetta pienemmillä materiaali- ja tuotantopanoksilla. Luonnonvaroja kuluu tuotteen valmistuksessa ja käytössä. Mitä tehokkaampaa materiaalitehokkuus on, sitä vähemmän luonnonvaroja kuluu tuotteen valmistuksessa tai samalla luonnonvarojen kulutuksella saadaan esimerkiksi enemmän tuotteita. Materiaalitehokkuus vähentää jätteiden ja päästöjen määrää ja säästää ympäristöä ja rahaa, sekä parantaa yrityskuvaa. [8, s. 8–11.]

Materiaalitalous liittyy olennaisesti teollisuusprosessien optimoimiseen, jotta yritys toimisi kustannustehokkaasti. Yrityksen prosesseissa voi syntyä sivutuotteita, josta saadaan vähemmän tuloja, kuin itse varsinaisesta tuotteesta. Myös jätettä syntyy, jolloin yritykselle syntyy kustannuksia jätteen käsittelystä ja niiden hyödyntämisestä. Jätteiden ja sivutuotteiden määrän vähentäminen nostaa yleensä tuotantoprosessin kannattavuutta merkittävästi. Jotta tähän päästäisiin, tuotantoprosessia tulee kehittää ja raaka-aineita käyttää mahdollisimman tehokkaasti, eli vähentää myös biojätteen syntymistä. [8, s.8–11.]

Elintarvikeala on sitoutunut materiaalitehokkuuteen ja solminut materiaalitehokkuussopimuksen vuosille 2019–2021. Sitoumuksen avulla voidaan pienentää hävikkiä ja lisätä kierrätystä. Sitoumuksen tarkoituksena on tehostaa materiaalien käyttöä ja sen avulla suomalaiset yritykset parantavat kilpailukykyään. Sitoumus kattaa lähes koko elintarvikeketjun elintarviketeollisuudesta päivittäistavarakauppaan. Sitoumuksen päätavoitteena on säästää kustannuksissa ja saada ympäristöhyötyjä ja lisätä materiaalitehokkuustietoja ja ymmärrystä elintarvikeketjussa ja kuluttajilla. Sitoumuksen toimimista seurataan muun muassa ruokahävikin ja kierrätysasteen avulla. [8, s. 8–11.] Myös yritys, jolle työ tehtiin, on sitoutunut sopimukseen.

Yrityksen, joka sitoutuu sopimukseen, tulee tehdä konkreettisia toimia materiaalitehokkuuden parantamiseksi ja myös raportoida tuloksista vuosittain. Yritys voi muun muassa

- selvittää, mistä hävikkiä ja biojätettä syntyy ja miten sitä voisi vähentää
- luoda uusia tuotteita ja liiketoimintaa sivuvirtoja hyväksikäyttämällä

- lisätä henkilöstön ja yhteistyökumppanien tietoa ja valmiuksia liittyen materiaalitehokkuuteen

Materiaalitehokkuus on kannattavaa elintarvikealan yrityksille, koska raaka-aineiden osuus liikevaihdosta on noin 45 %, jolloin syntyy säästöä, jos raaka-ainehukkaa vähennetään. Materiaalikatselemissa on todettu, että pienissä ja keskisuurissa yrityksissä materiaalitehokkuudella on saatu säästöä keskimäärin 600 000 euroa vuodessa per yritys. [8, s. 8–11.]

2.3 Jätevesi

Elintarviketeollisuuden merkittävimmät ympäristökuormituksen lähteet ovat vedenkulutus ja jätevedet. Laitteiden ja linjastojen pesut saavat aikaan paljon jätevettä ja toisaalta myös tuotantoprosesseihin kuluu vettä. Näiden asioiden hallinta on tärkeä osa elintarviketuotannon kokonaisuutta. [9.]

Elintarviketeollisuudessa syntyvät jätevedet ovat yleisesti ottaen orgaanisten aineiden ja ravinteiden suhteen paljon väkevempiä, kuin muut jätevedet. Sen pH myös vaihtelee herkästi. Jätevesissä on paljon happoja, emäksiä, rasvoja, suoloja, proteiineja ja säilöntäaineita. Elintarviketeollisuuden jätevedet tulee käsitellä ennen niiden päätymistä viemäriverkostoon. Ravinteiden ja muiden aineiden korkeiden pitoisuuksien takia jätevedet ovat merkittäviä ympäristön kuormittajia. [10.]

Elintarviketeollisuudessa syntyville jätevesille on myös erilaisia raja-arvoja eri aineille. Helsingin seudun jätevesien pH:n tulee olla 6–11, elintarviketeollisuuden kiintoaineita saa jätevedessä olla enintään 500 mg/l, ja elintarviketeollisuuden rasvaa enintään 150 mg/l. [11.]

Yrityksellä, jolle työ tehtiin, kuluu vettä valmistusprosessiin, mutta paljon myös laitteistojen pesuun. Livaston puolella massaa jää paljon laitteisiin ja ne pestään veden avulla lattialle. Myös nakkiruiskutuksessa suppiloissa ollut massa huuhdellaan lattialle, eli sitä ei kaavita sieltä ensin pois. [12.]

2.4 Biojätteen punnitus yrityksessä

Makkaramassa, jota jää laitteisiin työvuorojen päätteeksi, pestään pesuveden mukana lattialle ja massat kerätään lattialta joko biojäteastiaan tai mollaan. Astia punnitaan ja punnitustulos kirjataan jätehuoneessa olevaan taulukkoon. Seuraavana aamuna jätehuollosta vastaavan yrityksen kohdevastaava täyttää tiedot punnituksista Excel-muodossa olevaan biojätetaulukon. Punnitukset ovat melko luotettavia, sillä työntekijät on perehdytetty punnitusten tekoon ja asiaa on käsitelty myös työntekijöiden palaverissa useita kertoja. [12.]

3 Makkara elintarvikkeena

3.1 Makkaran määritelmä

Makkara on elintarvike, jonka pääraaka-aineena on liha ja se on tehty muottiin tai päällykseen, kuten suoleen. Lihaa ja muita lihaan verrattavia raaka-aineita tulee ruokamakkarakarassa olla vähintään 45 %, kestromakkarakarassa vähintään 95 % ja leikkelemakkarakarassa vähintään 50 % valmiista elintarvikkeesta. [13.]

Makkaratyyppejä on kolme erilaista: kesto-, ruoka- ja leikkelemakkarat. Niiden jaottelu perustuu valmistustapaan, lihan määrään ja valmistusaineisiin. [14.] Kuvassa 1 on makkaroitten jaottelu kolmeen eri ryhmään. Kestomakkarat valmistetaan enintään +30 °C:n lämpötilassa. Ne säilyvät pitkään, sillä ne on kuivattu, kylmäsavustettu tai pidetty suolaliuoksessa. Leikkelemakkarat on kypsennetty keittämällä, hauduttamalla tai muulla tavalla enintään +65 °C:n lämpötilassa. Ruokamakkarat voivat olla kypsennettömä tai vähintään +65 °C:ssa hauduttamalla, keittämällä tai muulla tavalla kypsennettyjä makkaroita. Ruokamakkaroita käytetään ruuanvalmistuksessa. [15.] Raakamakkaroihin käytetään samoja raaka-aineita, kuin ruokamakkaroihin, mutta raakamakkaroitten kypsennys tapahtuu vasta ruuanteon yhteydessä [16, s.81].

MAKKAROIDEN JAOTTELU

MAKKARAT	RYHMÄÄN KUULUVIA MAKKAROITA	LIHAPITOISUUS-PROSENTTI, A-LUOKKA	MUUT VALMISTUS-AINEET	VALMISTUS-MENETELMÄ
Kestomakkarat	Meetvursti, salami	95 %	Sokereita max. 1 %	Kylmäsavustus
Leikkelemakkarat	Balkanin-, gouter-, kinkku-, lauantai- ja maksamakkarat	63 %	Maitojauhetta max. 3 %*, perunajauhoa max. 8 %** ja sokereita max. 0,5 %	Vesihöyrykypsennys ja kevyt savustus
Ruoka-makkarat	Grilli-, lenkki-, nakki-, ryyni-, veri- ja raakamakkarat (esim. siskonmakkarat)	63 %	Maitojauhetta max. 3 %*, perunajauhoa max. 8 %** ja sokereita max. 0,5 %	Vesihöyrykypsennys ja kevyt savustus, siskonmakkarat ovat kypsentämättömiä makkaraita.

Kuva 1. Makkaroiden jaottelu kolmeen eri ryhmään [14].

Makkaroiden lisäksi on myös muita ainesosia kuin lihaa, kuten kamaraa, vettä, perunajauhoa, tärkkelystä, proteiiniainekuituja, maitojauhetta, suolaa ja lisäaineita [16, s. 81].

3.2 Makkaran raaka-aineet

Makkaran pääraaka-aine on liha. Suomessa makkaraa valmistetaan pääasiassa sian-, naudan- ja siipikarjanlihasta. [17.] Lihas koostuu vedestä, valkuaisaineista, muista typpi- ja raskasmetallipitoisista aineista, rasvasta, hiilihydraateista ja kivennäisaineista. Eniten lihassa on vettä ja valkuaisaineita. Rasvan määrä riippuu eläinlajista, eläimen iästä ja lihaksikkuudesta, sekä siitä, mistä osasta ruhosta liha on peräisin. Jos lihassa ei ole yhtään rasvaa, sen vesipitoisuus on 75 %. Rasva- ja vesipitoisuus ovat toisistaan riippuvaisia, eli mitä vähemmän rasvaa lihassa on, sitä enemmän vettä liha sisältää. Yleensä rasvapitoisuus on lihassa 1–30 %. [18, s. 54.]

Lihaksessa on valkuaisaineita 18–24 % ja sidekudosvalkuaisista 0,5–4 %. Arvokkaammissa lihoissa sidekudoksen osuus on pieni. Lihaksessa on myös hiilihydraatteja glykoogeninä eli eläintärkkelyksenä. Hiilihydraattipitoisuus vaikuttaa lihan laatuun ja teurastuksen jälkeisiin muutoksiin. Lihaksen kivennäisainekoostumus on hyvä ja lihasta ihminen saakin kaikki tarvitsemansa kivennäisaineet. Liha on etenkin raudan ja seleenin tärkeä lähde. [18, s. 27.]

Kamara on sian nahkaa, josta on poistettu nahan pintakerros ja karvat teurastuksessa kaltaamalla. Kamara erotetaan ihonalaiskudoksesta ruhon leikkausvaiheessa. Kamara itsessään on vettä ja proteiinia, ja se tuo kiinteyttä ruoka- ja leikkelemakkaroiden rakenteeseen. [17.]

Makkaraan lisätään vettä, sillä se tuo makkaraan pehmeyttä ja mehevyyttä. Lihaksessa on jo valmiiksi sen itse sitoma vesi. Lisätessä vettä, lihas sitoo lisätyn veden, mikä aikaansaa aiemmin mainitut ominaisuudet. Vettä lisätään yleensä ruoka- ja leikkelemakkaraan 30 % tuotteen painosta. Vettä ei lisätä pelkästään vetenä, vaan myös jäähileenä, sillä jäähile alentaa makkaramassan lämpötilaa ja siten hidastaa mikrobien kasvua. [17.]

Makkaraan voidaan lisätä perunajauhoa tai jotakin muuta tärkkelystä. Yleisesti Suomessa on käytössä makkaranvalmistuksessa perunajauho, jolla on hyvä vedensitomiskyky ja se myös lisää rakenteen pehmeyttä. Proteiinivalmisteiden käyttötarkoitus makkaroissa on rakenteen parantaminen. Proteiini edistää veden sitoutumista tuotteeseen ja se myös tehostaa rasvan emulgoitumista. Useimmiten proteiinivalmisteina käytetään jotakin soija- tai vehnävalmistetta, mutta myös liha- ja maitoproteiinit ovat käytössä. Tärkkelystä saa ruoka- ja leikkelemakkarassa olla yhteensä enintään 8 painoprosenttia valmiista elintarvikkeesta ja proteiinivalmisteiden, kuten maitoproteiinivalmisteiden, määrä saa olla enintään 3 painoprosenttia valmiista elintarvikkeesta. [17.]

Joidenkin ruoka- ja leikkelemakkaroiden valmistusaineena käytetään rasvatonta maitojauhetta. Se edistää rakenteen tasaisuutta ja kiinteyttä yhdessä veden kanssa. [17.] Maitojauheen sisältämän laktoosin takia se kuitenkin korvataan yleensä maitoproteiinivalmisteella, kuten kaseiinilla. Suolan käyttö makkaran valmistuksessa on välttämätöntä, sillä suola parantaa makkaran makua ja rakennetta, sekä parantaa makkaran säilyvyyttä. [16, s. 81.]

Makkaroihin lisätään myös lisäaineita, kuten nitriittiä, fosfaattia ja askorbiinihappoa. Nitriitti vaikuttaa makkaran väriin ja säilyvyyteen, fosfaatti parantaa makkaramassan vedensidontakykyä ja askorbiinihappo parantaa ja lisää värin muodostusta ja lihan säilyvyyttä. [18, s.54–55.]

Makkara ruiskutetaan kuoreen, joka voi olla luonnonsuolta, kuten lampaansuolta, jota käytetään nakkien valmistuksessa, tai keinotekoisista kuorta, jota käytetään esimerkiksi leikkele- ja lenkkimakkaroissa. Makkarat jaettiin ennen myös A- ja B-luokkaan. Nykyään B-luokkaa ei enää ole. A-luokan makkaroissa lihapitoisuuden tulee olla vähintään 63 % ja kamaraa saa olla enintään 6 %. A-luokan makkaraan ei saa lisätä maitojauhetta eikä perunajauhoja. [15.]

Yrityksen, jolle työ tehtiin, ruiskutuksessa valmistetaan pääasiassa grillimakkaroita ja nakkimakkaroita, eli luonnonsuoleen tehtäviä ruokamakkaroita, sekä leikkelemakkaroita, jotka ovat samasta makkaramassasta valmistettuja ruokamakkaroita, kuin grillimakkarat, mutta niiden ruiskutusvaihe on erilainen.

4 Makkaran valmistusprosessi

4.1 Livastoon kuuluvat makkaranvalmistusprosessin vaiheet

Erilaiset lihalajitelmat tulevat lihanleikkaamoista ja ne tarkistetaan lämpötilan ja aistinvaraisen laadun osalta. Lihan tiedot, kuten paino, kirjataan ylös. Raaka-aineen tulee olla hygieenisesti moitteetonta ja lajimääritelmän mukaista. Vastaanottotarkastus kuuluu yrityksen omavalvontasuunnitelmaan. Makkaroihin käytetään tuoretta tai pakastettua lihaa. Pakastettu liha rouhitaan ja siitä tehdään sopivan kokoisia lastuja. Rouhimisen jälkeen eri lajitelmat varastoidaan kylmävarastoon odottamaan esisekoitusta. [18, s. 58.]

Seuraava vaihe on krossaus eli suurella lihamylyllä tuorelihan jauhaaminen. Jauhaaminen tapahtuu 20 mm:n laipalla. Lihan tulee olla kylmää ja laipan terien terävät. Jauhamisessa on tärkeää, että laippa-terä-sarja toimii hyvin, koska muuten lihan eteneminen hidastuu ja liha alkaa hiertyä, josta seuraa lihan lämpeneminen ja rasvan erottuminen lihan muista ainesosista, jolloin lihan rakenne ja säilyvyys heikkenee. Krossauksen jälkeen tulee vielä

esisekoitus ennen esisuolausta tai vakiointia. Esisekoitus tehdään, jotta varmistutaan makkaramassan tasalaatuisuudesta. Esisekoituksessa krossattuun lihaan lisätään vettä, nitriittisuolaa ja fosfaattia. [18, s. 58.]

Esisekoituksen jälkeen tapahtuu esisuolaus, jossa jauhetut lihat siirretään blenderiin eli sekoitusaltaaseen, jossa sekoituseriin lisätään vielä vettä. Myös suolaa ja lisäaineita, kuten fosfaattia ja laktaattia (säilöntäaine) lisätään lihaan vedensidontakyvyn parantamiseksi. Seosta sekoitetaan, kunnes ainesosat ovat riittävästi sekoittuneet toisiinsa. Sekoituseristä otetaan vielä näytteet, joista määritetään seoksen koostumus. Näytteillä analysoidaan lihan valkuaisaine-, rasva- ja suolapitoisuus, jotta saadaan laadittua lopullinen resepti. Esisekoitettu seos siirretään varastosiiloon ja sieltä massanvalmistukseen. [18, s. 59.]

Seuraava vaihe on lihalajitelman vakiointi. Lihalajitelmasta otetaan näytteitä, joilla määritetään lihan rasvapitoisuus. Jos rasvaa on liian vähän, lisätään lihaan rasvaisempaa lihalajitelmaa, jos taas rasvaa on liikaa, lisätään lihaan vähärasvaisempaa lajitelmaa. Lihaan lisätään tarvittaessa vielä vettä, nitriittisuolaa ja fosfaattia. Seos sekoitetaan tasaiseksi ja varastoidaan. [18, s. 60.]

Makkaran valmistuksessa reseptit ovat joko kiinteitä tai sitten ne lasketaan valmistuserittäin riippuen analyysien tuloksista. Jos rasvapitoisuuden vakiointi on tehty, käytetään kiinteitä reseptejä. Eri valmistusaineet ja esisekoitetut lajitelmat voidaan sekoittaa blenderissä valmiiksi seoksiksi, jolloin jatkuvatoiminen massanvalmistus on mahdollista. Jos kaikkia valmistusaineita ei lisätä sekoituksessa, lisätään loput aineet kutterointivaiheessa. Kutterilla voi valmistaa erityyppisiä makkaroita, sillä kutterin käyttäjä voi vaikuttaa makkaramassan rakenteeseen. [18, s. 60–61.]

Emulsion valmistus on seuraava vaihe makkaran valmistusprosessissa. Makkaran valmistuksessa käytetään kamaraemulsiota, jossa on 50 % kamaraa ja 50 % jäävesiseosta. Kamara hienonnetaan ja siihen lisätään jäätä, jolla saadaan hallittua lämpötilaa. Kutteriin, jossa ovat edellä mainitut aineet, lisätään myös nitriittisuolaa, fosfaattia ja laktaattia, jotta saadaan valmis kamaraemulsio. Kamaraemulsio käsitellään hienorakeiseksi emulsioksi kolloidimyllyllä. Kamara voidaan myös korvata kuivatulla kamarajauheella, jonka etuna on sen annostelun ja käsittelyn hygieenisuus ja helppokäyttöisyys. [18, s. 61.]

Reseptin mukaiset määrät eri raaka-aineita annostellaan kutterin maljaan. Kutterilla makkaramassaa hienonnetaan pyörivillä terillä. Massan rakenteeseen voidaan vaikuttaa terien muodolla ja terien asennusjärjestyksellä. Reseptin mukaan tehdyt lihalajitelmat ja vakioidut esisekoitteet tuodaan kutterille allasvaunuilla ja nostetaan kutterin maljaan. Lihalajitelmaseokset voidaan myös suuremmissa tehtaissa siirtää kutteriin erilaisia kuljetin- ja putkistojärjestelmiä hyödyntäen. Maljaan voidaan lisätä jauhoja ja vettä. Osa vedestä lisätään jäähileenä, sillä terät hienontavat paremmin kylmää massaa. Lämpötila ei myöskään saa nousta kutteroinnin lopussakaan yli +20 °C:seen, koska silloin massan sidontaominaisuudet heikkenevät. Valmis massa poistuu kutterimaljasta ulosheittäjän avulla allasvaunuihin. Massat merkitään ja siirretään ruiskulle. Suurissa tehtaissa valmiit massat siirretään usein erilaisilla putkistojärjestelmillä ruiskulle. [18, s. 61.]

4.2 Ruiskutus

Valmis makkaramassa ruiskutetaan suoleen tai muuhun päällykseen makkarauiskulla, joka voi olla panoksittainen tai jatkuvatoiminen. Suoli, johon on ruiskutettu makkaramassaa, kieputetaan tietynkokoiseksi makkaraksi tai suljetaan leikkelemakkaraksi. Suolet voivat olla joko sian-, lampaan-, tai naudansuolia tai keinosuolia. Siansuolia käytetään grilli-, lenkki-, perinne-, ja verimakkaroiden valmistuksessa. Lampaansuolia käytetään nakkimakkaroiden, erikoismakkaroiden ja braatuvurstien valmistuksessa. Naudansuolia käytetään lenkki- ja erikoismakkaroissa. Keinosuolet jakautuvat viiteen eri ryhmään, joita ovat kuitusuolet, selluloosasuolet, muovisuolet, kollageenisuolet ja kangassuolet. Keinosuolia voidaan käyttää niin ohuisiin nakkimakkaroihin, kuin myös paksumpiin makkaroihin. [18, s. 66–67.] Se, mikä kuori valitaan, riippuu muun muassa makkaran ominaisuuksista, ulkonäöstä, mausta ja suutuntumasta sekä myös makkaran koosta ja muodosta [19].

Makkarat laitetaan makkarakepeille ja kepit vaunuihin odottamaan kypsennystä. Ruiskutus on kehittynyt automaattisempaan suuntaan, ja joissakin yrityksissä esimerkiksi makkarakeppien nostokin voi tapahtua robotin avulla. Nykyään tehtaissa käytetään usein jatkuvatoimisia lamelliruiskuja. Lamelliruiskuissa massan annostelutarkkuus on hyvä. Ruiskutettavaan massa ei saisi jäädä ilmaa, sillä ilma heikentää makkaran leikkauspinnan ulkonäköä. [18, s. 65.] Kuvassa 2 on kuvattuna työvuoron jälkeen ruiskuttajan purkama makkarauisku.



Kuva 2. Makkararuisku purettuna työpäivän jälkeen.

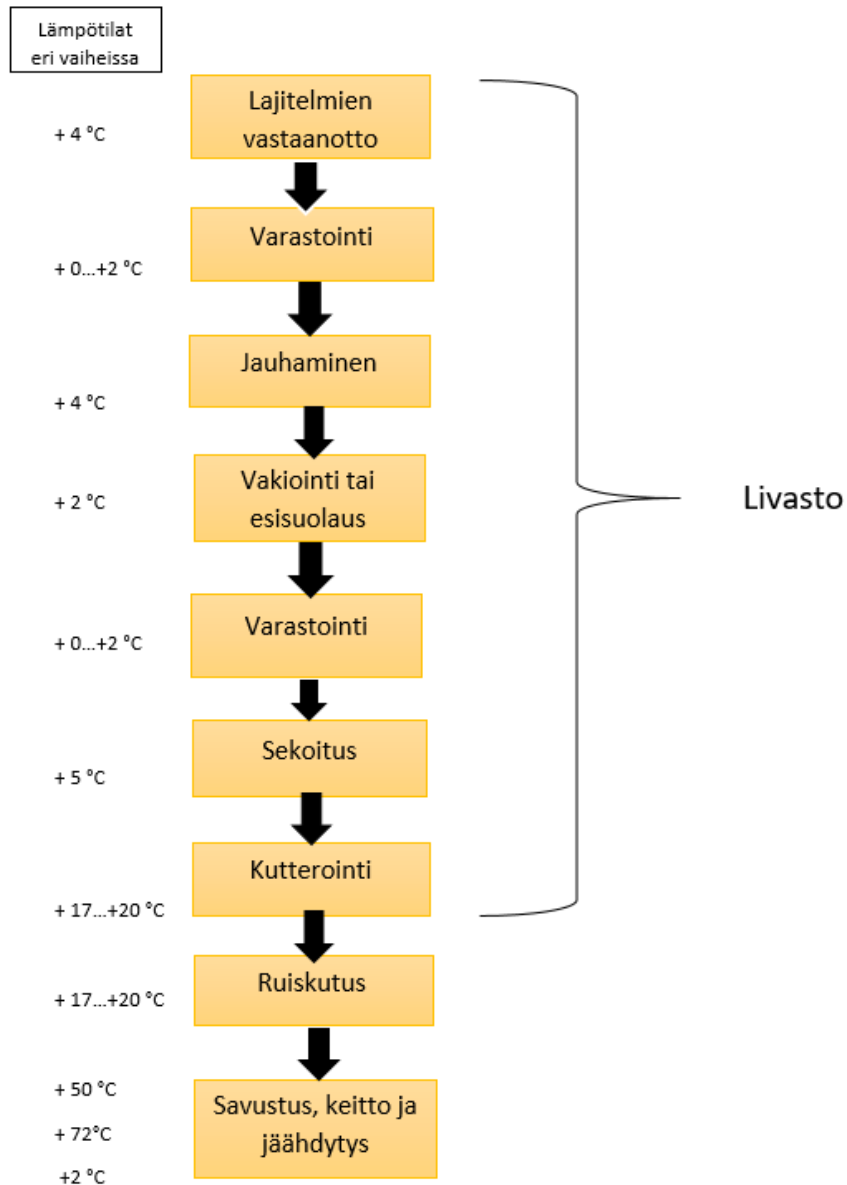
Ruiskuttaja valitsee pillin ja ruiskutusohjelman riippuen ruiskutettavasta makkarasta. Suolet liotetaan vedessä. Jos käytetään keinosuolia, ei suolia lioteta. Makkaroiden kiepuitetaan kiertolaitteen avulla tietty määrä. Makkaroiden tulee olla tietyn kokoisia ja niiden tiukkuutta voidaan säätää suolijarrun avulla. Makkarat laitetaan kepile ja kepit punnitaan välillä, jotta varmistetaan ruiskun oikeasta annostelutarkkuudesta. Makkarat asetellaan niin, etteivät ne kosketa toisiaan kypsennyksessä, sillä se voi aiheuttaa esimerkiksi väri-
virheitä. [18, s. 66–67.]

Leikkelemakkaroiden jatkuvatoimisessa ruiskutuksessa ruiskuun liitetään annosteluyksikkö, joka annostelee ja sulkee keinosuolen tietyn painoiseksi. Suoli asetetaan toiseen kääntyvistä pilleistä ja toiseen pilliin tulee massaa ruiskusta. Sulkijalaite tekee makkarat toiseen päähän narulenkkiin, jotta makkarat voidaan kepitellä. [18, s. 67.]

4.3 Savustus ja kypsennys

Teollisuudessa makkaran valmistus voidaan jakaa kylmä- tai lämminsavumenetelmiin, jotka eroavat toisistaan kypsennyslämpötilassa ja kypsennysajassa. Makkarat savustetaan joko nestesavumenetelmällä tai luonnonsavumenetelmällä. Nestesavumenetelmässä kypsennyskaappiin sumutetaan vesihöyryn mukana nesteliuosta, josta savu pääsee makkaran pintaan. Luonnonsavumenetelmässä savu johdetaan savustuslaitteesta kypsytyskaappiin. Lämminsavumakkaroiden kypsennys tapahtuu noin 80-asteisessa vesihöyryssä, joka saa aikaan patogeenisten mikrobien tuhoutumisen. Lopuksi makkarat jäädytetään alle 6-asteisiksi ja ne pakataan tyhjiöön tai suojakaasuun, jotta makkaroiden säilyvyys olisi parempi ja makkaroiden mikrobiologinen laatu pysyisi hyvänä. Kestomakkarat savustetaan kylmäsavustamalla. Lämpötila kylmäsavustuksessa on noin + 20 °C. Kypsennystilaan johdetaan savua ja makkarosta haihtuu runsaasti vettä, sillä savustus kestää useita viikkoja. [14.] Leikkele- ja ruokamakkaroiden kypsennysaika on paljon lyhyempi, kuin kestromakkaroiden, sillä niistä ei haihdu vettä valmistusprosessissa niin paljon. Tämä johtuu esimerkiksi laitteistosta ja tuotteen ominaisuuksista. Lämminsavumakkarat säilyvät suuremman vesipitoisuutensa takia kestromakkaroina huomattavasti lyhyemmän ajan: kestromakkarat säilyvät jopa vuosien ajan, kun taas lämminsavumakkarat vain viikkoja. [16, s. 82.]

Kuvassa 3 on esitetty vuokaavio makkaran valmistusprosessista, jossa näkyvät kaikki makkaranvalmistuksen päävaiheet.



Kuva 3. Makkaran päävalmistusvaiheet [18, s.60].

Kuvassa 3 näkyy myös eri vaiheiden lämpötilaraja-arvot. Livastossa lämpötilan tulee pääasiassa pysytellä + 0 – +5 °C:n sisällä, jotta makkaran laatu pysyy hyvänä, pois lukiin kutterointi, jossa lämpötila saa nousta ruiskutuslämpötilan tasolle. Ruiskutuksessa lämpötila saa jo olla korkeampi eli + 17– +20 °C. [18, s. 60.]

4.4 Lihan mikrobiologinen laatu

Lihan mikrobiologinen laatu on tärkeää elintarviketeollisuudessa ja se vaikuttaa paljon muun muassa siihen, voiko muodostuvaa makkaramassaa, joka päätyisi biojätteeksi, hyödyntää enää esimerkiksi seuraavan päivän erään.

Mikrobit käyttävät lihaa ravintonaan, jonka takia liha pilaantuu helposti. Lihakudoksessa on paljon ravintoa mikrobeille ja myös korkea vesipitoisuus tekee lihasta otollisen kasvualustan mikrobeille. Myös lihan happamuus, joka on 5,6–5,8 pH, on sopiva mikrobien lisääntymisen kannalta. Näiden syiden takia lihan käsittelyhygieniaan tulee panostaa. Lihassa ei ole normaalisti mikrobeita. Niitä voi kuitenkin päätyä lihaan esimerkiksi huonon teurastushygienian kautta. Kylmäketjulla on myös tärkeä rooli lihan mikrobiologiassa laadussa. Tuoretta lihaa saa säilyttää enintään 6 °C:ssa. [18 s.33–34.]

Lihan pilaantumiseen kuuluu neljä eri vaihetta. Alkuvaiheessa lihan pinta limaantuu, ja liha alkaa haista pahalta, mikä aiheutuu aerobisista bakteereista. Sen jälkeen lihan väri alkaa muuttua harmaaksi, ruskeaksi tai vihertäväksi. Jos kylmäketju katkeaa ja tulee lämpötilan vaihteluita, kosteus voi tiivistyä lihan pinnalle ja edesauttaa mikrobien kasvua. Liha voi pilaantua myös sisäosista luiden ympäriltä ja rasva voi eltaantua. Bakteerit voivat hajottaa valkuaisaineita, jolloin syntyy mädäntyneen hajua. [18, s. 35.]

Tässä työssä tutkittiin EHEC-bakteeria eli *Escherichia colia*, aerobisia kokonaisbakteereita ja anaerobisia sulfiittia pelkistäviä bakteereita. Nämä kolme testiä ovat yleisimpiä testejä arvioitaessa makkaramassan mikrobiologista laatua. [20.]

E.coli on suolistoperäinen bakteeri, joka voi aiheuttaa ruokamyrkytyksen [18, s.36]. Aerobiset kokonaisbakteerit antavat kuvan massan yleisestä mikrobistasosta. Testissä näkyy vain hapellisissa oloissa kasvavat bakteerit. Bakteerien määrä voi nousta väärässä säilytyslämpötilassa tai jos massaa säilytetään liian pitkään. [21.] Sulfiittia pelkistävät bakteerit ovat yleensä Clostridium bakteereita, kuten *Clostridium perfringens* ja *Clostridium botulinum*. Ne kasvavat hapettomissa olosuhteissa ja voivat aiheuttaa vakaviakin ruokamyrkytyksiä. [22; 23.]

5 Työn toteutustavat

Työ oli kehitystyö, joka tehtiin havainnointia ja asiantuntijahaastatteluita hyödyntäen. Havainnointi ja asiantuntijahaastattelut valittiin menetelmiksi, koska haluttiin saada tuoretta tietoa, eikä kyseisestä aiheesta ollut teorian tietoa tarpeeksi. Tutkimusmenetelminä käytettiin myös kuiva-ainemääritystä ja mikrobiologista testiä. Tutkimuksen osana tehtiin myös jäähiletestiajot ja putkipossutustesti.

5.1 Havainnointi ja havainnointikierrokset

Havainnointi on tutkimusmenetelmä, jolla saadaan tietoa esimerkiksi ihmisten käytöksestä ja toiminnasta, vuorovaikutuksesta ja muuttuvista tilanteista. Havainnoinnissa havainnoija saattaa vaikuttaa havainnoitavaan tilanteeseen, joka voi olla ongelmallista. Havainnoijan tulisi olla objektiivinen, jottei havainnoijan tunteet ja asenteet vaikuttaisi tuloksiin. [24, s. 210–212.]

Havainnointi voi olla systemaattista tai osallistuvaa. Systemaattisessa havainnoinnissa havainnointi tapahtuu joko luonnollisessa tilanteessa tai rajatussa tilassa, kuten laboratoriossa. Systemaattisessa havainnoinnissa havainnointi on jäsenneiltyä ja systemaattista ja havainnoija on ulkopuolelta tuleva toimija. Osallistuva havainnointi voi olla joko osallistujana havainnointia tai täydellistä osallistumista. Täydellinen havainnointi tarkoittaa sitä, että havainnoija on osa ryhmää ja osallistujana havainnointi tarkoittaa havainnoijan olemista ryhmässä vain havainnoinnin vuoksi. [24, s. 210–212.]

Työn aikana tehtiin neljä havainnointikierrosta, joiden tavoitteena oli saada tietoa biojätteen määrästä ja kohdista, joissa sitä syntyi. Ensimmäisellä havainnointikerralla keskityttiin biojätteen syntykohtiin ja määrään. Toisen havainnoinnin tarkoituksena oli haastatella ruiskutuksen työnjohtajaa ja livaston työntekijöitä heidän näkemyksistään biojätteen muodostumisesta ja määrän vähentämisestä. Kolmannella havainnoinnilla tehtiin putkiston pallotesti. Viimeisellä havainnointikerralla oli tarkoitus havainnoida paikkoja ja laitteita, joihin ensimmäisellä kerralla oli selvästi jäänyt makkaramassaa, eli joissa biojätettä syntyi paljon. Työn aikana yritykselle annettiin kehitysehdotuksia, joten tarkoituksena oli myös seurata niiden vaikuttavuutta ja verrata yrityksen Excel-taulukoon kirjaamia biojätteen kilogrammamääriä ensimmäisen ja viimeisen havainnointikerran välillä.

5.2 Asiantuntijahaastattelut

Haastattelu on yksi käytetyimmistä tiedonkeruutavoista. Haastattelussa haastattelija ja haastateltava keskustelevat tutkimusaiheesta joko järjestelmällisesti tai vapaasti. [25.] Haastatteluja on monta eri tyyppiä. Niitä ovat teemahaastattelu, strukturoitu haastattelu, avoin haastattelu ja syvähaastattelu. Tässä opinnäytetyössä haastattelutyypinä oli teemahaastattelu, jossa aihe oli rajattu, mutta keskustelu oli melko vapaata. [26.]

Asiantuntijahaastatteluissa on aina jokin erityinen tarkoitus ja päämäärä, ja erityiset osallistujaroolit. Nämä tekijät erottavat asiantuntijahaastattelut normaalista arkikeskustelusta. Tutkimushaastattelija on usein tietämätön haastateltavasta asiasta ja haastateltavalla on taas tietoa haastateltavasta asiasta. Päämääränä on siis saada haastateltavalta tietoa. Tutkimuksen tavoite ohjaa haastattelua ja sen kulkua. [27, s. 22–23.] Tässä työssä haastateltiin muun muassa yrityksen ruiskutuksen työnjohtajaa ja livaston työntekijöitä.

5.3 Jäähiletestiajot ja putkipossutus

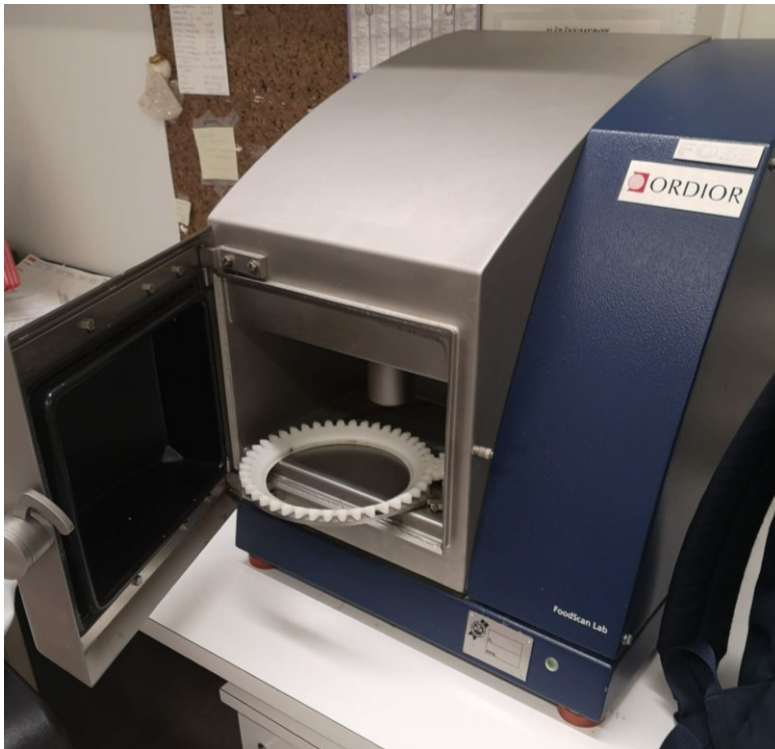
Livaston työntekijät tekivät livaston esiseoksessa olevan massanvalmistukseen kuuluvan ruuvikuljettimen puhdistustestin jäähileellä, jonka tarkoitus oli saada ruuvikuljettimessa olevat massat vielä hyödynnettyä illan viimeiseen erään, jolloin massaa ei jäisi ruuvikuljettimeen, ja näin ollen menisi biojätteeseen. Testillä testattiin jäähiletestiajon toimivuutta, eli saataisiinko sen avulla massa irti ruuvikuljettimesta.

Kolmannella havainnoinnilla testattiin putkipossutusta eli pallon syöttämistä livastossa olevaan blenderin putkistoon. Putkipossutuksen tavoitteena oli saada tietoa siitä, kuinka paljon CIP-järjestelmän putkistoihin jää makkaramassaa. Tarkoituksena oli ajaa pallo yhden CIP-putkisto-osan läpi. CIP (Clean In place) on elintarviketeollisuudessa käytetty automaattinen pesumenetelmä, jossa vesi ja puhdistavat ja desinfioivat aineet kiertävät suljetussa systeemissä ja puhdistavat putkistojen ja laitteiden sisäpintoja. CIP-järjestelmää käytetään lihateollisuudessa myös putkistojen tyhjentämiseen massasta. [28]. Putkistossa oleva massa ja pesuedet päätyvät kierron jälkeen omaan altaaseen, josta vesi siivilöityy suurilta osin pois. Jäljelle jäänyt massa lapioidaan biojäteastiaan ja punnitaan [12]. Pallo oli halkaisijaltaan 95 mm. Pallo ei ole elintarvikekäyttöön soveltuva, joten sitä

ei voi käyttää sellaisen massan ulostuomiseen, mitä käytetään vielä uudestaan, mutta testaukseen se sopi hyvin [20].

5.4 Kuiva-ainepitoisuuden analysointi

Kuiva-ainepitoisuus haluttiin selvittää, sillä haluttiin tietää, kuinka paljon biojätteessä on vettä. Biojätteestä otettiin kolme näytettä eri biojättemassoista ja niistä kaksi rinnakkaista näytettä. Näytteet otettiin livaston blenderistä, nakkilivaston yhdestä biojäteastiasta, johon oli lapioitu lattialta massaa ja vettä, ja CIP-pesujärjestelmän altaasta ensimmäisestä huuhtelusta. Näytteet analysoitiin FoodScan-laitteella, joka on tarkoitettu lihan analysointiin. Kuvassa 4 näkyy FoodScan-liha-analysaattori.



Kuva 4. FoodScan-liha-analysaattori

FoodScan-liha-analysilaitetta käytetään rutiinianalyysointiin kaikissa lihantuotannon vaiheissa. Näyte homogenisoidaan ensin tehosekoittimella ja sen jälkeen siirretään

maljalle ja malja laitetaan laitteeseen. Laitteessa infrapunasäteily tunkeutuu näytteeseen ja laite antaa tulokset 50 sekunnissa. [29.] Näytteistä tutkittiin kosteuspitoisuus, rasvapitoisuus ja proteiinipitoisuus.

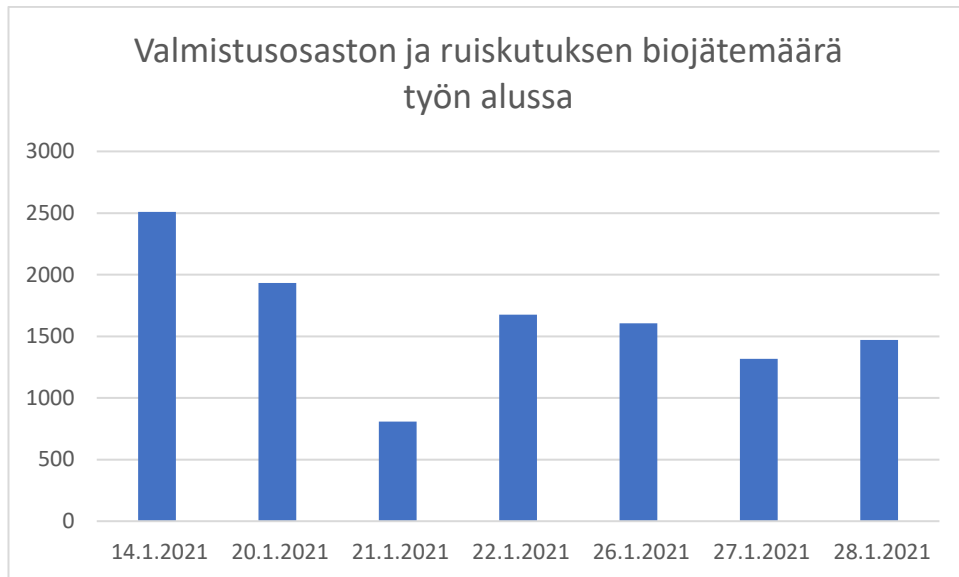
5.5 Mikrobiologiset testit

Tässä työssä tarkasteltiin makkaramassan mikrobiologista laatua nakkilivastossa blenderiin päivän päätteeksi jääneestä massasta ja tutkittiin, voisiko sitä käyttää seuraavan päivän massa. Testissä tutkittiin EHEC-bakteeria eli *Escherichia coli*, aerobisia kokonaisbakteereita ja anaerobisia sulfiittia pelkistäviä bakteereita. Nämä kolme testiä ovat yleisimpiä testejä arvioitaessa makkaramassan mikrobiologista laatua. [20.]

6 Tulokset

6.1 Biojätteen määrä livastossa ja ruiskutuksessa

Biojätettä muodostuu lihan vastaanotossa ja ruiskutuksessa yhteensä viikkotasolla 4000–6000 kg. [30.] Kuvassa 5 näkyy pylväsdiagrammi yhden viikon biojättemääristä työn alussa.



Kuva 5. Biojättemäärät tammikuun eri päiviltä työn alusta. Ruiskutuksen ja livaston biojätteet on laskettu yhteen [29].

Tuotantomäärä viikottasolla oli työn alussa noin 576 868 kg. Biojätteen määrä tuotantomäärään suhteutettuna on viikossa noin 4 %. Määrä on siis vuositasolla melko paljon. Työn alussa livastossa muodostui biojätettä päivässä keskimäärin 870 kg ja ruiskutuksessa 750 kg. [30.]

6.2 Ensimmäiset havainnointikierrokset

Ensimmäisellä havainnointikerralla biojätettä näytti muodostuvan ruiskutuksessa eniten nakkiruiskun suppiloista ja ruiskutuksen biojäteastioista. Livastossa eniten biojätettä syntyi blendereistä, silloista, putkistoista ja pumppuvuodoista/teknisistä vioista. Nakkiruiskun suppiloihin jäi paljon lihamassaa. Ruiskutuksessa massat kaavitaan heti, kun huomataan, että käytettävä massa alkaa loppua, jolloin kaavitut massat saadaan vielä käytettyä. Nakkiruiskussa näin ei kuitenkaan toimita. Kuvassa 6 on nakkiruiskutuksen suppilo tuotannon päätyttyä ennen pesua.



Kuva 6. Nakkiruiskutuksen suppilo ennen pesua.

Biojäte muodostui etupäässä lihamassasta, erilaisista lihanpaloista, suolista ja esimerkiksi laadultaan huonoista nakkimakkaroista. Blendereihin, silloihin ja putkistoihin jäi paljon massaa. Suurin osa niistä pestään CIP-kiertopesujärjestelmällä. Kuvassa 7 näkyy CIP-pesujärjestelmän allas, johon massat lopulta päätyvät, ja josta massat lapioidaan biojäteastiaan ennen punnitusta.



Kuva 7. Pesukeskuksen CIP-järjestelmän allas, johon makkaramassa ja pesuedet lopulta päätyvät.

Pumppuvuodot tai muut tekniset viat lisäävät paljon biojätteen syntymistä. Vikojen korjaus voi kestää kauan, koska esimerkiksi varapumppuja ei välttämättä ole käytössä juuri silloin, kun pumppu hajoaa, jonka takia massaa voi vuotaa laitteistoista lattialle melko paljonkin. [20.] Kuvassa 8 näkyy pumppuvuoto ja sitä seurannut massan valuminen

lattialle. Nakkilivastossa putkiin ja laitteisiin, jotka eivät kuulu CIP-järjestelmään, jäi paljon massaa, joka näkyy kuvassa 9.



Kuva 8. Pumppuvuoto nakkilivastossa



Kuva 9. Nakkilivastossa putkiin jäänyttä massaa.

Ruiskutuksen työnjohdon mukaan ruiskussa eniten biojätettä syntyy tuotevaihoista. Tuotevaihoissa suppilossa on vielä hieman edellisen tuotteen massaa jäljellä, jolloin

uutta tuotetta ajaessa aluksi massaan sekoittuu vielä edellisen tuotteen massaa, jonka takia massa päättyy biojätteeseen. Työnjohtajan mukaan massaa voisi hyödyntää johonkin, mutta se pitäisi tehdä nopeasti, jotta massa ei alkaisi jo pilaantua. [31.] Nakkiruiskutuksen puolella olevat ruiskusuppilot ovat korkeita, eivätkä työntekijät ylety kaapimaan niiden massoja tuotevaihdon tai työpäivän päättyessä, jonka takia nakkiruiskusuppiloiden massan hyödyntäminen on haastavaa. Ruiskun puolella massat pystytään kaapimaan, koska suppilot ovat matalampia.

6.3 Jäähiletestiajo

Livaston työntekijät olivat sitä mieltä, ettei jäähileellä saisi ruuvia puhdistettua, sillä sitä oli koitettu jo aiemminkin, eikä se ollut onnistunut. Työntekijöiden mielestä myös massan koostumuksella oli vaikutusta testiin: jos massa on kovin nestemäistä, tulee se jäähileen mukana helpommin, kuin kovin rasvainen massa, joka on tarttunut ruuvien pintaan. [32.] Ensimmäisellä jäähiletestiajon havainnointikerralla ei pystytty ottamaan tilanteesta kuvaa ennen ajoa, mutta ajon jälkeen kuva saatiin otettua. Ennen-kuvan puuttumisen takia jäähiletestiajo havainnoitiin vielä uudestaan. Kuvassa 10 näkyy ensimmäisen havainnointikerran jäähiletestiajon lopputulos, jossa ruuvi on melko puhdas. Tämä antaa toiveita siitä, että jäähile toimisi löysemmän massan puhdistamiseen. Ruuvilla on ajettu

erilaista massaa, kuin kuvissa 11 ja 12, joissa on ajettu broilerimassaa. Kuvat 10 ja 11 on otettu toiselta jäähiletestiajokerralta.



Kuva 10. Esiseoksen ruuvikuljetin ensimmäisen jäähileajon jälkeen, jolloin ennen-kuvaa ei saatu otettua.



Kuva 11. Esiseoksen ruuvin tilanne ennen toista jäähiletestiajoo.



Kuva 12. Tilanne toisen jäähiletestiajon jälkeen.

Kuvista 11 ja 12 huomaa, että broilerimassaa ajettaessa ei jäähileestä ollut hyötyä, eli sillä ei saanut massaa pois ruuvista. Jäähilettestistä ei saatu varmaa tietoa siitä, olisiko siitä hyötyä biojätteen vähentämiseksi, sillä tulos riippuu niin paljon massan koostumuksesta. Ensimmäiseltä kerralta ei saatu ajoa ennen kuvaa, jonka takia jäähiletestiajo tulisi suorittaa tulevaisuudessa vielä uudestaan jollakin löysemmällä massalla, jotta varmistuttaisiin siitä, että siitä olisi hyötyä biojätteen määrän vähentämisessä.

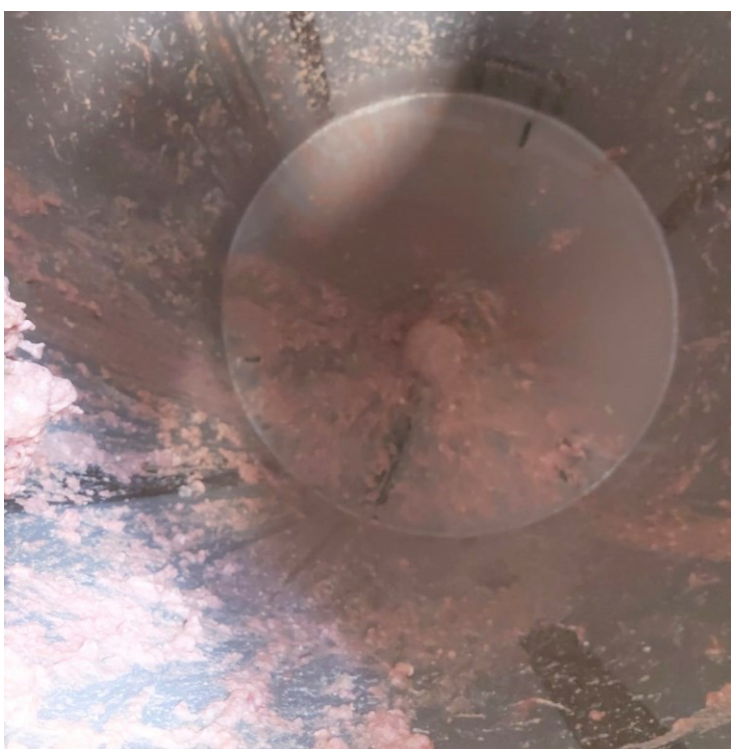
6.4 Putkipossutus

Ensimmäinen putkipossutus-testi tehtiin löysällä vetisellä makkaramassalla. Pallo ajettiin yhdestä livaston blenderistä isoon siiloon. Kyseisessä blenderissä sekoitetaan massa leikkelemakkaroita varten. Siilosta otettiin ajosta ennen ja jälkeen kuvat, eikä niissä ollut eroja makkaramassan osalta. Siilossa putken ulostuloaukossa oli sieppari, johon pallo jäi, ja siihen jäi myös hieman massaa ajon jälkeen, mutta massan määrä ei ollut kovin suuri. Livaston työntekijät epäilivätkin, että massan löysyys ja vetisyys vaikuttivat siihen, ettei massaa ollut jäänyt putkistoon paljon [32].

Testi tehtiin vielä toisella paksummalla massalla ja katsottiin, vaikuttaako se lisäävästi massan ulostulomäärään. Kuvissa 13 ja 14 näkyy tilanteet ennen ja jälkeen testiajon. Kuvista näkyy, että jälkeen kuvassa on enemmän massaa. Testistä voi päätellä, että paksummalla massalla palloajosta olisi hyötyä. Massoja ei pystytty punnitsemaan, joten kilogramma määriä ei saatu.



Kuva 13. Siilon tilanne ennen pallotestin tekoa.



Kuva 14. Siilo pallotestijon jälkeen.

6.5 Viimeinen havainnointikierros

Havainnointikierroksesta huomasi, ettei suurinta osaa kehitysehdotuksissa mainituista toimenpiteistä ollut vielä ehditty tehdä, sillä pääasiassa biojätteen määrä oli silmämääräisesti samalla tasolla, kuin ensimmäisellä havainnointikierroksella. Nakkilivaston blenderi näytti puhtaammalta ensimmäiseen kertaan verrattuna ja myös nakkiblenderin allas oli puhtaampi, kuin ensimmäisellä havainnoinnilla. Massanvalmistuksen kutteri näytti myös puhtaammalta. Se, oliko havainnot vain sattumia, vai oliko kehitysehdotuksia tehty niissä kohdissa, jäi kuitenkin hieman epäselväksi. Työntekijän haastattelun mukaan ainakaan esiseoksen ruuville, joka oli yksi kohde, jota viimeisellä havainnointikierroksella havainnoitiin, ei tehty jäähiletestiajtoa havainnointikierrospäivänä.

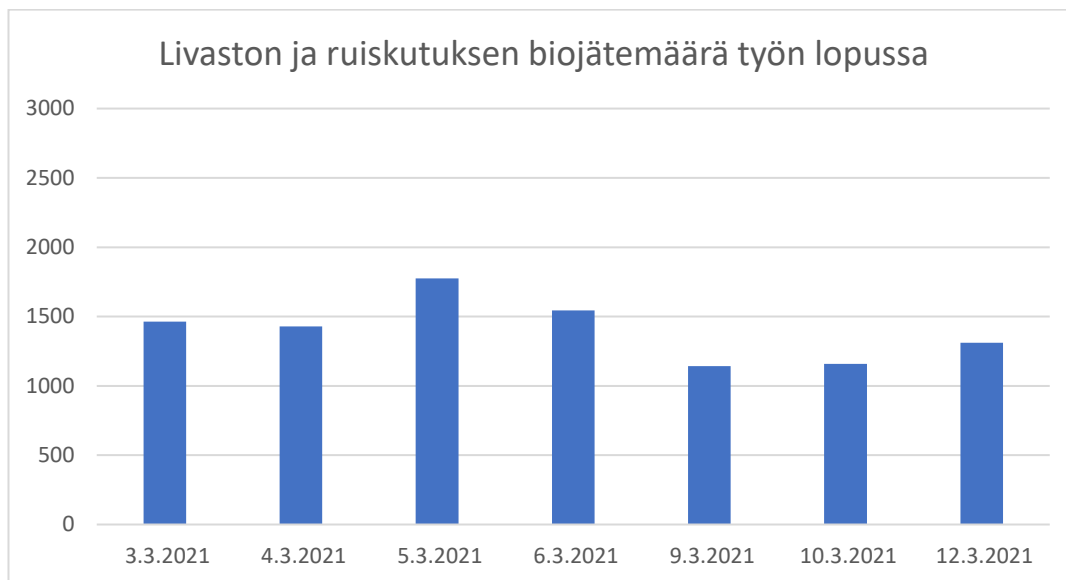


Kuva 15. Viimeisellä havainnoinnilla havaittu vuoto.

Teknisiä vikoja ei kierroksella näkynyt niin paljon, kuin viimeksi, mutta edelleen livastossa oli kohtia, joissa selvästi oli jokin vuoto, ja massaa oli valunut lattialle huomattava määrä, kuten kuvassa 15 näkyy.

Yrityksen oman Excel-muotoisen biojätetaulukon mukaan biojätettä muodostui työn loppuvaiheessa livastosta keskimäärin 640 kg ja ruiskutuksesta 770 kg päivässä [30].

Livastossa määrä on selkesti pienempi, kuin ensimmäisenä havainnointiviikkona työn alussa, jolloin määrä oli noin 870 kg. Ruiskutuksessa määrä on suurin piirtein sama, kuin ensimmäisellä kerralla. Tämä johtunee siitä, että suurin osa kehitysehdotuksista on tehty livastoa varten ja siellä myös oli kehitysehdotuksia otettu käyttöön viimeiselle havainnointijaksolle. Kuvassa 16 näkyy työn loppuvaiheen biojättemääriä maaliskuussa.



Kuva 16. Biojättemäärät maaliskuun eri päiviltä työn loppuvaiheessa. Ruiskutuksen ja livaston biojättemäärät on laskettu yhteen [30].

Tuotantomääriin verrattuna biojättemäärät vähentyivät tammikuun loppupuolelta maaliskuun alkuun. Taulukossa 1 näkyy tuotanto- ja biojättemäärät työn alussa ja lopussa ja biojätteen osuus tuotantomäärästä prosentteina.

Taulukko 1. Yrityksen tuotantomäärät, biojätteen määrä ja biojätteen osuus tuotantomäärästä työn alussa ja lopussa viikkotasolla [30].

	Tuotantomäärä	Biojätteen määrä keskiarvona	Biojätteen määrä tuotantomäärästä (%)
Alku	576868	22382	3,9
Loppu	546870	18080	3,3

Biojätteen määrä suhteutettuna tuotantomäärään on pienempi työn lopussa verrattuna alkutilanteeseen, joten kehitysehdotuksilla on ollut vaikutusta biojätteen määrään.

6.6 Kuiva-ainemäärityksen ja mikrobiologisen testin tulokset

Kuiva-ainemäärityksellä selvitettiin biojätteeksi päätyvän massan kuiva-aine- ja kosteuspitoisuutta, jotta saatiin selville, kuinka paljon vettä biojätteessä on mukana. Taulukossa 2 näkyvät määrityksen tulokset.

Taulukko 1. Kuiva-ainemäärityksen tulokset. Kaikista näytteistä tehtiin myös rinnakkaismääritykset.

Tuote	Kosteus, %	Rasva, %	Proteiini, %
Nakkilivaston biojäteastia	70,9	9,4	11,8
Nakkilivaston biojäteastia	70,6	9,7	12,1
CIP	65,5	21,3	9,4
CIP	66,9	20,0	9,1
Livaston blenderi	74,2	14,7	7,9
Livaston blenderi	78,6	10,2	8,7

Tuloksista nähdään, että kuiva-ainemäärä näytteissä on melko alhainen. Makkaramassan vesipitoisuus on makkaraa tehdessä yleensä noin 30 % [18, s. 58]. Korkeat vesipitoisuudet selittyvät sillä, että kaikkiin näytteisiin on sekoittunut myös pesuvettä. CIP-pesujärjestelmän näytteissä vettä on vähiten, joka selittyy sillä, että näyte otettiin CIP-pesun ensimmäisestä huuhteesta, jolloin massaa tulee altaaseen eniten.

Tuloksista voisi päätellä, että jos veden kulutusta massan huuhteluun ja laitteistojen pesuun saataisiin vähennettyä, ei biojätettä syntyisi niin paljon, sillä iso osa biojätteestä on vettä. Ensimmäisellä havainnoinnilla livastossa biojätettä syntyi keskimääräisesti 870 kg. Siitä vettä olisi tulosten mukaan noin 620 kg. Kuiva-ainetta olisi siis noin 280 kg. Vaikka veden osuus ei biojätteessä oikeasti näin paljon olisi, sillä lihassa on itsessään vettä ja sitä on käytetty myös valmistusvaiheissa massaan, on veden määrä kuitenkin todella merkittävä biojätteen määrässä. Vedenkulutuksen vähentäminen on siis näennäisessä roolissa myös biojätteen määrän vähentämisessä, sillä vaikka itse biojätteen määrä ei vähene, niin kun veden määrä vähentyy, ei vettä punnita niin paljon biojätteen mukana, jolloin biojätteen määrä pienentyy.

Mikrobiologisella testillä selvitettiin nakkiblenderin huuhteen mikrobiologista laatua. Tuloksista havaittiin, että makkaramassan mikrobiologinen laatu oli hyvää. Kuvassa 17 näkyy testitulokset. Ohjeavot mikrobiologiselle laadulle makkaramassassa olivat

aerobisten bakteerien osalta $< 5 \times 10^6$, E. colille $< 5 \times 10^2$ ja anaerobisille sulfiittia pelkistäville bakteereille $< 5 \times 10^2$. Tulokset olivat siis selkeästi raja-arvojen sisällä.

Analyysi	Menetelmä	Yksikkö	1007-1 Makkaramassat Nakkilivaston blenderin huuhte Ikä: 1
Aerobiset kokonaisbakteerit 30 °C Tempo AC	* Sisäinen menetelmä, Tempo AC	pmy/g	=140000
Escherichia coli, Tempo	* Sisäinen menetelmä Tempo EC	pmy/g	<10
Anaerobiset sulfiittia pelkistävät bakteerit	NMKL 56/2008	pmy/g	<100
pH	SFS-ISO- 2917:E		6,3

Kuva 17. Mikrobiologisten testien tulokset.

Nakkilivaston blenderin massaa voi siis käyttää seuraavana päivänä uuteen massaan. Huuhdetta voi käyttää veden asemasta, mutta ei pelkkänä massana, sillä blenderin massassa on paljon huuhteluvettä mukana, jonka takia sen vesipitoisuus on suuri, niin kuin kuiva-ainemäärityksestä nähtiin. Veden tilalla massaa käytettäessä massan lihapitoisuus nousee hetkellisesti. [20.]

7 Kehitysehdotukset ja biojätteen hyödyntäminen

7.1 Kehitysehdotukset biojätteen määrän vähentämiseksi

Työntekijöiden loppusiivouksella on suuri merkitys biojätteen syntymiseen. Mitä huolellisemmin tehty loppusiivous, sitä vähemmän biojätettä syntyy. Kuitenkaan se ei pelkää riittä, vaan jäljelle jäänyttä massaa tulisi pystyä vielä käyttämään hyödyksi. Ideaalinen tilanne olisi se, että massaa voitaisiin hyödyntää seuraavan päivän massaan, mutta kaikissa tapauksissa tämä ei ole enää mahdollista. Kun lihaa hienonnetaan, vapautuu lihasta lihasnestettä ja samalla lihan pinnalla olevat mikrobit sekoittuvat jauhettuun lihaan. [33, s. 2.] Pilaantumisriski suurenee ja se hankaloittaa hienonnetun lihan käyttämistä, sillä mitään riskejä, että huonolaatuinen massa pilaa uuden massan, ei voi ottaa.

Tuotannon työntekijöiden tai siivousyrityksen työntekijöiden tulisi suorittaa loppusiivous huolellisesti esimerkiksi kaapimalla jäljelle jäänyt massa oikeanlaisilla välineillä. Puhdistus vedellä huuhtelemalla kuluttaa paljon vettä, joten suurimmat makkaramassat tulisi puhdistaa jo ennen veden käyttöä. Paras toimintatapa olisi se, että ennen viimeistä erää tai ajoa, laitteet yritettäisiin kaapia mahdollisimman hyvin, jotta kaikki massat saataisiin käyttöön viimeiseen ajoon. Ruiskussa ruiskusuppilot kaavitaan ennen, kuin tuote loppuu, jotta saadaan viimeisetkin massat käyttöön, ja tämänkaltainen toimintatapa olisi hyvä kaikkialla muuallakin.

Jotta laitteet saataisiin puhdistettua mahdollisimman hyvin, tarvittaisiin kuitenkin oikeita työvälineitä. Yksi mietinnässä oleva puhdistustapa on paineilma. Tehtaalla on nakkiruiskutusuppiloiden lähellä paineilmaletkuja, joilla voisi mahdollisesti saada massat ”työnnettyä” eteenpäin, jotta massat saataisiin hyödynnettyä loppuun asti. Muita välineitä voisi olla esimerkiksi pitkät lastat tai harjat, joilla saisi kaavittua putkien sisälle jäänyttä massaa. Yksi vaihtoehto, jolla voitaisiin vähentää veden määrää biojätteessä olisi mollat, joiden pohjassa olisi suodatin, jolloin vesi pääsisi läpi suodattimesta lattialle, mutta massa jäisi mollaan.

Makkaramassaa, jota ei vielä ole hienonnettu, voisi hyödyntää illan viimeiseen erään tai mahdollisesti seuraavan päivän massaan esimerkiksi veden tilalla. Tällä tavoin pystytään hyödyntämään ainakin nakkilivaston blenderin mikrobiologisesti tutkittua massaa, ja tulevaisuudessa voisi tehdä lisää mikrobiologisia tutkimuksia eri massoille, jotta nähtäisiin paremmin, mitä massaa oikeasti pystyy vielä hyödyntämään. Livaston esiseoksen ruuvien puhdistaminen jäähileellä ja sen massan käyttäminen illan viimeiseen erään on myös järkevä toimenpide, jolla saataneen vähennettyä ruuviin jäänyttä massaa. Jäähileajoa tulisi kuitenkin vielä testata löysemmälle massalle, sillä paksulle ja tarttuvalle massalle jäähileajosta ei näyttänyt olevan hyötyä.

Tulevaisuudessa, jos biojätteen määrän vähentämistä yrityksessä halutaan vielä edistää lisää, hienonnetun massan tutkiminen ja hyödyntäminen voisi olla yksi toimenpide, jolla saisi biojätteen lopullista määrää vielä pienennettyä. Hienonnetun massan käyttö ei kuitenkaan ole ongelmatonta, ylempänä mainittujen seikkojen vuoksi. Massa pitäisi myös pystyä hyödyntämään mahdollisimman nopeasti.

Pumppuvuotojen ja muiden teknisten vikojen korjaamisen tulisi olla tehokkaampaa, ja varapumppuja tulisi olla varastossa. Teknisten vikojen vuoksi massaa valuu lattialle, jolloin se päätyy suoraan biojätteeksi. Korjauksia nopeuttamalla voitaisiin ehkäistä biojätteen muodostumista.

Cip-pesujärjestelmän putkiin jää massaa ja niiden ajaminen pois putkesta esimerkiksi ”putkipossutuksella” ehkäisisi massan päätymistä biojätteeseen. Yrityksellä on tällä hetkellä joitakin sopivia palloja putkien puhdistamiseen, mutta ne eivät ole elintarvikekäyttöön soveltuvia, eli niiden käytön jäljiltä massaa ei voisi enää hyödyntää. Niillä saisi kuitenkin putkistot tyhjennettyä massasta, jolloin veden kulutus putkistojen puhdistamiseen vähenee. Putkistoissa on sekä hienonnettua, että hienontamatonta massaa, jolloin niiden käyttö esimerkiksi johonkin tuotteeseen voisi olla haastavaa [20]. Pallo, joka sopisi elintarvikekäyttöön olisi kannattava ostos tehtaalle, varsinkin jos massoja pystyttäisiin vielä sen jälkeen hyödyntämään. Tässä työssä ei pystytty punnitsemaan massan määrää, joka tuli pallon mukana siiloon. Kuvista kuitenkin näkyi, että paksummalla massalla massaa tuli jo pieneltä alueelta jonkin verran, joten isomassa mittakaavassa putkista kertyy paljon massaa, jolloin pallosta on apua massan pois saamiseksi putkistosta.

7.2 Biojätteen hyödyntäminen

Biojätteen syntymistä ei pysty täysin estämään, vaikka sitä saadaankin vähennettyä monin eri tavoin. Biojätteestä voidaan tuottaa esimerkiksi maanparannusainetta ja biokaasua. Pääkaupunkiseudulla HSY (Helsingin seudun ympäristöpalvelut) käsittelee biojätettä osavirtamädätyksellä, joka tarkoittaa biojätteen mädätystä ja kompostointia. Biojätteen mädätys on lisääntynyt viime aikoina. Mädätyksestä syntyy kaasua, joka hyödynnetään energiana, ja mädätysjäännös käytetään lannoitteena tai viherrakentamisessa. Elintarviketeollisuudessa syntyy myös lietteitä, jotka käsitellään usein kompostointi- ja biokaasulaitoksissa. Jäljelle jäänyt osa voidaan hyödyntää esimerkiksi maanparannusaineena. [3.] Yrityksessä, johon työ tehtiin, biojätettä on hyödynnetty aikaisemmin esimerkiksi minkkien rehuna ja biokaasuna [20]. Kompostointi on biojätteen yleisin hyödyntämismuoto. Kompostointi synnyttää humusta, joka voidaan palauttaa maaperään ja sitä kautta kiertoon. [34.]

Elintarviketeollisuudessa syntyy paljon rasvaa ja tärkkelysperäistä jätettä, ja ne soveltuvat erinomaisesti anaerobilaitosten raaka-aineiksi ja sitä kautta biokaasun tuotantoon [35, s. 20]. Jos biojätettä halutaan käyttää energianlähteeksi, pitäisi biojätteen olla melko kuivaa. Senkin takia olisi hyvä, jos makkaramassan pesuvaiheessa massaa ei huuhdeltaisikaan vedellä, vaan se kaavittaisiin ensin laitteista pois, jolloin massaan ei sekoittuisi vettä ja massa olisi kuivempaa ja sitä kautta paremmin hyödynnettävissä esimerkiksi energiaksi. Energiaa saa kuitenkin tuotettua myös kosteasta biojätteestä esimerkiksi fermentoimalla, jolloin saadaan esimerkiksi biokaasua tai etanolia. Erityisesti eläinrasva ja öljyt, joita syntyy lihajalostuksessa, olisivat sopia energianlähteitä. Korkean vesipitoisuuden ja entsyymiaktiivisuuden takia eläinperäinen biojäte on kuitenkin biologisesti epävaakaata, koska pilaantumiseriski on suuri esimerkiksi hapettumisen takia. [36, s. 463.]

Biojätettä voi hyödyntää myös polttoaineena, kuten biodieselinä. Biodieselin tuotantoon sopisi hyvin lihateollisuudessa syntyvä biojäte, sillä yleisimpiä raaka-aineita biodieselin tuotantoon ovat kasvi- ja eläinrasvat. [34.] Biojätettä voisi käyttää lemmikki- tai turkiseläinten rehuksi. Jos biojäte on laitettu jo biojäteastiaan, ei biojätettä saa enää käyttää muiden, kuin edellä mainittujen eläinten ruokintaan. [37.]

8 Yhteenveto

Tämän kehitystyön tavoitteena oli saada tietoa biojätteen määrästä liha-alan yrityksen livastossa ja ruiskutuksessa, ja kehittää toimintatapoja niin, että biojätteen syntyminen vähentyisi.

Työ eteni erilaisilla havainnointikierroksilla, jotka antoivat kuvan siitä, mistä kohdista biojätettä syntyy eniten ja miksi. Työssä tehtiin myös analyyskejä biojätteeksi päätyvän massan mikrobiologisesta laadusta ja kuiva-ainepitoisuudesta. Työn aikana pidettiin useita palavereita, joilla seurattiin työn etenemistä ja pohdittiin jatkotoimenpiteitä. Palavereista ja muista yrityksen työntekijöiden haastatteluista sai myös paljon tietoa työhön. Käytännön työn osuus päättyi viimeiseen havainnointikierrokseen, jossa tarkoituksena oli havainnoida mahdollista muutosta ensimmäiseen havainnointiin verrattuna.

Biojätettä syntyi ruiskutuksessa ja livastossa tuotantomäärään suhteutettuna noin 3 prosenttia. Livastossa biojätteen muodostuminen oli suurempaa, sillä siellä massaa jää

helposti blendereihin, ruuveihin, putkistoihin ja laitteiden osiin, sekä myös tekniset ongelmat, kuten pumppuvuodot lisäävät biojätteen määrää. Ruiskutuksen puolella eniten biojätettä syntyi nakkiruiskun suppiloista ja tuotevaihtoista. Myös uuni- tai robottirikot voivat hetkellisesti nostaa biojätteen määrää.

Nakkilivaston blenderin makkaramassasta otettiin mikrobiologisia näytteitä, joilla haluttiin selvittää, pystytäänkö massaa käyttämään seuraavan päivän massaan veden asemasta. Tulokset kertoivat kyseisen massan laadun olevan mikrobiologisesti hyvää, joten massasta tehtyä huuhdetta pystytään hyödyntämään seuraavana päivänä, mikä on merkittävä asia biojätteen vähenemisen kannalta. Se myös osoittaa, että muutkin hienontamattomat massat voisivat olla mikrobiologiselta laadultaan niin hyviä, että ne saataisiin käytettyä hyödyksi.

Kuiva-ainemäärytyksissä haluttiin selvittää, mikä on biojätteen kuiva-ainepitoisuus ja kuinka paljon siinä on vettä. Määrittämisen avulla saatiin selville, että veden osuus biojätteestä oli melko suuri. Tulos ei ollut yllättävä, koska biojättemassojen sekaan menee paljon pesuvettä, sillä suurin osa laitteisiin jääneistä massoista huuhdellaan veden avulla lattialle, josta ne lapioidaan biojäteastioihin.

Biojätteen määrää voisi vähentää esimerkiksi hyötykäyttämällä massaa seuraavan päivän uuteen massaan, paremmalla loppusiivouksella, esiseoksen ruuvin jäähileajolla, sekä ajamalla putkiston pallolla ennen pesuveden kierrätystä putkistossa. Loppusiivoukset ja pallon käyttö putkistossa vähentävät veden tarvetta ja käyttöä, ja sitä kautta myös biojätteen määrää, kun vettä ei enää päädy biojätteeseen niin paljon. Pallolla saatua massaa voisi mahdollisesti tulevaisuudessa yrittää käyttää hyödyksi, mutta silloin pallon tulisi olla materiaaliltaan elintarvikekelpoinen, eli se ei saisi reagoida tuotteen kanssa tai vaikuttaa haitallisesti joko tuotteen laatuun tai kuluttajien terveyteen. [38.] Putkistossa on sekä hienontamatonta että hienonnettua massaa, minkä takia massan hyödyntäminen voi olla haastavaa.

Biojätettä tulee syntyvän siitä huolimatta, vaikka sitä yritetään vähentää. Syntyntä biojätettä voisi käyttää mahdollisuuksien mukaan rehuksi tai energian tuotantoon. Elintarviketeollisuudessa syntyvä biojäte soveltuu hyvin esimerkiksi biokaasun tuotantoon.

Työ antoi hyvät lähtökohdat biojätteen vähentämiselle yrityksessä. Työntekijöiden motivaatio biojätteen vähentämistä kohtaan on muutoksia ajatellen merkittävä tekijä ja kaikkien tulisikin sitoutua siihen, jos tuloksia tämänkin työn ehdottamilla keinoilla halutaan. Tulevaisuudessa yritys voi halutessaan paneutua aiheeseen hieman syvällisemmin ja jatkaa kehitysehdotusten jalostamista. Esimerkiksi hienonnetun massan mikrobiologiset testit ja massan käyttökohde voisivat olla tulevaisuudessa pohdinnassa.

Lähteet

- 1 Tavill, Gail. 2020. Industry challenges and approaches to food waste. *Physiology & Behavior*. Vol 223
- 2 Ruokahävikki Suomessa. Verkkoaineisto. Saa Syödä! <<https://www.saasyoda.fi/ruokah%C3%A4vikki-suomessa>>. Luettu 20.11.2020
- 3 Missä toiminnoissa jätebiomassoja syntyy? Verkkoaineisto. Luke. Biomassa-atlas. <<https://www.luke.fi/biomassa-atlas/biomassojen-kuvaukset/jate/>>. Luettu 25.11.2020.
- 4 Biojätehuolto Euroopan Unionissa. 2008 Verkkoaineisto. Euroopan Yhteisöjen Komissio. Vihreä kirja. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008DC0811&from=EN>>. Luettu 20.11.2020. Sivu 2
- 5 Vähemmän lihaa lautaselle. 2016. Verkkoaineisto. WWF-lehti. <<https://wwf.fi/wwf-lehti/wwf-lehti-1-2016/vahemman-lihaa-lautaselle/>>. Luettu 30.11.2020
- 6 Biodegradable Waste. Verkkoaineisto. European Commission. Environment. Luettu 30.11.2020.
- 7 Jätelaki. 1993. 1993/1072.
- 8 Materiaalitehokas toiminta säästää luontoa ja rahaa. 2008. Verkkoaineisto. Elinkeinoelämän keskusliitto EK. <http://www.kennotech.fi/doc/EKn_materiaalitehokkuusjulkaisu.pdf>. Luettu 15.1.2021. Sivut 8-11.
- 9 Ympäristövastuu luo turvaa ja tulevaisuutta. Verkkoaineisto. Elintarviketeollisuusliitto. <<https://www.etl.fi/ajankohtaista/tiedotteet/ymparistovastuu-luo-turvaa-ja-tulevaisuutta.html>>-Päivitetty 19.12.2018. Luettu 23.2.2021.
- 10 Ympäristöministeri. 2017. Ympäristönsuojelulain muutos ilmoitusmenettely. Verkkoaineisto. Vesilaitosyhdistys. <<https://www.vvy.fi/ajankohtaista/lausunto/ymparistonsuojelulain-muutos-ilmoitusmenettely-ym/>>. Julkaistu 13.10.2017. Luettu 06.03.2021.
- 11 Viikinmäen ja Suomenojan jätevedenpuhdistamoille johdettavien jätevesien raja-arvot. Verkkoaineisto. Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. <<https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/jateveden-raja-arvot/>>. Luettu 10.03.2021.

- 12 Yrityksen ulkoistaman puhtaanapitoyrityksen kohdevastaava. Vantaa. Keskustelu 26.01.2021.
- 13 Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus makkaran koostumuksesta ja pakkausmerkinnöistä annetun kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen muuttamisesta. 2002. 2002/987
- 14 Lihatuotteet. Verkkoaineisto. Ruokatieto Yhdistys ry. <<https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuan-matka-pelloilta-poytaan/elintarviketeollisuus/elintarvikkeiden-valmistus/lihatuotteet>>. Luettu 11.12.2020.
- 15 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös makkaran koostumuksesta ja pakkausmerkinnöistä. 1996. 1996/139.
- 16 Saarela, Anna-Maria; Määttä, Sinikka; Hyvönen, Paula; von Wright, Atte. 2005. Elintarvikeprosessit. 2. uudistettu painos. Savonia Ammattikorkeakoulu. Tampere: Tampereen Yliopistopaino Oy Juvenes Print.
- 17 Makkaran ainesosat. Verkkoaineisto. Lihatie-dotus ry. <<https://www.lihatiedotus.fi/ruokaa-lihasta/makkara-2/makkaran-ainesosat.html>>. Luettu 15.12.2020.
- 18 Leino; Pertti, Kohtala; Jari, Kymäläinen; Seppo, Tarvainen; Jukka, Henriksson; Jan. 2007. Liha-alan ammattioppi. Helsinki: Edita Prima Oy.
- 19 Makkaran kuori. Verkkoaineisto. Lihatie-dotus ry. <<https://www.lihatiedotus.fi/ruokaa-lihasta/makkara-2/makkaran-kuori.html>>. Luettu 10.12.2020.
- 20 Yrityksen Laatupäällikkö. Vantaa. Keskustelu 02.03.2021.
- 21 Sanojen selityksiä. Verkkoaineisto. Ruokavirasto. <<https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/usein-kysyttya---pk-yritysten-valvonta-ja-toimintaedellytykset/sanojen-selityksia/#Kokonaisbakteerit>> . Luettu 18.02.2021.
- 22 Clostridium botulinum ja botulismien ehkäisy. Verkkoaineisto. Ruokavirasto. <https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikkeiden-turvallisen-kayton-ohjeet/ruokamyrkytykset/ruokamyrkytyksia-aiheuttavia-bakteereja/clostridium-botulinum>. Päivitetty 19.12.2019. Luettu 18.02.2021
- 23 Clostridium perfringens. Verkkoaineisto. Ruokavirasto. <<https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikkeiden-turvallisen-kayton-ohjeet/ruokamyrkytykset/ruokamyrkytyksia-aiheuttavia-bakteereja/clostridium-perfringens/>>. Päivitetty 10.01.2019. Luettu 18.02.2021.
- 24 Hirsjärvi, Sirkka, Remes, Pirkko & Sajavaara, Paula. 13. painos 2007. Tutki ja kirjoita. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.

- 25 Anita Saaranen-Kauppinen & Anna Puusniekka. 2006. Haastattelu. Verkkoaineisto. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3.html>. Luettu 11.12.2020.
- 26 Ruismäki, Heikki. 2010. Haastattelututkimus. PowerPoint. Luettu 18.12.2020
- 27 Ruusu vuori, Johanna; Tiittula, Liisa. 2005. Haastattelu, tutkimus, tilanteet ja vuorovaikutus. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- 28 Perkiömäki, Jonna,; Koivunen, Hanne; Tuominen, Pirkko. 2015. Kirjallisuuskatsaus virusriskeistä elintarviketeollisuudessa. Verkkoaineisto. Ruokavirasto. <<https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/viruskirjallisuuskatsaus.pdf>>. Luettu 8.2.2021.
- 29 FOODSCAN™ FOR MEAT. Verkkoaineisto. Ordior Eesti OÜ. <<https://www.ordioreesti.ee/reuma/en/meat-industry/25-foodscan-for-meat.html>>. Luettu 23.2.2021.
- 30 Yrityksen omat biojätetaulukot. Excel. 10.3.2021.
- 31 Yrityksen ruiskutuksen työnjohtaja. Vantaa. Haastattelu 23.2.2021.
- 32 Livaston työntekijät. Vantaa. Keskustelu 23.2.2021.
- 33 Lihan laatu myymälöissä 2007. 2008. Oulun seudun ympäristövirasto. Verkkoaineisto. <<https://www.ouka.fi/documents/64417/ecd359b8-f5a1-4485-9f27-a1d25572ea0f>>. Luettu 25.2.2021.
- 34 Sairio, Miro. 2014. Ruokajätteen säilyminen. Opinnäytetyö. Hämeen Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 35 Pirkkamaa, Juha. 2014. Orgaanisen jätteen keräys ja käsittely Suomessa. Verkkoaineisto. Biolaitosyhdistys. <https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2019/06/Orgaanisen_jatteen_kerays_ja_kasittely_Suomessa.pdf>. Päivitetty 31.12.2014. Luettu 8.3.2021.
- 36 Mahro, B; Timm, M. 2007. Potential of Biowaste from the Food Industry as a Biomass Resource. Verkkoaineisto. Engineering in Life Sciences. 5.numero. <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/elsc.200620206>> Julkaistu 16.05.2007. Päivitetty 2.7.2007. Luettu 9.3.2021. s. 463.
- 37 Entisten elintarvikkeiden käyttö eläinten ruokinnassa. Verkkoaineisto. Evira. <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/elaintenpito/elaintaudit/entisten_elintarvikkeiden_rehukaytto.pdf>. Julkaistu 28.09.2015. Luettu 13.3.2021.

- 38 Elintarvikekontaktimateriaalit. 2015. Verkkoaineisto. Euroopan Komissio. <https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs_fcm_legis_pm-guidance_brochure_finl.pdf>. Luettu 2.4.2021.