
LIHAVALMISTEIDEN KYPSENNYS JA JÄÄHDYTYYS



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Bio- ja elintarviketekniikka

Visamäki 29.8.2012

Satu Mäkelä



VISAMÄKI

Bio- ja elintarviketekniikka

Elintarviketekniikka

Tekijä	Satu Mäkelä	Vuosi 2012
Työn nimi	Lihavalmisteiden kypsennys ja jäähditys	

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana oli Saarioinen Oy, Valkeakosken tuotantolaitos. Työssä tarkasteltiin erilaisten lihavalmisteiden kypsennys- ja jäähdytysvaiheita. Työssä selvitettiin lihavalmisteosaston kypsennys- ja jäähdytyskaappien lämpötilat eri puolilta kaappeja eri tuotteiden kypsennyksen ja jäähdytyksen aikana. Tavoitteena oli varmistaa, että kypsennys- ja jäähdytysolosuhteet takaavat tuotteille hyvän mikrobiologisenlaadun ja varmistaa patogeenisten mikrobin tuhoutuminen kypsennysprosessissa.

Työssä sovellettiin teoriaa ja tehtiin käytännön lämpötilamittauksia kypsennys- ja jäähdytysprosessivaiheista. Prosessin lämpötiloja mitattiin tuotanto-olosuhteissa. Mittauksissa käytetyt lämpötilamittarit olivat joko langattomia loggereita tai kahdeksankanavainen termopari-mittari. Lämpötila-antureita oli mittauksissa tuotteiden sisällä ja ulkopuolella. Mittaustulokset eli eri tuotteiden sisälämpötilat ajan funktiona yli 72 °C:n lämpötiloissa lämmitys- ja jäähdytysvaiheissa raportoitiin taulukkomuodossa. Tulokset osoittivat että kypsennysprosessi oli riittävä patogeenisten mikrobin tuhoamiseksi. Tuloksista voitiin myös päätellä, että kypsennyskaappien lämpötilat olivat tasaiset joka puolella kaappeja. Tulosten perusteella jäähdytys ei ollut kaikilla tuoteryhmillä riittävän tasainen. Toimenpiteiksi kokeiltiin tuotteiden kaliiberin pienentämistä ja laitteiston sekä ohjelmien tarkastusta. Toimenpiteiden jälkeen suositeltiin tehtäväksi uusintamittaukset.

Avainsanat Lihavalmiste, lämpötilamittaus, lämmitys, jäähdytys

Sivut 36 s. + liitteet 10 s.

VISAMÄKI

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering

Food Engineering

Author

Satu Mäkelä

Year 2012

Subject of Bachelor's thesis

Meat products cooking and cooling

ABSTRACT

The commissioner for this thesis was Saarioinen Oy, Valkeakoski factory. This thesis examined different kind of meat products cooking and cooling steps. The thesis clarified cooking and cooling temperatures of different products in different sides of the cooking and cooling cabinets in the meat product department during the cooking and cooling process. The aim was to ensure that the cooking and cooling conditions guaranteed good microbiology quality to products and the destruction of pathogenic bacteria in the cooking process.

In this thesis was applied theory and measurements were made in cooking and cooling process steps. Process temperatures were measured during the product-making process. Thermometers used in measurement were either cordless loggers or the eight-canal thermocouple meter. Temperature sensors were within and outside the products. Results of measurements for example, different products, internal temperatures as a function of time over 72 °C temperatures, and the cooking and cooling stages, were reported in table form. The results showed that the cooking process was sufficient to destroy pathogenic microbes. Gathered information can conclude that cooking and cooling cabinet conditions were at an adequate constant temperature throughout the cabinets. Gathered information shows that cooling was not regular enough in all product groups. Measures tested caliber reduction of the products, and equipment and software control. After operation new measurements were recommended.

Keywords Meat product, temperature measurement, heating, cooling**Pages** 36 p. + appendices 10 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	LIHAVALMISTEET.....	2
2.1	Makkarat.....	2
2.2	Täyslihavalmisteet.....	2
3	KEITTOMAKKAROIDEN VALMISTUS.....	3
3.1	Savustus.....	3
3.2	Kypsennys.....	4
3.3	Jäähdytys.....	6
3.4	Suolet.....	6
4	TÄYSLIHAVALMISTEIDEN VALMISTUS.....	7
4.1	Savustus.....	7
4.2	Kypsennys.....	8
4.3	Jäähdytys.....	8
5	HAITALLISET MIKROBIT ELINTARVIKKEISSA.....	8
5.1	Bacillus cereus.....	9
5.2	Clostridium botulinum.....	9
5.3	Staphylococcus aureus.....	9
5.4	Salmonella-suku.....	10
5.5	Kampylobakteerit.....	10
5.6	Yersinia.....	11
5.7	EHEC-bakteeri.....	11
5.8	Clostridium perfringens.....	11
5.9	Listeria.....	12
6	LISTERIA MONOCYTOGENES.....	13
6.1	Kasvuolosuhteet.....	13
6.1.1	Lämpötila.....	14
6.1.2	pH-arvo.....	15
6.1.3	Veden aktiivisuus.....	15
6.1.4	Suolapitoisuus.....	15
6.2	Kiinnittyminen pinnoille ja biofilmin muodostuminen.....	16
6.3	Ongelma elintarviketeollisuudessa.....	16
6.4	Desinfointiaineiden vaikutus ja teho.....	17
7	TYÖN KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS.....	21
7.1	Tavoitteet.....	21
7.2	Lämpötilojen mittaussuunnitelma.....	21
7.2.1	Kaliiberiltaan alle 90 mm tuotteet.....	23
7.2.2	Kaliiberiltaan yli 90 mm tuotteet.....	24
8	MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU.....	24
8.1	Kaliiberiltaan alle 90 mm tuotteet keittokaapeittain.....	25

8.2	Kaliiberiltaan yli 90 mm tuotteet keittokaapeittain.....	29
8.3	Jäähdytysvaiheen mittaustulokset	33
9	JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTOIMENPITEET	35

Liite 1	Esimerkki mittausdatasta
Liite 2	Mittaussuunnitelma
Liite 3	Tuotteiden sisälämpötilojen mittauskohdat
Liite 4	Keittokaappien lämpötilojen mittauskohdat
Liite 5	Tuotteiden sisälämpötilojen mittauskohdat
Liite 6	Keittokaappien lämpötilojen mittauskohdat



1 JOHDANTO

Elintarvikkeiden, joiden valmistaminen vaatii kypsennystä, toimiva ja luotettava kypsennys ja jäähditys on tuotteen säilyvyyden perusta. Kypsennys ja jäähdityslämpötilat ovat usein kriittisiä hallintapisteitä, mutta samalla usein myös helposti hallittavissa.

Opinnäytetyön kokeellinen osuus suoritettiin Saarioisten Valkeakosken tuotantolaitoksella lihavalmisteosastolla. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää lihavalmisteiden eri kaliiberisten tuotteiden sisälämpötiloja kypsennyksen ja jäähdityksen aikana eri puolita keitto- ja jäähdytyskaappeja. Mittauksilla haluttiin varmistaa että keitto ja jäähditysolosuhteet olivat tasalaatuiset riippumatta keittokaapista, jäähdytyskaapista, päivästä, kelonajasta tai erästä.

Lämpötiloja seurattiin kypsennyksen aikana, jotta voitiin olla varmoja, että lämpötila oli ollut tarpeeksi korkea, tarpeeksi pitkän ajan, jotta voitiin varmistua mikrobien riittävästä tuhoutumisesta. Jäähditysvaiheen lämpötilojen seuranta kertoi puolestaan, laskiko tuotteen sisälämpötila tarpeeksi nopeasti. Tuotteiden lämpötilan oli laskettava alle neljässä tunnissa vähintään 6 °C:een, jotta tuotteen mikrobiologinen laatu säilyi.

Lihavalmisteiden kypsennys vastaa oikeastaan pastörintikäsitelyä eli tuotteen lämpötila nousee noin 75 °C: n vaiheille riippuen tuotteesta. Tässä lämpötilassa suurin osa mikrobeista tuhoutuu, etenkin taudinaiheuttajat. Sen sijaan itiöllisten bakteerien itiöt eivät tuhoutu tässä lämpötilassa ja voivat aktivoitua helposti, jos jäähditys on liian hidas.

Työssä haettiin vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

Onko kypsennysprosessi riittävä mikrobiologisen laadun kannalta?

Onko jäähditysprosessi riittävän nopea mikrobiologisen laadun kannalta?

2 LIHAVALMISTEET

Lihavalmisteita ovat lihateollisuudessa valmistetut jauhelihat, jauhetut elimet, makkarat, täyslihavalmisteet, erikoisvalmisteet ja lihaa tai lihavalmisteita sisältävät säilykkeet. (Leino, Kohtala, Kymäläinen, Tarvainen & Henrikson 2007).

Oleellisina valmistusaineina lihavalmisteissa on liha, elimet tai lihaan rinnastettavat ruhonosat. Lihaan rinnastettavat ruhonosat ovat elimet, silava, kamara, siipikarjan nahka, päänliha ja koneellisesti erotettu liha. Koneellisesti erotetuksi lihaksi kutsutaan luurankoli hasten irtileikkaamisen jälkeen luihin jäänyttä lihaa joka erotetaan mekaanisesti. (Leino ym. 2007).

Tässä työssä käsitellään tarkemmin vain keittomakkaroiden ja täyslihavalmisteiden valmistamista koska kokeellisessa osuudessa mitattiin vain näiden kypsennystä ja jäähdytystä.

2.1 Makkarat

Makkaran oleellisena valmistusaineena on liha ja sen on täytettävä koostumuksen ja ominaisuuksien suhteen säädetyt vaatimukset. Vaatimukset käyvät ilmi kauppa- ja teollisuusministeriön asetus makkaran koostumuksesta ja pakkausmerkinnöistä 987/2002-asetuksesta. (Leino ym. 2007).

Makkara on elintarvike joka on tehty suoleen, muuhun päällykseen tai muottiin. (Leino ym. 2007).

Makkararyhmiä on kolme, enintään 30 °C:n lämpötilassa valmistetut kestromakkarat, vähintään 65 °C:n lämpötilassa kypsennetyt lähinnä leikkeleenä käytettävät leikkelemakkarat ja vähintään 65 °C:n lämpötilassa kypsennetyt tai kypsentämättömät ruokamakkarat, jotka on tarkoitettu lähinnä ruoanvalmistukseen käytettäväksi. (Leino ym. 2007).

Lihan ja muiden lihaan rinnastettavien valmistusaineiden yhteismäärän on oltava kestromakkaroiden vähintään 95 %, leikkelemakkaroiden vähintään 50 % ja ruokamakkaroiden vähintään 45 %. Lihan ja lihaan rinnastettavien valmistusaineiden määrä lasketaan valmiista elintarvikkeesta. (Leino ym. 2007).

2.2 Täyslihavalmisteet

Täyslihavalmisteet pääasiassa valmistetaan lihasta. Liha täyslihavalmisteissa käytetään kokonaisia lihaksia, paloja ja myös hienontamattomasta lihasta krossattuja paloja. Muita käytettyjä valmistusaineita ovat suola, mausteet, lisäaineet ja yleensä vesi. (Leino ym. 2007).

Keitettyjä täyslihavalmisteita ovat esimerkiksi joulukinkku, broilerin rintafilee ja naudan suolaliha. (Leino ym. 2007).

3 KEITTOMAKKAROIDEN VALMISTUS

Makkaraa, joka on annosteltu suoleen, muuhun päällykseen tai muottiin ja kypsennetty vähintään 65 °C:n lämpötilaan hauduttamalla, keittämällä tai muulla tavalla, kutsutaan keittomakkaroiksi. (Leino ym. 2007).

Yleisesti ruuanvalmistuksen yhteydessä puhutaan keittämisestä silloin kun vesi kiehuu eli 100 °C:n lämpötilasta. Keittomakkaroita oikeastaan haudutetaan, keitto on vain vakiintunut nimitys keittomakkaran kypsennysvaiheelle. (Leino ym. 2007).

Keittomakkarat useimmiten savustetaan ennen keittoa. Raat keittomakkarat on välittömästi kypsennettävä ruiskutuksen jälkeen. Ensimmäinen vaihe kypsennyksessä on mahdollinen savustus ja sitä seuraavat keitto ja jäädytys. (Leino ym. 2007).

3.1 Savustus

Useimmat ihmiset pitävät savustuksen tuomaa makua ja hajua herkullisena. Maustemaisia ominaisuuksia on savun monilla ainesosilla kuten fenolilla, tymolilla ja anisolilla. Mausteiden tapaan niiden oletetaan kiihottavan ruokahalua. Puuetikka aiheuttaa savun maun ja puuterva aiheuttaa savun hajun. Savun ainesosien reagoiessa tuotteen eri yhdisteiden kanssa syntyy monia makuun vaikuttavia yhdisteitä. (Leino ym. 2007).

Savustus voi tapahtua savulla, jonka lähtöaineena on puu tai nestesavulla. Suomessa savustamiseen käytetään yleisimmin tervaleppää. Kokemus on opettanut, että lehtipuusta saadaan parempi savu kuin havupuista. Puun kolme pääaineesosaa ovat selluloosa, hemiselluloosa ja ligniini, suhteessa 2:1:1. Hemiselluloosan pyrolyysi vaatii 200-260 °C:n lämpötilan ja reaktio tuottaa alifaattisia karboksyylihappoja ja karbonyylejä, joista etenkin karbonyylit ovat tärkeitä värimuodostuksen kannalta. Hemiselluloosan pyrolyysissä vapautuvista karbonyyleistä on tunnistettu 21 erilaista yhdistettä. Merkittävimpiä näistä ovat glykolialdehydi, metyylyglyoksaali, formaldehydi ja asetoli. Selluloosan pyrolyysi vaatii 260-310 °C:n lämpötilan ja reaktio tuottaa pääasiallisesti orgaanisia happoja ja karbonyyliyhdisteitä. Reaktiossa muodostuu esimerkiksi seuraavia orgaanisia happoja etikka-happoa, propionihappoa ja voihappoa. Ligniinin pyrolyysi vaatii 310-500 °C:n lämpötilan ja reaktio tuottaa fenoleja ja fenoliyhdisteitä, jotka yhdistetään savun makuun. Kolme yleisintä savun hajun ja maun muodostavaa yhdistettä ovat dioksimetaani (2-methoxyphenol), kreosoli (2-methoxy-4-methylphenol) ja syringoli (1,3-dimethoxy-2-hydroxybenzene). Lisäksi savussa on pieniä määriä monia muita yhdisteitä jotka ovat oleellisia savun hajun ja muodostumisen kannalta. Savun vaikutukset lihaan voidaan jaotella seuraavasti: makua ja väriä antava, mikrobien kasvua estävä ja haettumisenestoaineena toimiminen. (Hui 2001).

Makkaran pinta kuivataan ruiskutuksen jälkeen ilmvirralla ennen savustusta, mutta ei liian kuivaksi. Savustus onnistuu parhaiten kun pinta on taseisen nihkeä. Värivirheitä syntyy jos makkaran pinnalla on savustuksen

alkaessa vesipisaroita tai makkarat koskettavat toisiaan. Liian pitkä kuivaus aiheuttaa myös painotappion nousua. (Leino ym. 2007).

Keittomakkarat savustetaan lämpimässä savussa, jonka lämpötila on 65-70 °C. Savustusaika on lyhyt, noin 30-90 minuuttia, johtuen korkeasta lämpötilasta, jolloin savun vaikutus pysähtyy tuotteen pinnalle. Makkaramassa aloittaa kypsymisen jo savustusvaiheessa lämmönvaikutuksesta. Makkarat saavuttavat noin 50 °C:n lämpötilan savustuksen loppuvaiheessa. Massan kiinteytyminen ja proteiinien hyytyminen alkaa jo tässä lämpötilassa. (Leino ym. 2007).

Nitriitin ja lihanväriaineen reaktiota edistää lämpötilan nousu, joten värinmuodostus alkaa esikuivauksen ja savustuksen aikana. Savustus antaa myös tuotteelle houkuttelevan värin. (Leino ym. 2007).

Savustus lisää säilyvyyttä koska useat savun yhdisteistä vaikuttavat bakterisidisesti. Keittomakkaroissa savun vaikutus pysähtyy pintaan, mutta estää pinnan limaantumista. Pinnan lämpötilan nousu, pinnan kuivuminen ja pinnan pH-arvon lasku lämminsavustuksessa edistää keittomakkaroitten säilyvyyttä. Rasvojen hapettumista estävät savun sisältämät fenolijohdannaiset, joilla on antioksidanttinen vaikutus. Bakteerien kasvu vaikeutuu ja säilyvyys paranee. (Leino ym. 2007).

Savustuksen monista vaikutuksista on syytä mainita, etenkin luonnonsuolessa hyvin todettavissa oleva ilmiö, suoli ja sen alla olevassa kerroksessa tapahtuva kiinteytyminen. Tämä ilmiö parantaa luonnonsuolen kestävyyttä keitossa. Kuoren alle syntyvä kiinteä kerros on tärkeä suolen irtoamisen kannalta valmiissa makkarassa. (Leino ym. 2007).

3.2 Kypsennys

Makkaroitten keitto tapahtuu höyrykeittokeittokoneissa. Keittotilaan johdetaan suuttimien kautta vesihöyryä verkostosta kunnes oikea lämpötila saavutetaan. Puhaltimet kierrättävät höyryn tasaisesti joka puolelle. Kyseessä on vesihöyryn kyllästämä ilma, jonka suhteellinen kosteus on 100 %. Automaattikka pitää höyrykaapin lämpötilan haluttuna. Makkaraan työnnettävällä lämpötila-anturilla voidaan myös ohjata keittoa. Valmiiksi ohjelmoitujen kypsytysohjelmat pitävät kypsytysolosuhteet samanlaisina. (Leino ym. 2007).

Savustuksen jälkeen kypsentyminen tapahtuu keittämällä, josta tulee nimitys keittomakkarat. Makkarat, joita ei ole savustettu voidaan pelkästään keittää vedessä tai vesihöyryssä. Keittomakkaroitten sisälämpötila on savustuksen päättyessä noin 50 °C, joten kypsyminen alkaa jo savustusvaiheessa. Lämpötila ei saa päästä laskemaan savustuksen ja keiton välissä, eli keittomakkarat on keitettävä heti savustuksen jälkeen. Lämpö siirtyy 70-80 °C:ssa vedestä tai höyrystä makkaraan saaden makkaramassan lämpötilan nousemaan. Makkaramassan lämpötilan ei pidä antaa nousta yli 78 °C sillä silloin keittomakkaramassa hajoaa, proteiineista muodostuneen geelin rakenne heikkenee. (Leino ym. 2007).

Raakana keittomakkaramassa on viskoosi seos. Keitto aiheuttaa proteiini-en hyytymistä. Hyytyneistä proteiineista muodostuu kiinteä geeli joka sitoo rasvan ja lisätyn veden sisäänsä. Geelin tehtävä on estää, ettei sulanut rasva yhdy suuremmiksi palloiksi. Geelillä on kolmiulotteiden sitova proteiinirakenne, jossa myofibriilit ovat ”tukina” ja mikrorakenteena ovat lienneet proteiinit. Lisätty vesi on hydraattivetenä proteiinifilamenttien välissä ja samalla se turvottaa geeliverkon. Rasva on sitoutuneena proteiinigeelin onkaloihin. Parhaan geelin saa hitaasti lämmittämällä jolloin kollageeni ehtii liueta ja osallistua geelin muodostukseen. 35-50 °C:n lämpötilassa geelinmuodostuminen alkaa. Geeli on valmis 65-70 °C:ssa. Vedensidontakyky laskee ja geeli kiinteytyy tätä korkeammassa lämpötiloissa. Geelin muodostumista häiritsee jos jauhettaessa tai kutteroitaessa rasvasolut ovat hienonnettu rikki ja sekoitettu tasaiseksi massaksi geeliä muodostavaan proteiinijärjestelmään. Jos lisäksi tapahtuu veden irtoaminen, josta aiheutuu geelin rakenteen rikkoutuminen, rasva saattaa kulkeutua rasvakasaumiksi suolen alle ja massan sisään. Kuumennettaessa massaan mahdollisesti lisäystä proteiinista muodostuu myös geeli, turvonneet myofibriilit osittain kiinni toisissaan ja proteiinit osittain lienneena vesifaasissa. (Leino ym. 2007; Hui 2001).

Makkaroiden sisälämpötila nostetaan keitossa 72-75 °C: n. Tässä lämpötilassa makkaralle muodostuu makkaran tyypillinen rakenne ja maku. Keiton aikana osa massassa olevasta sidekudoksesta sulaa ja muuttuu geeliksi makkaran jäähtyessä. Geelin muodostumisen kannalta makkaroiden loppusisälämpötilan on oltava noin 70 °C. Keiton aikana, makkaramassaa lämmitettäessä, tapahtuu jonkin verran veden sitoutumista ympäristöstä ja sitovuuden kasvun aikaansaa rakenteen muutos. Riittävän pitkän keiton aikana tapahtuu lopullinen onnistunut värin muodostuminen. Makkaralle tyypillisen punaisen värin muodostaa lämpötilan nousun edistämä värinmuodostusreaktio, josta syntyy typpioksidimyokromogeeni-väriainetta. Värin muodostukseen tarvitaan noin 65 °C: n lämpötila. Keittomakkaroiden keittoa voidaan kutsua makkaran pastöroimiseksi, jonka aikana tuhoutuu suurin osa mikrobeista. Keittomakkaroiden keitossa pyritään pastörointiarvoon 40, jolloin suuri osa mikrobeista tuhoutuu ja makkaran säilyvyys kasvaa. (Leino ym. 2007; Hui 2001).

Keiton pituus riippuu makkaran kaliiberista, eli makkarän läpimitasta, mutta esikuivauksen ja savustuksen aikana tapahtunut lämpötilan nousu vaikuttaa myös keiton pituuteen. Mikrobien tuhoutumisen kannalta on makkaroiden sisälämpötilan noustava ainakin 72 °C:een 15 minuutiksi. Makkarän laatu ei heikkene vaikka lämpötila nousisi korkeammalle, kunhan keittolämpötila ei nouse yli 75 °C:n. Bakteeri itiöt eivät tuhoudu 72 °C:n lämpötilassa, siksi makkarat on nopeasti jäähdytettävä alle 6 °C:n. Nopealla lämpötilanlaskulla estetään bakteeri-itiöiden kasvuun lähtö. (Leino ym. 2007; Hui 2001).

3.3 Jäähdytys

Keittomakkaroiden nopea siirto keitosta jäähdytykseen parantaa säilyvyyttä ja estää painotappioita. Keiton jälkeen makkaroiden sisälämpötila on vähintään 72 °C, tässä lämpötilassa veden haihtuminen on runsasta ja aiheuttaa suuria painotappioita. Veden haihtumisesta johtuu massan tilavuuden pieneneminen josta aiheutuu pinnan rypistymistä. Makkaroiden sisälämpötilan lasku nopeasti alle 6 °C lisää makkaroiden säilyvyyttä. Makkaroihin jääneiden mikrobien lisääntyminen on suurinta lämpötila alueella 30-10 °C, kriittinen lämpötila alue on 60-10 °C jossa mikrobit pystyvät lisääntymään. Parhaaseen jäähdytystulokseen päästään kun käytetään vesisuihkun ja kylmäilmapuhalluksen yhdistelmää jaksoittain. Makkaroiden pinnalta ilmapuhalluksen aikana haihtuva vesi sitoo paljon energiaa. Haihtumiseen tarvittava energia otetaan makkarosta jotka näin jäähtyvät nopeasti. Jäähtymisen jälkeen jälkikontaminaatio, ennen pakkaamista, on estetävä. (Leino ym. 2007; Hui 2001).

3.4 Suolet

Keittomakkaran tyyppi määrittää käytettävän suolen ominaisuudet. Markkinoilla on monenlaisia eri tarkoituksiin sopivia suolia. Suuri osa keittomakkarosta savustetaan joten suolen täytyy olla savua läpäisevä eli hengittävä. Hengittäviä suolia käytettäessä syntyy kypsennettäessä painotappioita toisin kuin jos käytetään hengittämätöntä suolta, jolloin painotappioita ei pääse syntymään. Syötävää suolta käytetään ruokamakkaroihin, mutta ruokamakkaroihin voidaan käyttää myös poistettavaa keinosuolta. Keinosuolet mahdollistavat teknologisten ratkaisujen käytön. Leikkelemakkaroiden suolia käytetään joko hengittävää tai hengittämätöntä suolta. Suoli voi toimia myös makkaran tai täyslihatuotteen pakkauksena. (Leino ym. 2007).

Luonnonsuoli on syötäväksi kelpavaa savustettuna tai kypsennettynä. Luonnonsuoli käyttäytyy kypsyessään lihan tavoin koska suoli koostuu pääasiassa proteiineista. Luonnonsuoli kestää noin 90 °C:n lämpötilan. Yleensä grillimakkarat ja nakit ruiskutetaan luonnonsuoleen koska ne yleensä syödään kuorineen. Useimmiten käytetään lampaan-, sian ohut- tai naudan vääräsuolta. Luonnonsuolien kaliiberit vaihtelevat välillä 17-45 mm. Luonnonsuolen oikea varastointilämpötila on 4-6 °C, varastoinnin tulee tapahtua pimeässä etteivät rasvat härskiinny. (Leiponen n.d.).

Kollageenisuoli voi olla joko syötävä tai ei-syötävä. Kollageenisuolet tehdään useimmiten naudan verinahkaosasta, joka käsitellään hyytelömäiseksi ennen kuin siitä puristetaan halutunlainen suoli. Kollageenisuoli on hengittävä ja savu pääsee tunkeutumaan suolen läpi. Kollageenisuoli muistuttaa ominaisuuksiltaan luonnonsuolta. (Leiponen n.d.).

Selluloosasuolet valmistetaan viskoosista. Selluloosasuoli on läpäisevä eli siihen ruiskutetut tuotteet voidaan savustaa. Selluloosasuoli voi olla värillinen, jolloin se nähdään paremmin kuorettomien tuotteiden kuorintavaiheessa. (Leiponen n.d.).

Kuitusuolet valmistetaan viskoosista ja pitkäkuituisesta paperista kemiallisilla prosesseilla. Kuitusuolet ovat kestävämpiä ja lujempia kuin selluloosasuolet. Kuitusuolia käytetään etenkin kestromakkaruille, savustetuille keittomakkaruille ja täyslihatuotteille. Kuitusuolen sisäpintaan voidaan käsitellä jollakin aromilla esimerkiksi savuaromilla, jolloin saadaan savun maku ilman savustusta. Kuitusuoli voi olla hengittävä tai hengittämätön jolloin painotappioita ei synny kypsennys-jäähdytys prosessissa. (Leiponen n.d.).

Muovisuolet ovat läpäisemättömiä eli muovisuolessa ei voi savustaa. Muovisuolet ovat kestäviä. Muovisuolet voidaan valmistaa yhdestä tai useammasta polymeeri raaka-aineesta. On olemassa myös muovisuolia, jotka voidaan savustaa. Savustukseen sopivaa muovisuolta käytettäessä painotappiot ovat pieniä, koska kosteus ei pääse suolen läpi. (Leiponen n.d.; Leino ym. 2007).

Lisäksi on olemassa monenlaisia erikoissuolia. Esimerkiksi kangassuolia, joita käytetään erikois- ja herkkutuotteisiin; maustesuolia joissa suolen sisäpinnalla on valmiina mausteet jotka jäävät tuotteen pintaan suolta poistettaessa. Kehitteillä on myös ”suoli” joka muodostetaan kemiallisen reaktion kautta suoraan makkaran pinnalle. Kuori muodostuu algiinaatin ja kalsiumkloridin reaktiossa, reaktio on nopea ja muodostuvan suolen paksuutta voidaan säädellä. Näin muodostettu suoli on syötäväksi kelpaava. (Leino ym. 2007; Huhtakangas n.d.).

4 TÄYSLIHAVALMISTEIDEN VALMISTUS

Täyslihavalmisteet valmistetaan lihasta, suolasta, mausteista, lisäaineista ja vedestä, lihan ollessa pääasiainen valmistusaine. Maseeratut lihakappaleet puristetaan tai ruiskutetaan suoliin, verkkoihin tai muotteihin. Täyslihavalmisteita käytetään yleensä kylminä leikkeleinä esimerkiksi korppukinkkuna tai broilerileikkeleinä. Täyslihatuotteita on saatavana myös raakana kuten joulukinkku. Jotkin täyslihavalmisteet savustetaan ennen kypsennystä tai kypsennetään savussa. Myös raakavalmisteita ja kylmäsavutuotteita voidaan kutsua täyslihavalmisteiksi huolimatta siitä, että niitä ei ole kuumennettu. (Leino ym. 2007).

4.1 Savustus

Täyslihavalmisteiden savustus vaihtelee tuote ja valmistajakohtaisesti. Täyslihavalmisteet savustetaan esikeiton ja kuivauksen jälkeen, kuivaus on tärkeää, jotta pinta on sopivan kostea ja savu tarttuu siihen mahdollisimman hyvin. (Leino ym. 2007).

4.2 Kypsennys

Täyslihavalmisteiden kypsennys tapahtuu pitkälti samalla tavalla kuin keittomakkaroidenkin kypsennys. Täyslihavalmisteille suoritetaan yleensä esikeitto ennen savustusta, joka nostaa tuotteen sisälämpötilan noin 40 °C:een. Savustuksen jälkeen täyslihavalmisteet loppukeitetään, sisälämpötilan pitää olla vähintään 72 °C, ylikypsillä tuotteilla korkeampi. Useasti täyslihavalmisteet kypsennetään delta-t-keitolla, jolloin tuotteen sisälämpötila ja uunin lämpötilan erotus on koko ajan sama, esimerkiksi 20 °C. Delta-t-keitolla vältetään turhaa kypsennyshävikkiä, joka aiheutuu liian nopeista lämpötilan vaihteluista. Menetelmä on hieman hitaampi verrattuna keittoon, joka tapahtuu nopeammalla lämpötilan nostolla. (Leino ym. 2007).

4.3 Jäähdytys

Esimerkiksi keittokinkut, jotka tehdään hengittämättömään suoleen, voidaan jäähdyttää vesisuihkun avulla. Mutta pelkässä verkossa olevat tuotteet jäähdytetään yleensä ilmajäähdytyksellä. Pinnan suora vesi kosketus heikentää tuotteen säilyvyyttä. (Leino ym. 2007).

5 HAITALLISET MIKROBIT ELINTARVIKKEISSA

Toksiinia ympäristöönsä tuottavat bakteerit aiheuttavat ruokamyrkytyksiä. Kuumennus tuhoaa osan bakteeritoksiineista, mutta jotkin kestävät jopa sterilointilämpötiloja. Toksiineista johtuvan ruokamyrkytyksen voi saada vaikka kuumennus olisikin tuhonnut bakteerit. Tavallisimmat ruokamyrkytystoksiinien tuottajat ovat *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* ja *Staphylococcus aureus*. (Evira, elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010).

Monet bakteerit ja niiden tuottamat toksiinit aiheuttavat elintarvikevälitteisiä epidemioita. Tässä työssä mainitaan näistä tärkeimmät ja *Listeria*-sukua tarkastellaan lähemmin. Elintarvikevälitteiset epidemiat jakaantuvat elintarvike infektioihin ja ruokamyrkytyksiin. (Evira, elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010).

Elintarvikevälitteiset infektiot johtuvat bakteereista jotka ovat elintarvikkeen mukana päässeet ihmisen elimistöön ja alkaneet lisääntymään siellä. Koska bakteerit pystyvät lisääntymään ihmisen suolistossa, voi tartunnan aiheuttaneen elintarvikkeen bakteeripitoisuus olla hyvinkin pieni. Eläimistä ihmisiin elintarvikkeiden välityksellä tarttuvia bakteereita kutsutaan zoonosibakteereiksi. (Evira, elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010).

Tavallisimmat Suomessa esiintyvät zoonosibakteerit ovat salmonella, kamylobakteeri, *Yersinia enterocolitica*, *Y. pseudotuberculosis*, EHEC -

bakteerit ja *Listeria monocytogenes*. (Evira, elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010).

Elintarvikevälitteisen infektion voi aiheuttaa toksiinia tuottava *Clostridium perfringens* lisääntyessään ja toksiinia tuottaessaan ihmisen suolistossa. *Bacillus cereus* voi aiheuttaa toksiinista johtuvan myrkytyksen lisäksi elintarvikevälitteisen infektion. (Evira, elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010).

5.1 *Bacillus cereus*

Bacillus cereus on grampositiivinen, itiöllinen bakteeri joka pystyy lisääntymään aerobisesti ja anaerobisesti. *B. cereus* voi aiheuttaa elintarvikevälitteisen infektion tai toksiinista johtuvan ruokamyrkytyksen. *B. cereus* kasvaa lämpötila-alueella 4-48 °C. 60 °C:n lämpötila tuhoaa *B. cereuksen* vegetatiivisolut, mutta itiöt vaativat tuhoutuakseen sterilointilämpötilan. Sterilointilämpötila saavutetaan elintarviketeollisuudessa vain säilykkeiden valmistuksessa. *B. cereus*:ta esiintyy ihmisten ja eläinten suoliston lisäksi yleisesti ympäristössä. Monissa elintarvikkeissa *B. cereus*:ta esiintyy pieninä pitoisuuksina. Liha- ja riisiruoat, maitotuotteet ja vihannekset toimivat useimmiten välittäjäelintarvikkeina. *B. cereus* -bakteerin lisääntymisen ja mahdollisen toksiini tuoton syynä yleensä on elintarvikkeen riittämätön kuumennus tai jäähdytys tai ne yhdessä. Väärä säilytyslämpötila voi myös mahdollistaa *B. cereuksen* lisääntymisen ja toksiinintuoton. *B. cereus* kannan toksiinintuottokyvyn lisäksi toksiinin tuottoon vaikuttavat esimerkiksi elintarvikkeen koostumus, elintarvikkeen säilytyshistoria ja lämpötila. (Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.).

5.2 *Clostridium botulinum*

Clostridium botulinum on grampositiivinen, ehdottoman anaerobi, itiöllinen bakteeri joka voi aiheuttaa tuottamallaan hermomyrkyllä, botulinumneurotoksiini joka on voimakkain tunnettu luonnollinen myrkky, botulismia. Jotkin kannat pystyvät tuottamaan neurotoksiinia jopa 3 °C:n lämpötilassa. *C. botulinum* -itiöitä esiintyy yleisesti maaperässä, vesistöjen pohjalietteissä ja eläinten suolistossa. Itiöiden tuhoamiseen vaaditaan sterilointilämpötila. *C. botulinum* -bakteeria on yleisesti eri elintarvikkeissa. *C. botulinum* -bakteerin kasvun estämiseksi lihavalmisteissa käytetään nitriittisäystä. *C. botulinum* -itiöt ovat elintarvikkeissa yleensä kontaminaation johdosta. Kotitekoiset säilykkeet ja tyhjiöpakatut lämminsavukala valmis- teet toimivat useimmiten välittäjäelintarvikkeina. (Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.).

5.3 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus on grampositiivinen, itiötön bakteeri joka kasvaa hapettomissa sekä hapellisissa olosuhteissa, lämpötila-alueella 7-47 °C. Ihmisten ja eläinten iholla sekä suun ja nenän limakalvoilla *S. aureus* on yleinen. Bakteerin tuottama enterotoksiini aiheuttaa stafylokokkimyrky-

tyksen. Lihaa, kalaa tai munaa sisältävät elintarvikkeet toimivat yleisimmin välittäjäelintarvikkeina, myös pastöimattomat maitotuotteet ovat riskielintarvikkeita *S. aureuksen* suhteen. *S. aureus* joutuu elintarvikkeeseen yleensä ihmisen välityksellä huonon hygienian seurauksena. Jos elintarviketta jäädytetään liian hitaasti tai säilytetään liian lämpimässä, alkaa *S. aureus* lisääntyä ja toksiinin tuotto alkaa. *S. aureus* pystyy tuottamaan erittäin lämmönkestävää, jopa sterilointilämpötiloja kestävää, toksiinia vain yli 10 °C:n lämpötiloissa. Bakteerin kasvu joko hidastuu tai lakkaa kokonaan jääkaappilämpötilassa. (Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007, 35-105.).

5.4 Salmonella-suku

Salmonella-sukuun kuuluu kaksi lajia: *Salmonella enterica* ja *Salmonella bongori*. *Salmonella enterica* -lajilla on noin 2500 tunnettua serotyyppiä jotka aiheuttavat ihmisille salmonelloosia, lavantautia ja pikkulavantautia. *S. entericalla* on kuusi alalajia: *S. enterica subsp. enterica*, *S. enterica subsp. salamae*, *S. enterica subsp. arizonae*, *S. enterica subsp. diarizonae*, *S. enterica subsp. houtenae* ja *S. enterica subsp. indica*. Salmonella on gram-negatiivinen, fakultatiivisesti anaerobi, itiötön bakteeri joka pystyy kasvamaan lämpötila-alueella 7-47 °C, eräät kannat pystyvät kasvamaan jopa 2-52 °C:n lämpötila-alueella. Eläimet toimivat salmonellan oireettomina kantajina ja levittäjinä. Salmonellalla saastunut uloste on aina Salmonella-tartunnan alkuperä ja voi saastuttaa lihan, maidon, munat tai kasvikset jotka edelleen voivat ristikontaminoida muut elintarvikkeet. Salmonella tuhoutuu yleisesti 70 °C lämpötilassa mutta joskus tarvitaan jopa 130 °C lämpötiloja salmonellan tuhoamiseen. Suomessa on käytössä kansallinen salmonella valvontaohjelma, jonka tavoitteena on pitää salmonellan esiintyvyys tuotantoeläimissä ja niistä saatavasta lihasta ja munissa enintään 1 % tasolla koko maassa. (Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.; Evira, elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010).

5.5 Kampylobakteerit

Kampylobakteereita tunnetaan 16 lajia. Ihmisen terveyden kannalta tärkeimmät ovat *Campylobacter jejuni* ja *Campylobacter coli*. Kampylobakteerit ovat mikroaerofiilisiä, paitsi *C. laeniae*, joka on aerobinen laji. *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter lari* ja *Campylobacter upsaliensis* muodostavat lämpökestoisten kampylobakteerien ryhmän. Lämpökestoiset kampylobakteerit lisääntyvät 44 °C:n lämpötilassa. Lämpökestoiset kampylobakteerit eivät pysty elämään ilman happipitoisuudessa, mutta tarvitsevat vähän happea kasvaakseen. Lämpökestoisia kampylobakteereita esiintyy yleisesti eläinten suolistoissa. *C. jejuni* merkittävin elintarvikehygienian kannalta. Kampylobakteerit eivät kykene lisääntymään elintarvikkeissa tai vedessä. 10 minuutin kuumennus 60 °C:ssa riittää tuhoamaan kampylobakteerit. Saastunut talousvesi tai riittämättömästi kypsennetty siipikarjanliha ovat useimmiten välittäjäelintarvikkeita. (Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.).

5.6 Yersinia

Yersenia-suvun bakteerit ovat gramnegatiivisia ja fakultatiivisesti anaerobeja. Yersenia-sukuun kuuluu kaksitoista lajia. *Y. aldovae*, *Y. bercovieri*, *Y. enterocolitica*, *Y. frederiksenii*, *Y. intermedia*, *Y. kristensenii*, *Y. mollahareti*, *Y. pestis*, *Y. pseudotuberculosis*, *Y. rohdei* ja *Y. ruckeri*. (Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.).

Yersinia enterocolitica kasvaa sekä hapellisissa että hapettomissa olosuhteissa. Pystyy lisääntymään jääkaappilämpötilassa ja happamassa, jopa pH-arvossa 4,2. Kestää emäksistä ympäristöä paremmin kuin muut gramnegatiiviset bakteerit. Sianliha on yleisin välittäjäelintarvike, etenkin raakana tai huonosti kypsennettynä. 1-3 minuutin kuumennus 60 °C:ssa tuhoaa *Yersinia enterocolitica*:n, mutta pakastusta se kestää hyvin. (Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.; Evira, elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010).

Yersinia pseudotuberculosis kestävyys on samanlainen kuin *Yersinia enterocolitica*:n. *Y. pseudotuberculosis*:ta on todettu olevan vedessä, maaperässä ja useissa eläinlajeissa. Suomessa yleisin välittäjä elintarvike on kotimainen talven yli varastoitu porkkana. *Y. pseudotuberculosis* tartunnan voi saada saastuneista kasviksista, liha ja vesi voivat olla myös tartuntalähteitä. (Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.; Evira, elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010).

5.7 EHEC-bakteeri

EHEC -bakteeri kuuluu suolistotulehduksia aiheuttaviin *E. coli* -ryhmiin. EHEC -bakteeri on gramnegatiivinen. Tautia aiheuttava serotyyppi O157:H7 on parhaiten tunnettu EHEC -ryhmän bakteereista. EHEC -bakteeriksi lainsäädäntö määrittelee *E. coli* O157-bakteerin, jolla on shigatoksiinin muodostamiseen tarvittavat geenit, ja geeni joka tarvitaan bakteerin kiinnittymiseen. Myös non- O157-serotyypin lainsäädäntö määrittelee EHEC -bakteeriksi. Nautakarja ja muut märehelijät ovat merkittäviä EHEC -bakteerin varastoja. Välittäjäelintarvikkeina toimii useimmiten saastunut, riittämättömästi kuumennettu liha tai raakamaito. Riskejä ovat myös kuumentamattomina tarjottavat elintarvikkeet. Uloste on aina tartunnan alkuperä. EHEC -bakteeri tuhoutuu kuumennettaessa yli 70 °C, mutta pakastusta se kestää hyvin samoin happamia olosuhteita. EHEC -bakteeri pystyy elämään kestonakkaroissa, omenamehussa ja majoneesissa. (Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.; Lim 1998)

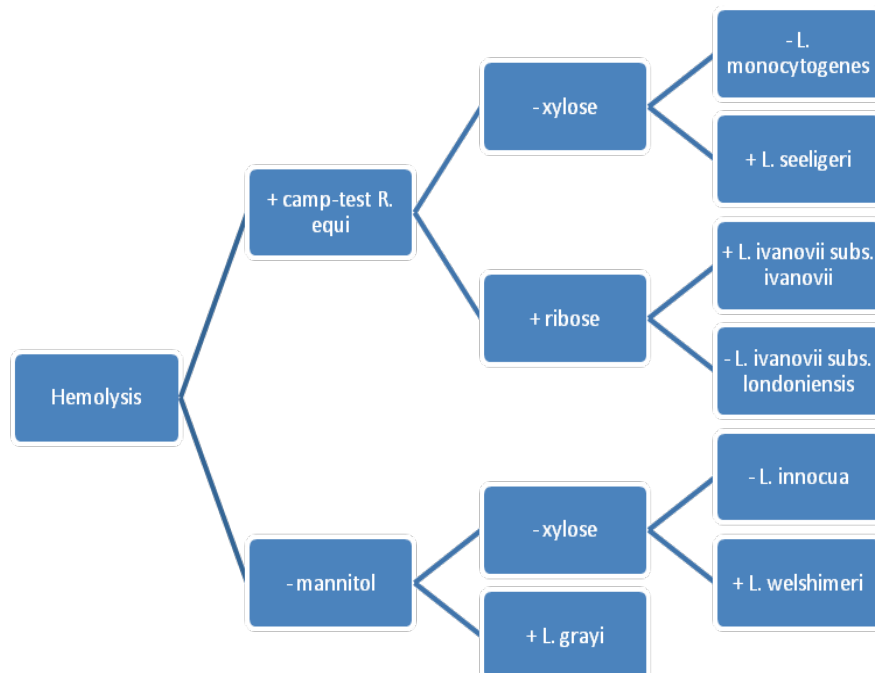
5.8 Clostridium perfringens

Clostridium perfringens on anaerobinen, itiöllinen, grampositiivinen bakteeri jonka kasvulämpötila-alue on 10-54 °C. *C. perfringens* pystyy tuottamaan yli viittätoista erilaista toksiinia. *C. perfringens* s-kannat jaetaan

viiteen eri tyyppiin toksiinin tuoton perusteella, A-, B-, C-, D- ja E-tyyppiin. Tyyppi A aiheuttaa klassista ruokamyrkytystä. *C. perfringens* -bakteerin tuottamia toksiineja on alfa, beeta, epsilon, iota ja A-, B-, C- ja D-kannat voivat tuottaa lisäksi enterotoksiinia. *C. perfringens* on yleinen bakteeriperäisen ruokamyrkytys-epidemioiden aiheuttaja. 18 % ihmisistä kantaa *C. perfringens* -bakteeria elimistössään. Välittäjäelintarvikkeena toimii useimmiten liha, ja kalakeitot, -padat ja kastikkeet. *C. perfringensin* lisääntymisen saa aikaan riittämätön jäähdytys, riittämätön kuumennus tai virheellinen säilytyslämpötila tai kaikki yhdessä. Itiömuodossa se kestää kuivuutta, ravinnon puutetta ja itiöt selviävät 100 °C:n lämpötilassa yli kaksi tuntia. Bakteerin vegetatiivisolut tuhoutuvat normaalissa ruoan valmistumislämpötilassa, yli 60 °C:ssa. (Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.).

5.9 Listeria

Listeria-sukuun kuuluvat lajit *L. ivanovii*, *L. innocua*, *L. seeligeri*, *L. welshimeri*, *L. grayi* ja *L. monocytogenes*. *L. ivanovii* lajista on havaittu kaksi alalajia *L. ivanovii* alalaji *ivanovii* ja *L. ivanovii* alalaji *londoniensis*. Listeria-suvusta vain *L. monocytogenes* ja *L. ivanovii* ovat patogeenejä. *L. monocytogenes* voi aiheuttaa tautia ihmisille ja eläimille, kun taas *L. ivanovii* aiheuttaa tautia vain eläimille. Listeria-lajien toteamiseksi on olemassa lukuisia biokemiallisia testejä. Esimerkiksi hemolyysiä käytetään *L. monocytogenesin* ja yleisen ei-patogeenisen *L. innocua:n* erottamiseksi. Kuvasa 1 on kaavion muodossa kerrottu miten biokemiallisilla testeillä saadaan eri listeria-lajit todettua. (Modi 2007).



Kuva 1. Kaavio Listeria-lajien toteamisesta (Modi 2007).

6 LISTERIA MONOCYTOGENES

Listeria monocytogenes on yksi laji *Listeria*-suvusta. *L. monocytogenes* on lyhyt, ohut, noin 1-2 µm pitkä ja halkaisijaltaan noin 0,5 µm, itiötön, grampositiivinen sauvabakteeri, joka on katalaasipositiivinen, oksidaasinegatiivinen, liikkuva, hydrolysoi eskuliinia ja muodostaa kapean β-hemolyyttisen vyöhykkeen veriagarilla. *L. monocytogenes* muodostaa happoa ramnoosista, mutta ei ksyloosista. *L. monocytogenes* -bakteerilla on 13 serotyyppejä jotka voivat aiheuttaa tautia ihmiselle, mutta yli 90 % tartunnan saaneista ihmisistä ovat saaneet tartunnan serotyypeistä 1/2a, 1/2b ja 4b. Serotyypit 1/2a, 1/2b ja 1/2c esiintyvät useimmiten elintarvikkeissa. (Modi 2007; Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.).

Komission asetuksessa (EY) No 2073/2005 Elintarvikkeiden mikrobiologiset tutkimukset, muutettu komission asetuksella (EY) Nro 1441/2007, on säädetty *L. monocytogenes* -bakteeria koskevat vaatimukset sellaisenaan syötävälle elintarvikkeille. Markkinoilla oleville tuotteille raja-arvot ovat seuraavat: Sellaisenaan syötävät elintarvikkeet, jotka on tarkoitettu imeväisille ja erityisiin lääkinällisiin tarkoituksiin ei todettu/25 g (n=10). Muut kuin imeväisille tai erityisiin lääkinällisiin tarkoituksiin tarkoitettut sellaisenaan syötävät elintarvikkeet, joissa *L. monocytogenes* voi kasvaa 100 pmy/g (n=5). Muut kuin imeväisille tai erityisiin lääkinällisiin tarkoituksiin tarkoitettut sellaisenaan syötävät elintarvikkeet, joissa *L. monocytogenes* ei kasva 100 pmy/g (n=5). Toimijan on lisäksi osoitettava valvontaviranomaiselle, ettei vaatimus 100 pmy/g ylity tuotteen myyntiaikana. (Komission asetuksessa (EY) No 2073/2005 Elintarvikkeiden mikrobiologiset tutkimukset, muutettu komission asetuksella (EY) Nro 1441/2007).

6.1 Kasvuolosuhteet

L. monocytogenes on mikroaerobinen, psykotrooffinen ja on poikkeuksellisen kestävä vaativissakin ympäristöolosuhteissa. Sitä esiintyy liha- ja broilerituotteiden ja valmisruokien raaka-aineissa. Se voi esiintyä myös kuumennetuissa elintarvikkeissa, jolloin tuotantoympäristö on kontaminoinut tuotteen. *L. monocytogenes* tarttuu lujasti kypsentämättömän lihan pintaan ja sitä on vaikea poistaa tai inaktivoita. (Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.).

Jälkikontaminaatioriski on otettava vakavasti tuotteissa, jossa kypsennyskäsittely on tuhonnut tuotteesta mikrobit. Tällöin, jos tuote jälkikontaminoituu *L. monocytogenes* -bakteerilla, kilpailevien mikrobin määrä on alhainen joten *L. monocytogenes* pääsee lisääntymään rauhassa. *L. monocytogenes* ei aiheuta muutoksia aistittavaan laatuun kuten makuun, hajuun tai rakenteeseen. (Modi 2007; Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.).

Resistentti bakteeri voidaan elintarviketeollisuuden näkökulmasta luokitella sellaiseksi lajiksi tai kannaksi joka kykenee selviytymään paremmin toistuvista pesuista ja desinfioinneista. Lämmön ja haponkestävyyden vä-

lillä *L. monocytogenes* -bakteerilla esiintyy ristiresistenssiä. Ristiresistenssi on jollekin stressitekijälle syntyneen vastustuskyvyn aiheuttamaa vastustuskykyä jollekin toiselle stressitekijälle. (VTT laitehygienia elintarviketeollisuudessa 2002)

6.1.1 Lämpötila

Listeria monocytogenes kykenee kasvamaan alhaisissa lämpötiloissa, jopa 2-4 °C:n lämpötilassa. Elintarvikkeessa tai elintarvikkeen pinnalla *L. monocytogenes* selviää tätäkin kylmemmässä. *L. monocytogenes* pystyy kasvamaan 0-45 °C lämpötila-alueella, optimi kasvualue on 30-37 °C:tta; kasvu hidastuu lämpötilan laskiessa alle 30°C. Alle 0 °C:n lämpötilat säilyttävät tai kohtalaisesti inaktivoivat bakteerin. Pakastuksesta selviäminen tai vahingoittuminen riippuu alustasta ja pakastuksen tasosta. *L. monocytogenes* ei pysty kasvamaan yli 50 °C:n lämpötiloissa. *L. monocytogenes* tuhoutuu pastoroitilämpötilassa. Tutkittaessa raaka-maitoa *L.monocytogeneksen* D_{71,7 °C}-arvoksi on saatu 0,9-2,7 sekuntia. D-arvo eli desimeroitumisaika on aika joka tarvitaan alentamaan elävien mikrobimäärä kymmenesosaan alkuperäisestä tietyssä lämpötilassa. D-arvo on erilainen jokaiselle mikrobille ja erityisen korkea D-arvo on itiöillä. (Modi 2007; VTT laitehygienia elintarviketeollisuudessa 2002).

L.monocytogenes -bakteeri on lämpöresistentimpi kuin useimmat muut ruokamyrkytyksiä aiheuttavat itiöttömät bakteerit. *L. monocytogenes* -bakteerin lämmönkestävyys on kasvun stationäärivaiheessa parempi kuin kasvun muissa vaiheissa. Kasvun ollessa stationäärivaiheessa bakteeri kestää 4-8 kertaa paremmin lämpökäsittelyä kuin eksponentiaalisen kasvun vaiheessa olevat bakteerit. *L. monocytogenes* -bakteerin lämmönkestävyyteen vaikuttaa bakteerin kasvulämpötila, bakteerit kestävät sitä paremmin lämpöä mitä korkeammassa lämpötilassa ne ovat kasvaneet. Vastaavasti matalammassa lämpötiloissa kasvaneet kestävät heikommin lämpöä. (Modi 2007; VTT laitehygienia elintarviketeollisuudessa 2002).

Bakteerisolun kasvulämpötila vaikuttaa bakteerisolun lipidi- ja proteiinisynteesiin sekä solukalvojen koostumukseen. Bakteerien hetkellistä altistamista lämmölle kutsutaan lämpösokiksi. *L. monocytogenes* -bakteerin lämmönkestävyys nousee 2-4 -kertaiseksi lämpösokin vaikutuksesta, verrattuna bakteereihin joita ei ole altistettu lämpösokille. *L. monocytogenes* -bakteerin lämmönkestävyys lihassa kasvaa jos lämpösokin kesto kasvaa esim. 30 minuutista 120 minuuttiin. Lämpösokin vaikutus riippuu ajan lisäksi *L. monocytogenes* -bakteerin kannasta, ympäristön pH-arvosta ja kasvuvaiheesta. 10-15 °C korkeampi lämpötila kuin optimikasvulämpötila synnyttää suurimman lämmönkestävyysvaikutuksen. Hitaan kuumennuksen aikana *L. monocytogenes* -bakteeri pystyy selviämään korkeammassa lämpötiloissa kuin nopeasti kuumennetuissa. *L. monocytogenes* -bakteerin D_{60°C}-arvo sianlihassa on hitaan kuumennuksen (1,3 °C/min) jälkeen 9,2 minuuttia ja 5,5 minuuttia nopean kuumennuksen jälkeen (8 °C/min). (Modi 2007; VTT laitehygienia elintarviketeollisuudessa 2002).

L. monocytogenes -bakteerin lämmönkestävyyttä lisää matala pH-arvo, lämpösokki, korkea kasvulämpötila, korkeasuolapitoisuus, rasva, näänty-

minen ja stationäärivaihe. Ravinneköyhällä alustalla näännytetyillä *L. monocytogenes* -bakteereilla on suurempi lämpöresistenssi verrattuna bakteereihin joita ei ole näännytetty. (Modi 2007; VTT laitehygienia elintarviketeollisuudessa 2002).

Elintarviketeollisuudessa käytetyt desinfektioaineet voivat aiheuttaa parantunutta lämmönkestävyyttä. *L. monocytogenes* -bakteeri voi kokea nääntymistä elintarviketeollisuudessa laitteiden pinnalla. Lämmönkestävyyteen vaikuttaa myös bakteerin sopeutuminen happamaan ympäristöön. *L. monocytogenes* -bakteerin lämmönkestävyys on parempi, mikäli sitä on kasvatettu happamassa ja matalassa lämpötilassa. Neutraalit kasvuolosuhteet korkeassa lämpötilassa lisäävät myös lämmönkestävyyttä. *L. monocytogenes* -bakteerin lämmönkestävyys nousee myös korkeansuolapitoisuuden omaavissa kasvuolosuhteissa. Rasvaisessa lihassa *L. monocytogenes* -bakteerin lämmönkestävyys on korkeampi kuin vähärasvaisessa lihassa. (Modi 2007; VTT laitehygienia elintarviketeollisuudessa 2002).

6.1.2 pH-arvo

L. monocytogenes kasvaa pH-alueella 5,6-9,6. Laboratorio olosuhteissa *L. monocytogenes* voi aloittaa kasvun jo pH arvossa 4,1. *L. monocytogenes*in kasvu alhaisissa pH-arvoissa riippuu lämpötilasta ja haposta. pH-arvossa 4,3 *L. monocytogenes* voi selvitä mutta ei voi lisääntyä *L. monocytogenes* pystyy selviytymään pH-alueella 9-11. (Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.; VTT laitehygienia elintarviketeollisuudessa 2002)

6.1.3 Veden aktiivisuus

L. monocytogenes kasvaa parhaiten veden aktiivisuusarvon ollessa suurempi kuin 0,97. *L. monocytogenes* -bakteerille minimi a_w -arvo on 0,92, mutta se säilyy hengissä alhaisemmissakin a_w -arvoissa. *L. monocytogenes* voi selvitä hengissä pitkiä aikoja a_w -arvon ollessa 0,83. (Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.).

6.1.4 Suolapitoisuus

L. monocytogenes pystyy kasvamaan jopa 10-20 % suolapitoisuudessa ja pystyy lisääntymään runsaasti kohtalaisessa suolapitoisuudessa 6,5 %. *L. monocytogenes* selviää pitkiä aikoja hengissä suolaisessa ympäristössä etenkin mitä alempi lämpötila sitä kauemmin se selviää. *L. monocytogenes* kestää melko hyvin nitriittiä ja nitraattia. Joten lihavalmisteisiin lisättävät nitriitti määrät eivät riitä ehkäisemään *L. monocytogenes* -bakteerin kasvua. (Modi 2007; Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.).

6.2 Kiinnittyminen pinnoille ja biofilmin muodostuminen

Elintarviketeollisuuden, bakteereille stressaavat, olosuhteet aiheuttavat sen että kiinnittyminen pintaan ja biofilminmuodostus ovat elinehtoja bakteereille. Ennen biofilmin muodostumista bakteerin on kiinnityttävä pinnalle. Kiinnittyneet solut sietävät ulkopuolisia stressitekijöitä huomattavasti paremmin kuin solut, jotka eivät ole kiinnittyneet. Elintarviketeollisuudessa bakteerien ulkopuolisia stressitekijöitä ovat esimerkiksi desinfiointiaineet, kuuminus ja happamat olosuhteet. *L. monocytogenes* pystyy kiinnittymään erilaisille pinnoille joita käytetään elintarviketeollisuudessa pintamateriaaleina. *L. monocytogenes* kiinnittyy erilaisiin pintamateriaaleihin jo 20 minuutissa ja alkaa muodostamaan solun ulkopuolisia suojaavia yhdisteitä jo muutaman tunnin kuluessa. Mitä kauemmin *L. monocytogenes* -bakteerit ovat kosketuksissa pintaan sitä lujemmin ne kiinnittyvät pintaan. Persistoivat kannat eli pitkäaikaista laitostaminaatioita aiheuttavat kannat kiinnittyvät pintoihin tehokkaammin lyhyellä kontaktiajalla kuin muut kannat. Bakteerien kestävyys ulkoisia stressitekijöitä kohtaan vaikuttaa suuresti bakteerien kiinnittyminen pinnoille. (Modi 2007; Korkeala, Lindström, Heikinheimo, Lunden, Hänninen, Fredriksson-Ahomaa 2007 35-105.; VTT laitehygieniä elintarviketeollisuudessa 2002).

L. monocytogenes pystyy muodostamaan biofilmin. Adheesio on biofilmin muodostumisen perusedellytys, sitä edeltää yleensä orgaanisen lian kertyminen pinnalle. Mikrobisolut ja niiden erittämät tuotteet, esim. polysakkaridirihamasto ja glukoproteiini, muodostavat biofilmin. Mikrobit ovat metabolisesti aktiivisia eläessään biofilmissä ja biofilmin sisällä on voimakkaita ioninvaihtoalueita nesteen ja mikrobisolujen välillä. Desinfiointiaineet eivät pääse tunkeutumaan biofilmin polysakkarideista koostuvan suojakerroksen läpi. Jos *L. monocytogenes* on muodostanut biofilmin, siihen ei tehoa desinfiointiaineet ja se aiheuttaa silloin suuren kontaminaatio riskin. Lihan ja makkaroiden pinnan limoittuminen johtuu siitä kun tuotepinnoilla olevat mikrobit muodostavat biofilmiä, polysakkarideista ja glykoproteiineista muodostuvaa limaa. Biofilmin muodostumisen jälkeen *L. monocytogenes* -bakteerin vastustuskyky lisääntyy niin desinfiointiaineita kuin lämpökäsittelyäkin kohtaan. (VTT laitehygieniä elintarviketeollisuudessa 2002; Toivanen 2009).

6.3 Ongelma elintarviketeollisuudessa

Elintarviketeollisuudessa *L. monocytogenes* -bakteerin nopea kiinnittyminen on ongelmallista, koska siten *L. monocytogenes* -bakteeri pystyy kestämään paremmin pesut jotka sijoittuvat päivän loppuun. Tehokkainta *L. monocytogenes* -bakteerin kiinnittyminen on 18 °C:ssa, mutta ero 4 °C:n ja 30 °C:n välillä on pieni. Alhaisella tuotantolämpötilalla ei pystytä estämään *L. monocytogenes* -bakteerin kiinnittymistä pinnoille, mutta pystytään hidastamaan sen kasvua biofilmissä. (VTT laitehygieniä elintarviketeollisuudessa 2002; Toivanen 2009).

Orgaaninen lika pinnoilla tarjoaa hyvän kiinnittymisalustan bakteereille ja inaktivoi desinfiointiaineita. Bakteerien keskinäiseen kilpailuun biofilmissä vaikuttavat lämpötila ja muut bakteerien kasvuun vaikuttavat tekijät.

Muiden bakteerien läsnäolo voi vaikuttaa *L. monocytogenes* -bakteerin selviämiseen joko positiivisesti tai negatiivisesti, lopullista vaikutusta teollisuusympäristössä on vaikea ennustaa. Bakteerien kiinnittyminen pintaan vaikeuttaa pinnan pesua. Elintarviketeollisuudessa laitteet joissa on vaikeasti pestäviä kohteita muodostavat hyvät mahdollisuudet *L. monocytogenes* -bakteerin kiinnittymiseen ja sopeutumiseen ulkoisia stressitekijöitä vastaan. (VTT laitehygieniä elintarviketeollisuudessa 2002; Toivanen 2009; Modi 2007).

L. monocytogenes -bakteerin kiinnittymistehokkuudessa on eroja eri kantojen välillä. Yleisesti ruostumattomaan teräkseen, tefloniin, nailoniin ja muoviin kiinnittyy vähemmän bakteereja kuin kumimateriaaleihin. Poikkeuksena on Buna-n-rubber-materiaali jolla on bakteeristaattinen vaikutus *L. monocytogenes* -bakteeriin. Ruostumattoman teräksen peseytyvyys on paras verrattuna muihin elintarviketeollisuudessa käytettyihin materiaaleihin. (VTT laitehygieniä elintarviketeollisuudessa 2002; Toivanen 2009).

6.4 Desinfiointiaineiden vaikutus ja teho

Desinfiointiaineen katsotaan olevan tehokas jos se vähentää bakteerien määrää pinoilla 3 log₁₀ eli kolmen log-yksikön verran esim. arvosta 10⁶ arvoon 10³ pmy/l. *L. monocytogenes* -bakteeriin puhtailla ja likaisilla pinoilla tehoavat kaliumpersulfaatti, peretikkahappo, kvaternääriset ammoniumyhdisteet ja isopropanolia 60 % sisältävät desinfiointiaineet, joista isopropanolia 60 % sisältävät ovat hyvin tehokkaita likaisella pinnalla. Teräspinoilla vähintään 6 log₁₀-vähennyksen *L. monocytogenes* pitoisuudessa saavat aikaan jodiliuos ja klorheksidiiniglukonaatti. Glutaraldehydi ei ole teräspinoilla yhtä hyvä kuin muilla pinoilla. Orgaaninen lika teräspinoilla heikentää desinfiointiaineiden tehoa. Puhtaalla teräspinnalla isopropanoli, natriumhypokloriitti ja amiini-butylyli-diglykoli tarvitsevat 10 minuutin vaikutus ajan aiheuttaakseen *L. monocytogenes* -bakteerin pitoisuudessa yli 3 log₁₀-vähennyksen. Teräspinoille kiinnittyneitä *L. monocytogenes* -bakteereita ei tertiäärisiä alkyyliamiineita ja dimetyyliamiinibetaiinia sisältävät desinfiointiaineet pysty tuhoamaan. Likaisilla pinoilla etanoli- ja fenoli johdannaiset eivät tehoa *L. monocytogenes* -bakteeriin. Elintarviketeollisuudessa riittämättömät puhdistus- ja desinfiointitoimet synnyttävät desinfiointiaineille sopeutumiseen altistavat olosuhteet. Märkien pintojen desinfiointi heikentää desinfiointiaineen tehoa jolloin bakteerit eivät kunnolla tuhoudu joka aiheuttaa bakteerien sopeutumista kyseiseen desinfiointiaineeseen. Solujen tuhoutumisen sijaan desinfiointiaineet voivat aiheuttaa solujen vaurioitumista jolloin *L. monocytogenes* voi sopivassa ympäristössä elpyä. (VTT laitehygieniä elintarviketeollisuudessa 2002; Toivanen 2009).

L. monocytogenes sopeutuu kvaternäärisiin ammoniumyhdisteisiin, tertiääriseen alkyyliamiiniin ja natriumhypokloriittiin, mutta se ei sopeudu kaliumpersulfaatille. Ristiresistenssi on jollekin stressitekijälle syntyneen vastustuskyvyn aiheuttamaa vastustuskykyä jollekin toiselle stressitekijälle. Esimerkiksi *L. monocytogenes* -bakteerin resistenssiä etanolille lisää altistaminen ja sopeutuminen pH-arvoon 5 ja lämpökäsittelyyn. *L. monocytogenes* voi kehittää ristiresistenssiä eri desinfiointiaineiden välille. Natri-

umhypokloriitille sopeutuneille *L. monocytogenes* -bakteereille kehittyvä ristiresistenssi muita desinfiointiaineita kohtaan. Elintarviketeollisuudessa desinfiointiaineiden aiheuttama *L. monocytogenes* -bakteerin parantunut lämmönkestävyys voi aiheuttaa ongelmia ja riittämätön desinfiointi voi aiheuttaa ristiresistenssiä joidenkin desinfiointiaineiden ja lämmön välille. Emäksinen pH lisää *L. monocytogenes* -bakteerin lämmönkestävyyttä. (VTT laitehygieniä elintarviketeollisuudessa 2002; Toivanen 2009).

Biofilmissä olevien bakteereiden tuhoamiseen vaaditaan suuremmat desinfiointiainepitoisuudet kuin irrallaan oleviin bakteereihin. Grampositiiviset bakteerit voivat tuottaa lipoteikkohappoja soluseinään, ja ne voivat estää desinfiointiaineiden vaikutuksia. Pinnoille kiinnittyneiden bakteerien kasvu voi stimuloida lipoteikkohappojen tuotannon. Desinfiointiaineen kulkeutumiseen, vaikutus kohtaansa, solukalvon läpi vaikuttaa lämpötila. Jotkin desinfiointiaineet menettävät tehoaan alhaisissa lämpötiloissa. Jos likaantuminen tapahtuu 20 °C:ssa ja puhdistus 4 °C:ssa tarvitaan *L. monocytogenes* -bakteerin inaktivoimiseen 2-3 -kertaista pitoisuuksia desinfiointiaineessa verrattuna jos likaantuminen ja puhdistus tapahtuisivat molemmat 20 °C:ssa. (VTT laitehygieniä elintarviketeollisuudessa 2002; Toivanen 2009; Modi 2007).

Resistenssi voi syntyä bakteereille joko mutaation kautta saadulla ominaisuudella tai hankitulla, esim. plasmidivälitteinen tai transposonivälitteinen, ominaisuus. *L. Monocytogenes* -bakteereilla on mutaatioin kautta syntyneitä resistenssi mekanismeja ja mahdollisia plasmidivälitteisiä resistenssi mekanismeja desinfiointiaineille. Elintarviketeollisuudessa käytettävät desinfiointiaineet ovat tehokkaita käyttöliuoksilla, mutta laimeammilla liuoksilla teho saattaa heikentyä huomattavasti, riippuen aineesta. Taulukosta 1 selviää desinfiointiaineiden vaikuttavat aineet ja vaikutusmekanismit. Taulukosta 2 selviää desinfiointiaineiden hyödyt ja haitat. Etenkin haitat on otettava huomioon desinfiointiainetta valittaessa, ettei se vaurioita pintoja joka puolestaan vaikeuttaisi puhdistusta. (VTT laitehygieniä elintarviketeollisuudessa 2002; Toivanen 2009; Modi 2007).

Elintarvikelaitoksesta toistuvasti löydettävää bakteeri kantaa kutsutaan persistoivaksikannaksi. Laitoksissa persistoivien *L. monocytogenes* -kantojen ja desinfiointiresistenssin välisestä yhteydestä on ristiriitaisia tietoja kirjallisuudessa. (VTT laitehygieniä elintarviketeollisuudessa 2002; Toivanen 2009).

Taulukko 1. Desinfointiaineiden vaikuttavat aineet ja vaikutusmekanismit (VTT laitehygienian elintarviketeollisuudessa 2002).

Desinfointiaineet	Vaikuttava aine	Vaikutusmekanismi
Alkoholit	Isopropanoli/Etanolijohdannaiset	Solukalvovauriot, proteiinien denaturoituminen
Kvaternääriset ammoniumyhdisteet	Bentsalkoniumkloridi	Solukalvon entsyymien inaktiivointi ja proteiinien denaturoituminen
Peroksigeenit	Vetyperoksidi/Peretikkahappo	DNA-ketjun katkeaminen, tioliryhmien hapettuminen proteiineissa ja entsyymeissä
Halogeeniyhdisteet	Hypokloriitti/Kloramiini Jodiyhdisteet	DNA-synteesin inhibointi, tioliryhmienhapettuminen
Aldehydit	Glutaraldehydi	Proteiinisidosten muodostuminen
Biguanidit	Klorheksidiini	Sytoplasmakalvon toiminnan häiriintyminen
Fenolit	Triclosan	Solukalvon toiminta

Lihavalmisteiden kypsennys ja jäähdytys

Taulukko 2. Desinfointiaineiden hyödyt ja haitat (VTT laitehygienian elintarviketeollisuudessa 2002).

desinfointiaine	Hyödyt	Haitat
Alkoholit	myrkytön, helppokäyttöinen, väritytön, tehokas vegetatiivisoluille, vaaraton iholle, hajoava, haihtuva, useat vesiliukoisia	mikrobistaattisia, suhteellisen tehoton itiöitä vastaan
Vetyperoksidi	hajoaa vedeksi ja hapeksi, suhteellisen myrkytön, helppo käyttää <i>in situ</i> ; heikentää biofilmiä, avustaa biofilmin irrottamisessa	korkeat konsentraatiot (> 3 %), resistenttisyys, syövyttävä
Peretikkahappo	erittäin tehokas pienissä konsentraatioissa, laaja käyttöalue, tappaa itiöitä, hajoaa etikkahapoksi ja vedeksi, myrkytön, tunkeutuu biofilmeihin	syövyttävä, epästabiili
Kloori	toimii laajalla käyttöalueella, aktiivinen alhaisissa pitoisuuksissa, tuhoaa biofilmmatriisia, edesauttaa lian irtoamista	myrkyllisiä sivutuotteita, resistenssin kehittyminen, jäämät, syövyttävä, reagoi solunulkoisten polymeerien kanssa, huono tunkeutuvuus biofilmeihin
Hypokloriitti	halpa, tehokas, helppo käyttää, irrottaa biofilmmatriisia, toimii laajalla käyttöalueella	epästabiili, myrkyllinen, hapettava, syövyttävä, nopea jälkikasvu, ei kykyä kontrolloida kiinnittymisiä, tuotteen väri voi muuttua
Kloramiini	tunkeutuu hyvin biofilmeihin, reagoi mikrobien kanssa	tehokkuus nesteessä olevia bakteereja kohtaan heikompi kuin kloorilla, havaittu resistenssin kehittymistä
Klooridioksidi	tehokas alhaisissa pitoisuuksissa, valmistettavissa paikan päällä, vähemmän pH-riippuvainen kuin muut klooriyhdisteet	myrkyllisiä sivutuotteita, räjähtävä kaasu
Kvatit	tehokkaita, myrkyttömiä, edesauttavat biofilmin irrotusta ja estävät sen kasvua, ei-syövyttäviä, ei-ärsyttäviä, ei pahoja hajuja eikä makuja	inaktivoituvat alhaisessa pH:ssa, reagoivat Ca- ja Mg-suolojen kanssa, resistenssi, tehottomia gram-neg. bakteereille
Otsoni	samanlainen tehokkuus kuin kloorilla, hajoaa hapeksi, ei jäämiä, heikentää biofilmmatriisia	reagoi orgaanisten aineiden kanssa muodostaen epoksidgeja, syövyttävä, lyhyt puoliintumisaika, herkkä veden komponenteille
Jodoforit	ei-syövyttäviä, myrkyttömiä, helppo käyttää, ei-ärsyttäviä, toimivat laajalla käyttöalueella	pahoja hajuja ja makuja, muodostavat punaisia yhdisteitä tärkkelyksen kanssa, kallis
Glutaraldehydi	tehokas, halpa, ei hapeta, ei syövytä	ei tunkeudu biofilmeihin, hajoaa muurahaishapoksi, nostaa DOC-lukua

7 TYÖN KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS

Opinnäytetyön kokeellinen osuus suoritettiin Saarioisten Valkeakosken tuotantolaitoksella, lihavalmisteosastolla. Mittaukset suoritettiin ajanjaksoilla 9.2 2012 -26.3 2012. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää lihavalmisteiden eri kaliiberisten tuotteiden sisälämpötiloja kypsennyksen ja jäähdytyksen aikana eri puolita keitto- ja jäähdytyskaappeja.

Yritys halusi varmistua siitä että keitto ja jäähdytysolosuhteet ovat tasalaa-tuiset ja riittävät riippumatta keittokaapista, jäähdytyskaapista, päivästä, kellonajasta tai erästä. Tasalaatuisuus jokaisessa elintarvikkeessa on kulut-tajille tärkeää ja siten yritykset haluavat tuottaa mahdollisimman tasalaa-tuisia tuotteita.

7.1 Tavoitteet

Lämpötiloja seurattiin lihavalmisteiden kypsennyksen ja jäähdytyksen ai-kana jotta voidaan olla varmoja että lämpötila oli ollut tarpeeksi korkea, tarpeeksi pitkän ajan jotta voitiin varmistua mikrobien riittävästä tuhoutu-misesta. Jäähdytyksen mittaaminen kertoi puolestaan laskiko tuotteen sisä-lämpötila tarpeeksi nopeasti. Tuotteiden lämpötilan on laskettava enintään neljässä tunnissa vähintään 6 °C:een jotta tuotteen mikrobiologinen laatu säilyy. Jäähdytysaika ja –lämpötilavaatimukset on määritelty maa- ja met-sätalousministeriön asetuksessa 1367/2011. (Maa- ja metsätalousministe-riön asetus 1367/2011)

Lihavalmisteiden kypsennys vastaa oikeastaan pastörintikäsittelyä eli tuotteen lämpötila nousee noin 75 °C:n vaiheille riippuen tuotteesta. Tässä lämpötilassa suurin osa mikrobeista tuhoutuu, etenkin taudinaiheuttajista. Itiöllisten bakteerien itiöt eivät tuhoudu tässä lämpötilassa ja voivat akti-voitua helposti jos jäähdytys on liian hidias.

Kokeellisessa osiossa haettiin vastauksia seuraaviin kysymyksiin: Onko kypsennysprosessi riittävä mikrobiologisen laadun kannalta, etenkin *Liste-ria monocytogenes* -bakteerin tuhoutumisen kannalta? Onko jäähdytyspro-sessi riittävän nopea mikrobiologisen laadun kannalta?

7.2 Lämpötilojen mittaussuunnitelma

Kokeellisen työn aluksi laadittiin lämpötilojen mittaussuunnitelma. Mitta-ussuunnitelman suunnittelun apuna käytettiin Mittatekniikan keskuksen julkaisua J 1/2002 lämpötilan mittaus. Mitattavat tuotteet valittiin tuotteen kaliiberin ja suolen (läpäisevä/läpäisemätön) mukaan. Mittauksia pyrittiin tekemään myös jokaisessa keittokaapissa, jolloin saadaan selville onko keittokaappien lämpötila tasainen ja riittävän korkea joka kohdassa kaap-pia. Tuotevaihtoehtoja oli yli 40, ja kaliiberit vaihtelevat 18 mm ja 120 mm välillä, joista valittiin sopivat tuotteet mitattavaksi. Alkuperäinen lämpötilojen mittaussuunnitelma muuttui koko ajan mittauksien edetessä. Muutoksiin vaikuttivat ajojärjestykset ja kaapit, joissa tuotteet kypsenne-

tään. Kypsennyskaappeja oli seitsemän, joista kolmessa oli savustusmahdollisuus. Jäähdytyskaappeja oli samoin seitsemän kappaletta. Kypsennys- ja jäähdytyskaapit numeroitiin numeroilla 1-7. Jokaiseen kypsennyskaappiin mahtuu kuusi vaunua ja jäähdytyskaappeihin mahtuu neljä tai kuusi vaunua keralla. Alkuperäinen lämpötilojen mittaussuunnitelma oli oikeastaan tarkistuslista, jonka avulla seurattiin että jokaisesta kaliiberista oli mittaustulokset niin monesta kypsennys- ja jäähdytyskaapista kuin mahdollista. Liitteenä 2 on alkuperäinen lämpötilojen mittaussuunnitelma. Tarkoituksena oli mitata tuotteita niin paljon, että jokainen keitto- ja jäähdytyskaappi on mitattu, siksi suunnitelmassa ei ole suunniteltu kaappeja eikä päivämääriä.

Lämpötila mittaukset suoritettiin THC -loggereilla tai Grant-mittarilla.

Grant 1000 Series Squirrel meter/logger type 1005-mittarissa on kahdeksan kanavaa, eli mittariin sai kerralla kahdeksan anturia. Antureina oli NiCr & NiAl termopari jonka lämpötilanmittausalue on -100 °C:sta +1300 °C:een, likimääräinen herkkyys mV/100 °C on 4,1 ja standardimerkintä K. Kyseinen termopari soveltuu kirjallisuuden mukaan tämäntyyppisiin mittauksiin. Grant-mittarin mittaustiheyden voi itse määrittää. TCH -loggeri on Thermochron keräin DS 19227 jonka erottelukyky on 0,5 °C ja mittaussvähin voi määrittää itse sekunnin tarkkuudella. (Johansson, 2000)

Mittari valittiin tuotteen kaliiberin mukaan. Lämpötilat mitattiin vähintään keittokaapin molemmista päistä, ylimmästä ja alimmasta rivistä sekä uunin keskeltä. Grant-mittaria käytettiin mittaamaan kaliiberilta alle 90mm tuotteiden sisälämpötilaa. TCH -loggereita käytettiin uunin lämpötilan mittaamisessa ja kaliiberilta 90 mm ja yli 90 mm tuotteiden sisälämpötilan mittaamiseen. Grant-mittarin anturi oli ohut johto joka oli mahdollista saada ohuenkin tuotteen sisälämpötilaa mittaamaan toisin kuin TCH -loggeri joka on nappipariston kokoinen ja olisi siten ollut mahdoton saada ohuen tuotteen sisälle mittaamaan sisälämpötilaa. Mittauksilla varmistetaan, että taulukossa 3 esitetyt lämpötilavaatimukset täyttyvät. *L. monocytogenes* tuhoutuu tuotteista kypsennysprosessin aikana, mikäli vaatimukset toteutuvat.

Taulukko 3. Lämpökäsittelytaulukko eli lämpötilavaatimukset *L. monocytogenes* – bakteerin tuhoamiseksi (ECFF Recommendations for the production of prepackaged chilled food)

Lämpötila (°C)	Aika (min, sek)
60	43' 29"
61	31' 44"
62	23' 16"
63	17' 06"
64	12' 40"
65	9' 18"
66	6' 49"
67	5' 01"
68	3' 42"
69	2' 43"
70	2' 00"
71	1' 28"
72	1' 05"
73	0' 48"
74	0' 35"
75	0' 26"
76	0' 19"
77	0' 14"
78	0' 10"
79	0' 06"
80	0' 05"
81	0' 04"
82	0' 03"
83	0' 02"
84	0' 02"

7.2.1 Kaliiberiltaan alle 90 mm tuotteet

Keittokaappeja oli seitsemän joista kolmessa on savustus mahdollisuus. Tuotteiden joiden kaliiberi on alle 90 mm, kypsentämiseen käytetään pääasiassa keittokaappeja joissa on savustus-mahdollisuus. Nämä ovat kypsennyskaapit 1, 2 ja 3. Kaliiberit 31 ja 36 voidaan kypsentää samassa keittossa. Lämpötilan mittausta rajoitti hieman Grant- mittarin antureiden pituudet, eli ne eivät yltäneet keittokaapin joka paikkaan. Joten mittauksia tehtiin yleensä vähintään kaksi joka kaapista jolloin mittarin paikkaa vaihdettiin toiselle ovelle, jotta saatiin koko kaapista kattavat mittaustulokset. Grant-mittarin anturi työnnettiin tuotteen sisälle mahdollisimman lähelle paksuinta keskikohtaa. TCH -loggerit kiinnitettiin vaunuihin jolloin ne mittaavat uunin lämpötilaa. Tuotteista joiden kaliiberi on alle 90 mm, ei sisälämpötiloja mitattu jäähdytyksessä. Grant-mittarilla ei voinut mitata jäähdytystä koska mittarin paikalleen laittamisen aikana tuote olisi ollut liian kauan riskilämpötilassa. Grant-mittari otettiin pois silloin kun tuotteet siirrettiin jäähdytyskaappiin. TCH -loggerit olivat paikoillaan vaunuissa

myös jäähdityksen ajan. Sekä Grant-mittari että TCH -loggerit mittasivat lämpötilaa minuutin välein.

7.2.2 Kaliiberiltaan yli 90 mm tuotteet

Keittokaappeja oli seitsemän, joista kolmessa savustus mahdollisuus. Tuotteiden, joiden kaliiberi on yli 90 mm, kypsentämiseen käytetään kaikkia kypsennyskaappeja. Joskus savustus ja kypsennys tapahtui eri kaapeissa, jolloin tuote siirretään savustusvaiheen jälkeen toiseen kaappiin kypsymään. Sekä kaapin että tuotteen sisälämpötilan selvittämiseen käytettiin TCH -loggereita. Uunin lämpötilan mittaamista varten TCH -loggerit kiinnitettiin vaunuihin ja tuotteen sisälämpötilaa mitattaessa TCH -loggeri laitettiin tuotteen sisälle mahdollisimman lähelle keskikohtaa. TCH -loggerit mittasivat lämpötilaa kypsennyksen ja jäähdityksen aikana viiden minuutin välein. TCH -loggeri laitettiin paikalleen tankotuotteisiin seuraavasti. Suolta vahvistettiin kietomalla teippiä ympäri ja tekemällä pieni viilto suoleen josta TCH -loggeri työnnettiin massaan mahdollisimman keskelle ja lopuksi viilto suljettiin teipillä. TCH -loggerit olivat paikoillaan kypsennyksen ja jäähdityksen ajan, ne poistettiin tuotteen sisältä ja vaunuista vasta tuotteen jäähdittyä. TCH -loggerit mittasivat lämpötilaa viiden minuutin välein.

8 MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

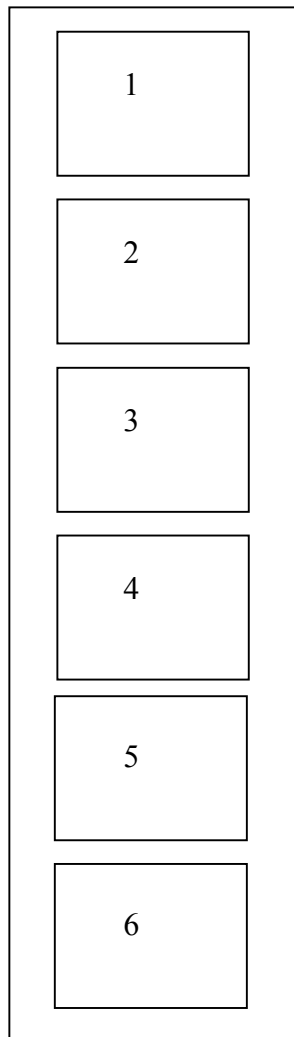
Tuotteiden lämpötilamittaukset suoritettiin tavanomaisissa tuotanto olosuhteissa Mittaus järjestyksen määräsi tuotannon ajojärjestys. Tuotteet numeroitiin ja saamaa tuotetta saatettiin mitata useamman kerran. Taulukossa 4 on esitetty mitä tuotteita minäkin päivänä mitattiin ja missä kaapeissa kyseinen tuote kypsennettiin ja jäähdytettiin.

Taulukko 4. Mittaustietoja

KALIIBERI	TUOTE	MITTARI	KEITTOKAAPPI/ JÄÄHDYTYSKAAPI	MITTAUS PVM 2012
18	tuote 2	Grant	3 / 2	9.2
	tuote 2		1 / 2	14.2
	tuote 3		2 / 1	13.2
28	tuote 4	Grant	2 / 2	14.2
	tuote 4		3 / 1	21.2
31	tuote 6	Grant	1 / 1	10.2
	tuote 6		1 / 2	14.2
	tuote 6		3 / 1	15.2
36	tuote 5	Grant	2 / 1	16.2
90	tuote 11	THC- loggeri	5 / 4	23.2
	tuote 16		6 / 4 ja 5	29.2
	tuote 15		6 / 3 ja 4	29.2
	tuote 24		3 / 1	1.3
	tuote 17		3 / 1	1.3
	tuote 30		3 / 1	12.3
	tuote 11i		6 / 3 ja 5	20.3
95	tuote 33	THC- loggeri	3&7 / 7	27.2
	tuote 19		4 / 4	28.2
	tuote 19		4 / 5 ja 4	28.2
	tuote 40		5 / 4 ja 5	14.3
105	tuote 28	THC- loggeri	3&7 / 7	27.2
120	tuote 18.1	THC- loggeri	6 / 4	22.2
	tuote 18		6 / 6	13.3
	tuote 18		4 / 6	15.3
	tuote 32		3&7 / 7	21.3

8.1 Kaliiberiltaan alle 90 mm tuotteet keittokaapeittain

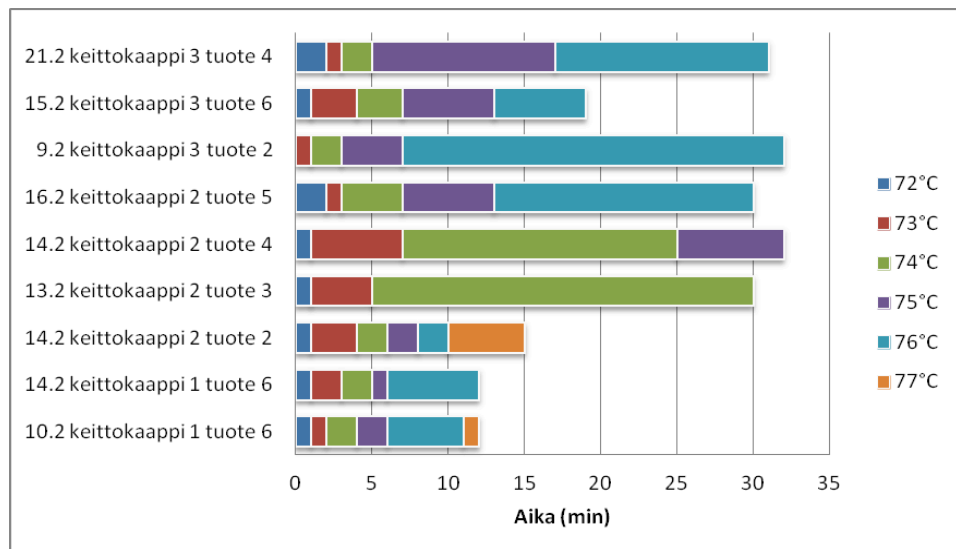
Kuvassa 2 on esitetty kuinka vaunut, 6 kpl, sijoittuvat 1-, 2- ja 3-keittokaappeihin. Vaunu numero 1 menee ensimmäisenä keittokaappiin ja vaunu 1 myös tulee ensimmäisenä ulos keittokaapin toisesta päästä. Antureiden sijaintia kuvatessani oikea reuna tarkoittaa kuvanmukaisesti oikeaa reunaa.



Kuva 2. Vaunujen sijoittuminen keittokaappeihin ylhäältäpäin kuvattuna

Liitteessä 3 on kuvattu tuotteiden sisälämpötilojen mittauskohdat. Jokainen keitto on kuvattu erikseen. *Listeria monocytogenes* -bakteerin lämpötuhoutumisvaatimuksen toteutuminen kaliiberiltaan alle 90 mm tuotteissa on kuvattu taulukossa 5. Lämpötuhoutumisvaatimuksena on taulukon 3 mukaan, että tuotteen sisälämpötilan on oltava 2 minuuttia 70 °C:ssa. Taulukon 5 tiedot ovat jokaisen mitatun kypsennyksen kypsennyskertakohtaisia keskiarvoja. Taulukosta käy ilmi kuinka kauan tuotteen sisälämpötila oli 72 °C:ssa tai korkeammassa lämpötilassa kaliiberiltaan alle 90 mm tuotteissa. Tuotteiden sisälämpötilat olivat 72:ssa °C tai yli vaihdellen 12 minuutista 32 minuuttiin keskiarvon ollessa 24 minuuttia. Tuloksia verrattaessa taulukossa 3 esitettyihin arvoihin voitiin todeta että *L. monocytogenes* -bakteerin lämpötuhoutumisvaatimus täyttyi joka mittauksessa. Tuotteiden sisälämpötiloissa ei ollut merkittäviä eroja eri puolilla keittokaappeja.

Taulukko 5. *Listeria monocytogenes* -bakteerin lämpöuhoutumisvaatimuksen toteutuminen tuotteiden sisälämpötilan perusteella



Liitteestä 4 esitetään mittauskohdat joista mitattiin keittokaappien lämpötilat keittojen aikana. TCH - loggerit kiinnitettiin vaunuihin teipillä. Keittokaappien 1, 2 ja 3 lämpötilojen keskihajonta viiden minuutin välein on esitetty taulukossa 6. Tuloksista voi päätellä että suurimmat lämpötilaerot olivat keittokaappi 2:ssa. Keitot ovat erimittaisia joten rinnakkain olevia lukuja ei voi verrata keskenään. Keskihajonta pieneni keiton loppua kohden jolloin tuotteet saavuttavat loppulämpötilan. Loppulämpötilan saavutettua keittokaappien eri kohtien lämpötilojen keskihajonnat ovat pääsääntöisesti alle 1 °C:n. Tästä voitiin päätellä että kypsennyslämpötilat ovat tasaiset joka puolella kaappeja.

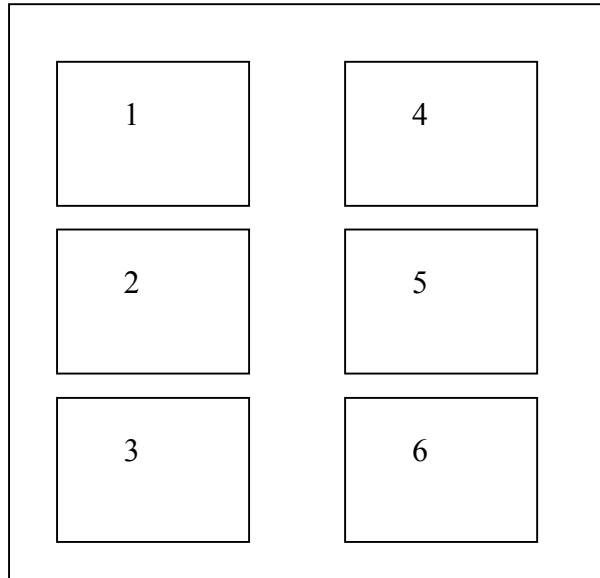
Lihavalmisteiden kypsennys ja jäähdytys

Taulukko 6. Keittokaappien 1, 2 ja 3 lämpötilojen keskihajonta viiden minuutin välein

aika min	keittokaappi 1, °C		keittokaappi 2, °C			keittokaappi 3, °C		
	pvm 10.2.	14.2.	13.2.	14.2.	16.2.	9.2.	15.2.	21.2.
1	1,0	1,4	2,2	4,8	2,2	0,8	1,0	2,6
6	2,6	3,6	4,0	5,0	2,5	5,2	4,1	6,0
11	1,7	1,8	3,5	4,7	5,0	3,5	3,1	5,3
16	3,9	2,1	2,2	3,8	3,8	2,0	2,6	4,0
21	2,8	1,8	1,7	2,8	2,9	1,3	3,4	3,0
26	2,3	2,1	1,4	2,2	2,2	0,6	3,3	2,9
31	2,1	2,0	2,7	3,4	2,7	1,0	3,6	1,5
36	1,8	1,9	1,6	2,6	1,4	0,4	3,4	0,8
41	1,9	1,8	1,1	2,3	1,1	0,5	3,4	0,7
46	1,6	1,5	1,1	1,9	0,6	0,5	3,0	0,7
51	1,7	1,5	1,1	1,7	0,6	0,4	1,7	0,5
56	1,8	1,6	0,9	1,4	0,6	0,5	1,3	0,5
61	1,5	1,6	0,9	1,3	0,6		1,4	
66	1,4	1,6					1,7	
71	1,2	1,4					1,4	
76	1,1	1,1					1,2	
81	0,5	0,7					1,1	
86	0,5	0,5					0,7	
91	0,4	0,7					0,6	
96							0,3	

8.2 Kaliiberiltaan yli 90 mm tuotteet keittokaapeittain

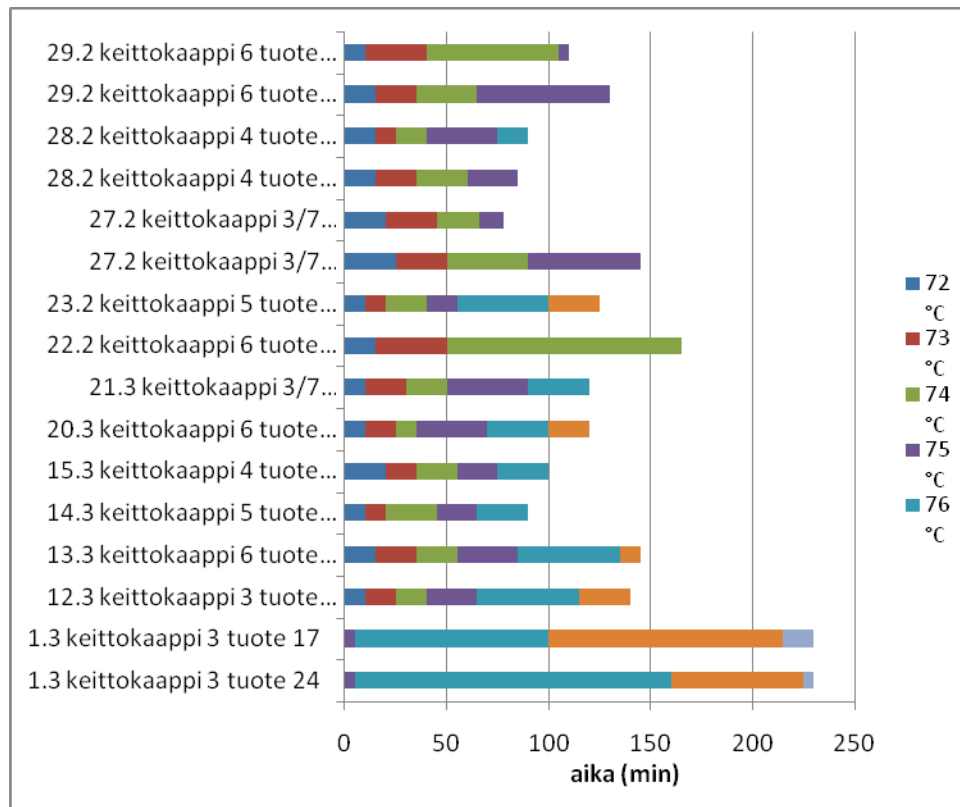
Kuvassa 3 on esitetty kuinka vaunut, 6 kpl, sijoittuvat 4-, 5- ja 6 keittokaappeihin. Keittokaappiin 7 vaunut sijoittuvat samoin kuin 1-, 2-, ja 3-keittokaappeihin. Vaunu numero 1 menee ensimmäisenä keittokaappiin ja vaunu 1 myös tulee ensimmäisenä ulos keittokaapin toisesta päästä. Antureiden sijaintia kuvatessani oikea reuna tarkoittaa kuvanmukaisesti oikeaa reunaa.



Kuva 3. Vaunujen sijoittuminen keittokaappeihin ylhäältä kuvattuna

Liitteessä 5 on kuvattu tuotteiden sisälämpötilojen mittauskohdat. Jokainen keitto on kuvattu erikseen. *Listeria monocytogenes* -bakteerin lämpötuhoutumis vaatimuksen toteutuminen kaliiberiltaan yli 90mm tuotteissa on kuvattu taulukossa 5. Lämpötuhoutumis vaatimuksena on taulukon 3 mukaan, että tuotteen sisälämpötilan on oltava 2 minuuttia 70 °C:ssa. Taulukon 7 tiedot ovat jokaisen mitatun kypsennyksen kypsennyskertakohtaisia keskiarvoja. Taulukosta käy ilmi kuinka kauan tuotteen sisälämpötila oli 72 °C:ssa tai korkeammassa lämpötilassa kaliiberiltaan yli 90 mm tuotteissa. Tuotteiden sisälämpötilat olivat 72:ssa °C tai yli vaihdellen 78 minuutista 230 minuuttiin keskiarvon ollessa 131 minuuttia. Tuloksia verrattaessa taulukkoon kolme voitiin todeta että *L. monocytogenes* -bakteerin lämpötuhoutumisvaatimus täyttyi joka mittauksessa. Tuotteiden sisälämpötiloissa ei ollut merkittäviä eroja eri puolilla keittokaappeja.

Taulukko 7. *Listeria monocytogenes* -bakteerin lämpöuhoutumisvaatimuksen toteutuminen tuotteiden sisälämpötilojen perusteella



Liitteessä 6 esitetään mittauskohdat joista mitattiin keittokaappien lämpötilat keittojen aikana. TCH -loggerit kiinnitettiin vaunuihin teipillä. Keittokaappien 4, 5, 6 ja 3 lämpötilojen keskihajonta kymmenen minuutin välein on esitetty taulukoissa 8 ja 9. Tuloksista voi päätellä että lämpötilaerot olivat tasaiset keittokaappien joka kohdassa. Keitot ovat erimittaisia joten rinnakkain olevia lukuja ei voi verrata keskenään. Keskihajonta pieneni keiton loppua kohden jolloin tuotteet saavuttavat loppulämpötilan. Loppulämpötilan saavutettua keittokaappien eri kohtien lämpötilojen keskihajonnat ovat pääsääntöisesti alle 1 °C:n. Tästä voitiin päätellä että kypsennyslämpötilat ovat tasaiset joka puolella kaappeja.

Keittokaappi 3/7:ssa tuotteet savustettiin ensin keittokaappi 3:ssa jonka jälkeen tuotteet siirrettiin kypsymään keittokaappiin 7.

Keittokaappi 3:n 1.3 tehdyssä keitossa keskihajonta on alussa suuri koska osa vaunuista lisättiin keittokaappiin vasta savustuksen jälkeen.

Lihavalmisteiden kypsennys ja jäähdytys

Taulukko 8. Keittokaappien 3, 4 ja 5 lämpötilojen keskihajonta kymmenen minuutin välein

aika min	keittokaappi 3, °C		keittokaappi 4, °C		keittokaappi 5, °C	
	pvm 1.3.	12.3.	28.3.	15.3.	23.2.	14.3.
5	1,9	vain yksi	2,8	5,7	1,6	6,4
15	17,6	mittaus	3,0	5,6	1,0	3,4
25	19,9		0,5	1,9	1,0	1,0
35	20,4		0,5	1,4	1,9	1,0
45	20,8		0,0	1,0	0,5	0,6
55	22,7		0,4	1,0	0,5	0,6
65	22,2		0,4	0,6	0,5	0,6
75	22,9		0,4	0,5	0,5	0,6
85	27,3		0,4	0,0	0,5	0,6
95	1,8		0,4	0,0	0,5	0,6
105	0,7		0,0	0,0	0,5	0,6
115	0,7		0,0	0,0	0,5	0,6
125	0,7		0,0	0,0	0,5	0,6
135	0,5		0,0	0,0	0,5	0,5
145	0,4		0,4	0,0	0,4	0,6
155	0,4		0,4	0,0	0,5	0,6
165	0,4		0,4	0,0	0,5	0,6
175	0,4		0,4	0,0	0,4	0,5
185	0,4		0,4	0,0	0,4	0,5
195	0,0		0,4	0,0	0,4	0,5
205	0,4		0,4	0,0	0,5	0,6
215	0,4		0,4	0,0	0,5	
225	0,4			0,0	0,4	
235	0,4			0,0	0,4	
245	0,5			0,0		
255	0,5			0,0		
265	0,5			0,0		
275	0,4			0,0		
285	0,5			0,0		
295	0,5			0,0		
305	0,4			0,0		
315	0,4			0,0		

Lihavalmisteiden kypsennys ja jäähdytys

Taulukko 9. Keittokaappien 6 ja 7 lämpötilojen keskihajonta kymmenen minuutin välein

aika min	keittokaappi 6, °C				keittokaappi 3/7, °C	
	pvm 22.2.	29.2.	13.3.	20.3.	27.2.	21.3.
5	0,4	3,3	6,2	1,5	3,3	0,0
15	5,6	3,3	1,9	0,0	6,2	1,0
25	9,8	0,8	0,6	0,0	4,5	1,3
35	11,6	0,4	0,5	1,0	4,0	2,6
45	16,6	0,7	0,0	0,8	4,1	2,5
55	17,2	0,4	0,6	3,0	4,2	7,1
65	16,1	0,0	0,5	1,0	4,0	7,3
75	14,4	0,4	0,6	1,0	2,6	7,3
85	12,5	0,4	0,5	0,5	2,4	7,3
95	10,7	0,0	0,5	0,5	1,9	6,9
105	9,1	0,4	0,5	0,5	2,0	6,2
115	7,8	0,4	0,5	0,0	4,3	5,3
125	6,8	0,5	0,6	0,0	5,5	4,6
135	5,8	0,0	0,5	0,5	1,9	4,1
145	4,9	0,5	0,6	0,5	0,4	4,1
155	4,1	0,4	0,5	0,5	0,5	1,7
165	3,7	0,4	0,6	0,5	0,0	1,0
175	3,1	0,4	0,0	0,5	0,4	4,8
185	2,8	0,5	0,6	0,5	0,5	1,4
195	2,4	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
205	2,0	0,4	0,6	0,6	0,4	0,5
215	1,8	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5
225	1,6	0,5	0,6	0,0	0,5	0,0
235	1,5	0,4	0,6	0,5	0,5	0,0
245	1,3	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
255	1,1	0,5	0,5		0,4	0,0
265	10,5	0,5	0,6		0,5	0,5
275	4,1		0,5		0,5	0,5
285	3,9		0,6		0,5	0,0
295	3,9		0,6		0,5	0,5
305	3,9		0,6		0,5	0,5
315	3,9		0,6		0,5	0,5
325	3,9				0,5	0,5
335	4,0				0,5	0,5
345	3,9				0,5	0,5
355	4,0				0,5	0,5
365	4,0				0,5	0,5
375						0,5

8.3 Jäädytysvaiheen mittaustulokset

Kaliiberiltaan alle 90 mm tuotteista ei sisälämpötilaa mitattu jäädytyksen aikana. Tähän tarkoitukseen soveltuva mittaria ei ollut käytettävissä. Vaunuihin kiinnitetyt TCH -loggerit olivat mukana jäädytyksessä. Oletuksena oli että ohuiden tuotteiden sisälämpötila reagoi nopeasti ulkolämpötilan muutokseen, kuten kypsennyksenkin aikana. Liitteessä 1 esitetään yhdestä keitosta ja jäädytyksestä saadut tulokset.

Kaliiberiltaan 90 mm tai yli 90 mm tuotteiden sisälämpötilaa mitattiin jäädytyksen aikana samoin kuin kypsennyksen aikana. Myös vaunuun kiinnitetyt TCH -loggerit olivat mukana myös jäädytyksessä. Mittausten edetessä mittausten painopiste siirtyi kypsennyksen mittaamisesta jäädytyksen mittaamiseen. Taulukossa 10 esitetään jäädytyskaappien 1, 2 ja 3 välisiä eroja jäädytysajoissa prosentteina. Jäähtymisaikojen eroprosentit laskettiin verrattuna lyhyimpään jäähtymisaikaan, joka on esitetty taulukossa ensimmäisenä (ero-arvona 0 %). Tuloksista voitiin päätellä, että jäädytystä pitää tehostaa ja saada jäähtyminen tasaisemmaksi eri puolilla jäädytyskaappeja. Taulukossa 11 esitetään jäädytyskaappin 4 eroja jäädytysajoissa prosentteina. Taulukossa 12 esitetään jäädytyskaappien 5, 6 ja 7 välisiä eroja jäädytysajoissa prosentteina.

Taulukko 10. Jäädytyskaappien 1, 2 ja 3 jäähtymisaikojen erot prosentteina.

jäädytyskaappi, tuote	jäähtymisajan ero %
12.3 jäädytyskaappi 1 tuote 30	0 %
1.3 jäädytyskaappi 1 tuote 24	35 %
1.3 jäädytyskaappi 1 tuote 24	38 %
1.3 jäädytyskaappi 1 tuote 17	38 %
1.3 jäädytyskaappi 1 tuote 24	62 %
1.3 jäädytyskaappi 1 tuote 24	69 %
20.3 jäädytyskaappi 2 tuote 11	131 %
20.3 jäädytyskaappi 2 tuote 11	165 %
20.3 jäädytyskaappi 2 tuote 11	169 %
20.3 jäädytyskaappi 2 tuote 11	173 %
29.2 jäädytyskaappi 3 tuote 15	238 %
29.2 jäädytyskaappi 3 tuote 16	296 %

Taulukko 11. Jäähdytyskaappi 4:n jäähtymisaikojen erot prosentteina

jäähdytyskaappi, tuote	jäähtymisajan ero %
14.3 jäähdytyskaappi 4 tuote 40	0 %
22.2 jäähdytyskaappi 4 tuote 18	19 %
23.2 jäähdytyskaappi 4 tuote 11	19 %
29.2 jäähdytyskaappi 4 tuote 15	26 %
28.2 jäähdytyskaappi 4 tuote 17	40 %
22.2 jäähdytyskaappi 4 tuote 18	52 %
23.2 jäähdytyskaappi 4 tuote 11	57 %
23.2 jäähdytyskaappi 4 tuote 12	62 %
23.2 jäähdytyskaappi 4 tuote 13	76 %
23.2 jäähdytyskaappi 4 tuote 14	yli 300 %
28.2 jäähdytyskaappi 4 tuote 17	yli 300 %
28.2 jäähdytyskaappi 4 tuote 18	yli 300 %
29.2 jäähdytyskaappi 4 tuote 16	yli 300 %

Taulukko 12. Jäähdytyskaappien 5, 6 ja 7 jäähtymisaikojen erot prosentteina

jäähdytyskaappi, tuote	jäähtymisajan ero %
21.3 jäähdytyskaappi 7 tuote 33	0 %
29.2 jäähdytyskaappi 5 tuote 16	35 %
28.2 jäähdytyskaappi 5 tuote 17	52 %
28.2 jäähdytyskaappi 5 tuote 18	87 %
14.3 jäähdytyskaappi 5 tuote 40	100 %
14.3 jäähdytyskaappi 5 tuote 40	122 %
14.3 jäähdytyskaappi 5 tuote 40	126 %
21.3 jäähdytyskaappi 7 tuote 33	126 %
14.3 jäähdytyskaappi 5 tuote 40	120 %
13.3 jäähdytyskaappi 6 tuote 18	120 %
27.2 jäähdytyskaappi 7 tuote 28	120 %
13.3 jäähdytyskaappi 6 tuote 18	143 %
15.3 jäähdytyskaappi 6 tuote 18	143 %
21.3 jäähdytyskaappi 7 tuote 33	143 %
27.2 jäähdytyskaappi 7 tuote 28	152 %
15.3 jäähdytyskaappi 6 tuote 18	161 %
27.2 jäähdytyskaappi 7 tuote 19	161 %
13.3 jäähdytyskaappi 6 tuote 18	165 %
15.3 jäähdytyskaappi 6 tuote 18	165 %
21.3 jäähdytyskaappi 7 tuote 33	170 %
27.2 jäähdytyskaappi 7 tuote 19	174 %
13.3 jäähdytyskaappi 6 tuote 18	183 %
15.3 jäähdytyskaappi 6 tuote 18	196 %
26.3 jäähdytyskaappi 5 tuote 10	200 %
15.3 jäähdytyskaappi 6 tuote 18	yli 300%
26.3 jäähdytyskaappi 5 tuote 10	yli 300%
26.3 jäähdytyskaappi 5 tuote 11	yli 300%

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTOIMENPITEET

Tässä työssä saatujen tulosten perusteella voi päätellä että tuotteessa mahdollisesti oleva *Listeria monocytogenes* tuhoutuu kuumennuksen aikana kaikissa mitatuissa keittokaapissa ja joka kohdassa kaappia. Kypsennysolosuhteet ovat tasaiset kaikissa kaapeissa, eli kaapeissa ei todettu ns. kylmiä kohtia.

Kypsennyksen keston lyhentämistä ei näiden tulosten pohjalta suunniteltu, koska tarkoituksena oli selvittää vain onko kypsennys riittävä. Tulokset kuitenkin osoittavat, että kypsennysaikaa voisi lyhentää ilman, että tuoteturvallisuus kärsisi.

Tulokset osoittivat, että kypsennyksen jäähdytysvaiheessa on parannettavaa. Kaliiberiltaan yli 90 mm tuotteiden jäähtyminen ei ollut tasaista ja

siinä olisi tehostamisen tarvetta. Erot jäähtymisajoissa olivat suuria jäähdytyskaappien eri osissa ja myös jäähdytyskaappien väliset erot olivat suuria.

Kaliiberiltaan yli 90mm tuotteet eivät jäähtyneet tarpeeksi tasaisesti. Kun tämä ongelma tuli ilmi lämpötilamittaukset painottuivat kyseisten tuotteiden jäähdityksen mittaamiseen.

Jäähdytyskaappeja on seitsemän, jotka eivät ole samanlaisia vaan jäähdytyskaappeja on neljää erilaista. Suurimmat ongelmat olivat kaikilla jäähdytyskaapeilla, lukuun ottamatta jäähdytyskaappia 1. Uusintamittaus tehtiin jäähdytyskaapilla 6. Mittausta varten tuotteen kaliiberia pienennettiin 105 mm:stä 80 mm:iin. Kaliiberin pienennys sai aikaan tuotteiden jäähtymisen tasaisemmin joka puolella jäähdytyskaappia. Tämä on yksi keino lyhentää jäähdytysaikoja.

Osassa jäähdytyskaapeista jäähdytys patterit jäätivät, jolloin jäähdytysteho heikkeni ja aiheutti jäähdytyskaapin sisällä suuria eroja jäähdytystehtossa. Toimenpiteinä jäähdytyspattereiden sulatus ohjeistettiin uudelleen ja laitteiden toimivuutta parannettiin ohjelmamuutoksilla ja niihin tehtiin huollot. Ohjelmamuutoksilla ja huolloilla säädettiin jäähdytysveden ja ilman lämpötilaa, määrää sekä painetta, jolloin voitiin taata jäähdytyskaappien tasainen toimivuus.

LÄHTEET

- Leino, P., Kohtala, J., Kymäläinen, S., Tarvainen, J. & Henriksson, J. 2007. Liha-alan ammattioppi. Helsinki: Edita Prima.
- Korkeala, H., Lindström, M., Heikinheimo, A., Lunden, J., Hänninen, M.-L. & Fredriksson-Ahomaa M. 2007 Bakterit. Teoksessa Korkeala, H. (toim) Elintarvikehygieniä. WSOY 35-105.).
- Modi, H.A. 2007. Introductory Food Microbiology. Jaipur: Global Media
- Hui, YH. 2001. Meat Science Applications. New York, NY, USA : Marcel Dekker.
- VTT laitehygieniä elintarviketeollisuudessa 2002. Espoo: VTT Publications 480.
- Komission asetus (EY) No 2073/2005 Elintarvikkeiden mikrobiologiset tutkimukset, muutettu komission asetuksella (EY) Nro 1441/2007).
- Evira. Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat 2010. Eviran julkaisuja.
- Lim, D. 1998 Microbiology second edition. South Florida: WCB McGraw-Hill
- Toivanen, L. 2009 Listeria monocytogenes –bakteerin biofilmin määrittäminen mikrotiitterilevymenetelmällä. Helsingin yliopisto. Eläinlääketieteellinen tiedekunta. Elintarvike- ja ympäristöhygienian laitos. Elintarvikehygienian oppiaine. Eläinlääketieteen lisensiaatin tutkielma.
- Leiponen, M. n.d. Lihateollisuusopisto kouluttaa osa 13 suolet. Viitattu 19.3.2012.
http://www.lihakeskusliitto.fi/lihalehti/lihatieto/li0304_55-56.pdf
- Huhtakangas, P. n.d. Kehittyvä elintarvike lehti teemajuttu 28. Viitattu 27.3.2012.
<http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/28-makkaralle-pian-kuorikemiallisen-reaktion-kautta>
- Johansson, E. 2000 säätö- ja mittaustekniikka. Iisalmi: IS-VET
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus 1367/2011
- ECFF Recommendations for the production of prepackaged chilled food

Esimerkki mittausdatasta

TCH -loggereiden mittaustulokset on nimetty L+ loggerin numero.

Grant-mittarin mittaustulokset on nimetty G+ anturin numero.

Aika	L2	L9	L8	L19	L4	L18	L5	L11	L17	L3	L6
9:26	22	23	17	23	24	19	20	23	21	22	19
9:27	22	23	17	23	25	19	20	23	21	22	19
9:28	25	25	26	25	26	26	26	26	28	25	27
9:29	30	28	33	29	29	32	32	30	34	30	34
9:30	34	32	40	33	32	38	38	33	39	34	40
9:31	38	36	45	36	35	43	43	37	44	38	45
9:32	42	39	49	40	38	47	47	40	48	42	49
9:33	45	42	52	43	41	50	50	43	51	45	53
9:34	48	46	54	46	44	53	53	46	53	48	55
9:35	51	48	55	48	46	55	55	48	55	51	57
9:36	52	50	56	49	48	56	56	50	56	52	58
9:37	54	51	56	51	49	57	57	51	57	54	59
9:38	55	52	57	52	51	57	57	52	57	55	59
9:39	55	53	56	52	51	57	57	53	57	55	59
9:40	56	53	57	53	52	58	58	54	58	56	60
9:41	57	54	56	53	53	58	58	54	58	57	59
9:42	57	54	55	53	53	57	57	54	57	57	59
9:43	58	55	57	54	54	58	58	55	58	58	60
9:44	58	55	57	55	54	58	58	56	58	58	60
9:45	58	55	57	54	54	57	58	55	58	58	59
9:46	58	55	56	54	54	57	57	55	57	58	59
9:47	57	54	55	54	54	56	56	55	56	57	59
9:48	57	54	56	54	54	56	56	55	57	57	59
9:49	58	54	56	54	54	56	56	55	57	58	58
9:50	58	55	56	55	55	57	57	55	57	58	59
9:51	59	56	58	56	56	58	58	56	58	59	60
9:52	59	56	58	56	56	58	58	57	59	59	60
9:53	59	56	58	56	56	58	58	57	58	59	60
9:54	67	62	63	64	62	62	66	64	67	67	68
9:55	73	68	68	69	67	66	71	69	73	73	73
9:56	76	70	70	70	70	69	73	71	74	76	75
9:57	76	71	71	71	71	71	73	72	75	76	76
9:58	76	71	72	71	72	72	73	73	75	76	76
9:59	76	71	72	71	72	72	74	73	75	76	76
10:00	76	72	72	72	72	72	74	73	74	76	76
10:01	76	72	72	72	72	73	74	73	74	76	75
10:02	76	72	72	72	72	73	74	73	74	76	75
10:03	76	72	73	72	73	73	74	73	74	76	75

10:04	76	72	73	72	73	73	74	73	74	76	75
10:05	76	72	73	72	73	73	74	73	74	76	75
10:06	75	72	73	72	73	73	74	73	74	75	75
10:07	75	72	73	72	73	73	74	73	74	75	75
10:08	75	72	73	72	73	73	74	73	74	75	75
10:09	75	72	73	72	73	73	74	73	74	75	75
10:10	75	72	73	72	73	73	74	73	74	75	75
10:11	75	72	73	72	73	73	74	74	74	75	75
10:12	75	72	73	72	73	73	74	73	74	75	75
10:13	75	72	73	72	73	73	74	73	74	75	75
10:14	75	72	73	72	73	73	74	74	74	75	75
10:15	75	72	73	72	73	73	74	73	74	75	75
10:16	75	72	73	72	73	73	74	73	74	75	75
10:17	75	72	73	72	73	73	74	73	74	75	75
10:18	75	73	73	73	73	74	74	74	74	75	75
10:19	75	72	73	73	73	73	74	73	74	75	75
10:20	75	73	73	73	73	73	74	74	74	75	75
10:21	75	72	73	73	73	73	74	73	74	75	74
10:22	75	73	73	73	73	73	74	73	74	75	75
10:23	75	72	73	73	73	73	74	73	74	75	75
10:24	75	73	73	73	73	73	74	73	74	75	75
10:25	75	73	73	73	73	73	74	73	74	75	74
10:26	75	73	73	73	73	73	74	73	74	75	75
10:27	75	73	73	73	73	74	74	74	74	75	75
10:28	75	73	73	73	73	74	74	74	74	75	75
10:29	63	65	66	63	65	67	65	64	64	63	67
10:30	61	61	53	60	63	57	54	62	53	61	55
10:31	59	53	41	57	60	47	45	59	45	59	45
10:32	57	46	33	46	52	37	35	51	38	54	40
10:33	45	44	30	45	49	32	29	46	30	45	32
10:34	23	38	32	28	34	32	28	38	28	23	31
10:35	9	26	31	17	20	31	26	31	22	9	27
10:36	5	18	28	12	14	28	24	26	17	5	21
10:37	4	13	24	10	11	25	22	22	12	4	14
10:38	3	10	21	8	9	22	20	18	10	3	11
10:39	3	9	18	7	8	19	19	17	8	3	9
10:40	3	7	16	6	7	17	17	15	7	3	7
10:41	3	6	13	5	6	15	16	13	6	3	6
10:42	2	6	12	5	6	14	15	12	5	2	5
10:43	2	5	10	4	5	12	14	11	4	2	5
10:44	2	5	9	4	5	10	13	10	4	2	4
10:45	2	4	8	4	5	9	12	9	4	2	4
10:46	2	4	7	3	4	8	11	8	3	2	3
10:47	2	4	6	3	4	8	11	8	3	2	3
10:48	2	4	6	3	4	7	10	7	3	2	3

10:49	3	4	6	4	5	7	9	8	3	3	3
10:50	4	5	7	5	6	7	8	8	4	4	4
10:51	5	5	8	6	7	8	8	8	5	5	5
10:52	6	6	8	6	7	8	8	8	5	6	5
10:53	6	6	8	6	8	8	8	8	5	6	5
10:54	6	6	7	6	7	8	8	8	5	6	5
10:55	6	6	7	6	7	8	8	8	5	6	6
10:56	6	6	7	6	7	7	7	8	5	6	6
10:57	6	6	7	6	7	7	7	8	5	6	6
10:58	7	6	7	6	7	7	7	8	5	7	6
10:59	6	5	5	5	6	6	6	6	5	6	5
11:00	6	4	4	4	5	5	5	5	4	6	5
11:01	5	4	3	4	4	4	4	4	4	5	4
11:02	5	4	3	4	4	4	4	4	3	5	4
11:03	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3
11:04	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3
11:05	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3
11:06	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3
11:07	3	3	3	4	4	3	3	3	2	3	3
11:08	3	3	3	4	4	3	3	3	2	3	3
11:09	3	3	3	4	4	3	3	3	2	3	3

Aika	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
9:26	20,6	16	16,6	14	17	17,4	14,8	19,6
9:27	34	16	18,8	19,2	17,8	38,6	23,2	23
9:28	36,4	17	21,8	23,8	20	39,8	29	27,8
9:29	41,2	19	24,2	28	22,8	43,8	37,2	34
9:30	45	21,8	27	31,4	25,8	47,8	45,8	39,4
9:31	48,2	24,2	29,6	34,4	28,6	50,6	50,6	43,8
9:32	50,6	27,2	32,6	37,8	31,6	52,8	53,8	47,2
9:33	53,6	30,6	35,6	41	34,8	55	57	50,4
9:34	53,4	33,6	38,2	43,4	37,6	51,6	56,4	51,2
9:35	53,8	36,6	40,6	45,4	40	52	56,8	52
9:36	54,8	39	42,6	47	42,4	53,6	58	53,4
9:37	56,8	41,4	44,6	48,4	44,4	56	59,8	55
9:38	54,4	43,2	45,6	49,2	46	53,6	57	53,6
9:39	57,2	45	47,2	50,4	47,6	55,2	60	56
9:40	55,6	46,6	48,8	51,2	49	54,8	57,6	55
9:41	54	48	49,6	51,4	50	52,8	56,2	54
9:42	57,6	49	50,6	52,6	50,6	56,2	60	57
9:43	56,2	50	51,6	53	51,6	55,8	58,4	56,2
9:44	55,2	51	52,4	53,4	52,4	54,6	57,2	55,6
9:45	54,6	51,4	52,4	53	52,6	53,8	56,2	55
9:46	54,4	52	52,8	53	52,8	53,8	55,8	54,8

9:47	55	52,2	53	53,6	53	54,4	56,4	55,2
9:48	54,8	52,6	53,4	53,6	53,6	54,6	56,2	55
9:49	57,2	52,6	53,6	53,8	53,6	56,2	58,6	56
9:50	58,2	53	54,4	54,8	54	57	59,8	57,4
9:51	57,4	53,6	54,8	55	54,6	56,2	59,4	57,4
9:52	57,2	54,4	55,2	55,6	55,2	56,2	59,2	57,4
9:53	68	55,2	59,4	62,8	57,6	66,6	73,4	72,2
9:54	71,4	59,2	64,4	67,6	62,8	70,2	75,6	74,6
9:55	72,4	63,2	67,8	70,2	67,2	72	76,8	75,6
9:56	72	66,4	70,2	71,2	69,8	72,2	74,6	73,8
9:57	72,6	68,6	71,6	72	71,4	72,8	74,6	74
9:58	72,6	70,2	72,4	72,4	72,6	72,8	74,6	74
9:59	72,6	71,2	73,2	72,6	73,4	72,8	74,4	73,8
10:00	72,6	71,6	73,4	72,6	73,6	72,8	74	73,6
10:01	72,6	72,4	73,8	72,8	74	73,2	74	73,6
10:02	72,8	72,8	74	73,2	74,4	73,4	74	73,8
10:03	72,8	73,2	74,4	73,4	74,4	73,4	74,4	73,8
10:04	73,2	73,4	74,4	73,4	74,6	73,6	74,4	74
10:05	72,8	73,4	74,4	73,4	74,4	73,4	74	73,8
10:06	72,8	73,4	74,4	73,4	74,6	73,4	73,8	73,6
10:07	73,2	73,6	74,6	73,4	74,6	73,6	73,8	73,8
10:08	72,8	73,6	74,4	73,4	74,6	73,4	73,8	73,6
10:09	73,4	73,6	74,6	73,8	74,8	73,8	74,4	74
10:10	73,6	73,8	74,6	73,8	74,8	74	74,6	74,4
10:11	73,4	73,8	74,6	73,8	74,8	73,6	74	73,8
10:12	73,4	73,6	74,6	73,6	74,6	73,8	74,4	74
10:13	73,2	73,6	74,6	73,6	74,6	73,6	73,8	73,6
10:14	73,2	73,8	74,6	73,6	74,6	73,6	73,8	73,6
10:15	73,4	73,8	74,6	73,6	74,6	73,8	75,2	75
10:16	73,4	73,8	74,6	73,6	74,6	73,8	74	73,8
10:17	73,8	73,8	74,8	74	74,8	74	74,6	74,6
10:18	73,4	74	74,6	73,8	74,8	73,8	74	74
10:19	73,8	74	74,8	74	74,8	74	74,6	74,4
10:20	73,6	74	74,8	74	74,8	74	74,4	74
10:21	73,4	73,8	74,6	73,8	74,6	73,6	74	73,8
10:22	73,4	73,8	74,6	73,6	74,6	73,6	74	73,8
10:23	73,4	73,8	74,6	73,8	74,6	73,6	74	73,8
10:24	73,4	73,8	74,4	73,6	74,6	73,6	74,4	74
10:25	73,4	73,8	74,6	73,8	74,6	73,8	74	73,8
10:26	73,4	73,8	74,6	73,6	74,6	73,6	74,6	74
10:27	74	74	74,8	74	74,8	74,4	75	74,6
10:28	62	72	67,8	66,2	70,8	61,4	61,6	61,6

Mittaussuunnitelma

KALIIBERI	TUOTE	MITTARI	KEITTOKAAPPI/ JÄÄHDYTYSKAAPI	MITTAUS PVM
18	tuote 1. tuote 2	Grant		
28	tuote 4	Grant		
31	tuote 6	Grant		
36	tuote 5	Grant		
90	tuote 10 tuote 13 tuote 36 tuote 23	THC- loggeri/ Grant		
95	tuote 37 tuote 40	THC- loggeri/ Grant		
105	tuote 28	THC- loggeri/ Grant		
120	tuote 39	THC- loggeri/ Grant		

Tuotteiden sisälämpötilojen mittauskohdat

	Keittokaappi 1		Keittokaappi 2			Keittokaappi 3		
	10.2.	14.2.	13.2.	14.2.	16.2.	9.2.	15.2.	21.2.
Vaunu 1								
	alh. kesk. ylh. oik.	alh. kesk. ylh. kesk.	alh. oik. ylh. kesk. ylh. oik.	alh. oik. ylh. kesk.		ylh. vas. alh. vas.	alh. vas. ylh. oik.	
Vaunu 2								
	alh. kesk. ylh. vas.	ylh. oik. alh. vas.	ylh. oik. kesk. alh. vas.	ylh. oik. ylh. vas.		ylh. vas. alh. vas.	ylh. oik. alh. vas. ylh. vas.	
Vaunu 3								
	alh. oik. ylh. vas.	kesk. oik.	alh. oik. alh. vas.	kesk. oik. ylh. vas. alh. vas.		ylh. vas. alh. vas.	ylh. oik. alh. oik.	
Vaunu 4								
	alh. vas. ylh. vas.	alh. oik. ylh. kesk.			alh. oik.			ylh. vas.
Vaunu 5								alh. oik. kesk.
					kesk. ylh. vas.			
Vaunu 6								alh. kesk. ylh. vas.
					alh. oik. kesk. ylh. vas.			kesk.
					alh. oik.			alh. oik. ylh. vas.
					kesk.			

Keittokaappien lämpötilan mittauskohdat

	Keittokaappi 3		Keittokaappi 4		Keittokaappi 5	
	1.3.	12.3.	28.2.	15.3.	23.2.	14.3.
Vaunu 1						
Vaunu 2	alh.oik.	ylh. kesk.	ylh. oik.	ylh. oik.	ylh. oik.	ylh. oik.
Vaunu 3	ylh. oik.		alh. oik.	ylh. vas.	ylh. vas.	ylh. vas.
Vaunu 4	alh. oik.		ylh. vas.	alh. vas.	alh. oik.	alh. oik.
Vaunu 5	ylh. oik.		alh. vas.	ylh. vas.	ylh. oik.	alh. vas.
Vaunu 6	alh. vas.		ylh.oik.		ylh. vas.	ylh. oik.

Tuotteiden sisälämpötilojen mittauskohdat

	Keittokaappi 3		Keittokaappi 4		Keittokaappi 5	
	1.3.	12.3.	28.2.	15.3.	23.2.	14.3.
Vaunu 1	kesk.	kesk.	kesk.	kesk. alh.kesk.	kesk.	kesk.
Vaunu 2	kesk.		kesk.	kesk.	kesk.	kesk.
Vaunu 3	kesk.		kesk.	ylh. kesk.	alh. kesk.	ylh. kesk.
Vaunu 4	kesk.		kesk.	alh.kesk.	ylh.kesk.	alh.kesk.
Vaunu 5	kesk.		kesk.		alh. oik.	kesk.
Vaunu 6						

	Keittokaappi 6				Keittokaappi 3/7	
	22.2.	29.2.	13.3.	20.3.	27.2.	21.3.
Vaunu 1	alh. vas. kesk. kesk. ylh. oik.	kesk.	kesk.	kesk.	kesk.	kesk.
Vaunu 2	oik. kesk. ylh. vas.	kesk.	kesk.	kesk.	kesk.	kesk.
Vaunu 3	alh. oik. alh. oik. kesk. ylh. vas.	kesk. kesk.	kesk.	kesk.	kesk.	kesk.
Vaunu 4		kesk.	kesk.	kesk. alh. kesk.		kesk. ylh. oik.
Vaunu 5						
Vaunu 6					kesk.	

Keittokaappien lämpötilojen mittauskohdat

	Keittokaappi 3		Keittokaappi 4		Keittokaappi 5	
	1.3.	12.3.	28.2.	15.3.	23.2.	14.3.
Vaunu 1						
Vaunu 2	alh.oik.	ylh. kesk.	ylh. oik.	ylh. oik.	ylh. oik.	ylh. oik.
Vaunu 3	ylh. oik.		alh. oik.	ylh. vas.	ylh. vas.	ylh. vas.
Vaunu 4	alh. oik.		ylh. vas.	alh. vas.	alh. oik.	alh. oik.
Vaunu 5	ylh. oik.		alh. vas.	ylh. vas.	ylh. oik.	alh. vas.
Vaunu 6	alh. vas.		ylh.oik.		ylh. vas.	ylh. oik.

	Keittokaappi 6				Keittokaappi 3/7	
	22.2.	29.2.	13.3.	20.3.	27.2.	21.3.
Vaunu 1						
Vaunu 2	ylh. oik.	ylh. oik.	ylh. oik.	ylh. oik.	alh. oik.	
Vaunu 3	alh. oik.	ylh. vas.	ylh. vas.	ylh. vas.	ylh. oik.	
Vaunu 4	ylh. vas.	ylh. vas. alh. oik.	alh. oik.	alh. oik.	alh. oik. ylh. vas.	
Vaunu 5		alh. vas.	alh. vas.	alh. vas.		
Vaunu 6						
					alh. oik. ylh. oik.	