

Metropolia-ammattikorkeakoulu
Bio- ja elintarviketekniikka

Hannu Seppä

Uuden valmisruokakypsytyssprosessin optimointi

Insinööriyö 8.3.2010

Ohjaaja: yrityksen tuotantopäällikkö

Ohjaava opettaja: yliopettaja Riitta Lehtinen

Tämä on julkinen versio tehdystä insinööriyöstä. Uudesta tekniikasta ja uudeltaisista tuotteista johtuen, tuotteiden nimet ovat muutettu sekä mittaustulokset poistettu.

| | |
|---|--|
| Tekijä Otsikko | Hannu Seppä Uuden valmisruokakypsytysoptimointi |
| Sivumäärä Aika | 38 sivua 8.3.2010 |
| Koulutusohjelma | bio- ja elintarviketekniikka |
| Tutkinto | insinööri (AMK) |
| Ohjaaja Ohjaava opettaja | yrityksen tuotantopäällikkö yliopettaja Riitta Lehtinen |
| <p>Työ suoritettiin suomalaisessa elintarvikeyrityksessä, jossa tutkittiin uutta valmisruokalinjaa. Uuden linjan etuina ovat prosessin nopeus sekä tuotteen parempi laatu: rakenne, vitamiinit ja väri säilyvät paremmin tavalliseen kypsytysprosessiin verrattuna. Uusi valmistuslinja aloitti toiminnan yrityksessä vuoden 2007 elokuussa, eikä kunnollista mittausdataa ollut vielä saatavilla, vain valmistajan antamat suositukset. Työn tavoitteena oli optimoida kypsytysaikaa tuotekohtaisesti, minkä avulla tuotantokapasiteettia saataisiin parannettua.</p> <p>Työ suoritettiin ajamalla tuotteisiin laitettuja lämpötilaa mittaavia antureita prosessin läpi ja laskemalla lämpökertymästä pastörintiarvot. Yhteensä eri tuotteita oli 13, joista osa tuli tuotantoon vasta aivan työn loppuvaiheessa. Työn edetessä saaduista mittaustuloksista saatiin eri tuotteille annettua omat uuni- ja pastörintiarvon perusteella.</p> | |
| Hakusanat | valmisruoka, pastörinti |

| | |
|---|--|
| Author | Hannu Seppä |
| Title | Optimizing the new ready meal process |
| Number of Pages | 38 pages |
| Date | March 8, 2010 |
| Degree Programme | biotechnology and food engineering |
| Degree | bachelor of engineering |
| Instructor Supervisor | Production Manager of the Company Riitta Lehtinen, Principal Lecturer |
| <p>The subject of the work was to study a new convenience food process line in a Finnish foodstuff corporation. The benefits compared to a normal process are that the product contains quality, structure, vitamins and colour better. The production line started in August 2007 and there were no decent measurement data available, only the manufacturer's recommendations. The goal was to optimize the process time product-specifically so that the capacity of production could be improved.</p> <p>The measurements were carried out by running heat measuring loggers through the process and counting the pasteurization units from the heat accumulation. In total, there were 13 different products and a portion of these products came into production in the final phase of the project. During the progress different products could be given their own process time on the grounds of the pasteurization unit.</p> | |
| Keywords | ready meal, pasteurization |

Sisällysluettelo

| | | |
|--------|--|----|
| 1 | Johdanto | 6 |
| 2 | Valmisateriat | 6 |
| 3 | Tekniikka ja prosessi..... | 7 |
| 3.1 | Mittausanturit | 7 |
| 3.2 | Tekniikka..... | 9 |
| 3.3 | Mikroaterioiden pakkausprosessi..... | 10 |
| 4 | Omaoalvonta ja laadunseuranta | 10 |
| 5 | Mittaukset..... | 13 |
| 5.1 | Mittausten suorittaminen käytännössä | 13 |
| 5.2 | Hävikki | 14 |
| | Hävikkien epätasaisuus | 15 |
| 6 | Tuotteet ja niiden koeajot..... | 16 |
| 6.1 | Tuote A..... | 16 |
| 6.1.1 | Tulokset..... | 18 |
| 6.2 | Tuote B..... | 19 |
| 6.2.1 | Tulokset..... | 21 |
| 6.3 | Tuote C..... | 21 |
| 6.3.1 | Tulokset..... | 22 |
| 6.4 | Tuote D..... | 23 |
| 6.4.1 | Tulokset..... | 24 |
| 6.5 | Tuote E..... | 24 |
| 6.5.1 | Tulokset..... | 26 |
| 6.6 | Tuotteet F ja G | 26 |
| 6.6.1 | Tulokset..... | 27 |
| 6.7 | Tuote H..... | 28 |
| 6.7.1 | Tulokset..... | 29 |
| 6.8 | Tuote I..... | 29 |
| 6.8.1 | Tulokset..... | 30 |
| 6.9 | Tuote J..... | 30 |
| 6.9.1 | Tulokset..... | 32 |
| 6.10 | Tuote K..... | 32 |
| 6.10.1 | Tulokset..... | 33 |
| 6.11 | Tuote L..... | 34 |
| 6.11.1 | Tulokset..... | 35 |
| 6.12 | Tuote M..... | 35 |
| 6.12.1 | Tulokset..... | 36 |
| 7 | Aineiston tilastomatemattinen tarkastelu | 36 |
| 8 | Yhteenveto | 38 |

1 Johdanto

Insinööriyön aiheena oli suomalaisessa elintarvikeyrityksessä valmisruokaosastolla toimivan uuden valmistuslinjan uuniaiakojen tutkiminen. Tavoitteena oli mittausten perusteella tapahtuva tuotannon optimoiminen. Optimoinnilla pyrittiin löytämään tuotekohtaiset kypsytysajat sekä käytettävät uunin tehot. Kypsytysaika vaikuttaa suoraan tuotannon kapasiteettiin, mikä taas on tuotannollisesti erittäin oleellinen seikka. Optimoinnin oleellisin asia oli kuitenkin löytää kypsytysajat, joilla saavutettiin tuotteille sellaiset pastörintiarvot, joilla kypsytysaika oli mahdollisimman lyhyt, mutta joilla taattiin kuitenkin mikrobiologinen turvallisuus. Liiasta kypsytyksestä ei ole hyötyä, vaan se vähentää ainoastaan tuotantokapasiteettia sekä muuttaa tuotteen laatua, mikäli uuniaiika on reilusti yli tarpeen.

Kypsytystavan luonteen vuoksi, tuotteen lämpötilan ja pastörintiarvon mittaamiseen oli hankittu uudenlaiset mittausanturit, ja näiden käytön kehittäminen ja ohjeistaminen kuului myös osana työhön.

Valmistuslinja aloitti toimintansa vasta vuoden 2007 elokuussa, joten muuta aiempaa mittaustietoa ei juuri ollut kuin valmistajan antamat suositusarvot. Tehdaskokeita oli kyllä tehty ennen varsinaisen tuotannon alkua, mutta näistä saatujen tietojen perusteella uuniasetukset eivät kuitenkaan olleet aivan optimaalisimmat vaan lähinnä sellaiset, jotta tuoteturvallisuus varmistettiin eli tuotteessa täyttyivät pastörintiarvot.

2 Valmisateriat

Valmisruoat saivat alkuperäisen ideansa Yhdysvalloista 1960-luvulla, jolloin ne tunnettiin nimellä TV-ateria. Ideana oli tällöin tarjota kuluttajalle nopea, mutta kaikki normaalin aterian osat sisältävä ateria, jonka pystyi nauttimaan illalla töistä tultuaan mukavasti TV:n ääressä. /1/

Alun perin valmisruoat lämmitettiin alumiinivuoassa uunissa. Sittemmin valmisruokien kypsytysmuoto on muuttunut enemmän mikroaaltouunipainotteiseksi, jolloin nimityskin on muuttunut mikroruoaksi. Valmisruokien osuus kasvaa koko ajan ihmisten elämäntytmin muuttuessa kiireisemmäksi ja mukavuudenhaluisemmaksi. Vuonna 2006 valmis-

ruokia myytiin Suomessa 420 miljoonalla eurolla. Keskivertohenkilö käyttää ruoan valmistukseen koko ajan yhä vähemmän aikaa, jolloin ateria, joka on käytännössä heti valmis, houkuttelee. Mukavuutta lisää myös se, että monet valmisateriat voidaan nauttia suoraan pakkauksestaan, jolloin tiskattavia astioita ei synny yhtä paljon.

Mikroruokia kuluttavat eniten nuoret yksinasuvat. Pakkauskoot ovatkin muuttuneet suuremmista perhepakkauksista 1-2 annoksen pakkauksiin. Toinen huomioonotettava käyttäjäryhmä ovat lapsiperheet, joissa lapset pääsevät koulusta aiemmin kuin vanhemmat töistä. Aivan kesäkuun alussa onkin piikki valmisruokien kulutuksessa, kun koululaisilla alkavat lomat vanhempia aikaisemmin eivätkä vanhemmat ole tällöin päivisin tekemässä ruokaa. /2, 4, 8/

Valmisruokia käytetään paljon myös täydentämään suurempia aterioita, kuten esimerkiksi erilaisia laatikkoruokia joulupöydässä. /1/

Mitä pidemmälle ruokaa prosessoidaan, sitä enemmän maku, ravintoaineet sekä rakenne kärsivät. Tämän vuoksi valmisruokien rasva- ja suolapitoisuudet ovat saattaneet olla tavallista kotiruokaa korkeampia, jotta ruokaan saataisiin makua. Mikroruokia onkin moitittu niiden epäterveellisyydestä. Toisaalta valmisruoat ovat jo kertaalleen kypsennettyjä, jolloin kuluttajalle jää vain uudelleenlämmitys eikä ole pelkoa esimerkiksi lihan alikypsytyksestä. Työssä tutkitun valmistuslinjan tuotteissa ei ole käytetty säilöntäaineita, vaikka yleinen luulo näin onkin. Nykyinen elintarvikelainsäädäntö kieltääkin säilöntäaineiden lisäämisen mikroaterioihin. /2, 6, 7, 11, 12/

3 Tekniikka ja prosessi

3.1 Mittausanturit

Mittausantureina (loggereina) käytettiin yhdysvaltalaisen MesaLabsin valmistamia DataTrace® Micropack III (MPIII) –antureita, jollainen on esitetty kuvassa 1. Niiden lämpötilan mittausväli on $-20\text{ °C} \dots +140\text{ °C}$, virhemarginaali $\pm 0,1\text{ °C}$. /3/



Kuva 1. Mittausanturi.



Kuva 2. Anturit ohjelmoitiin tietokoneeseen kytkettävällä telakalla infrapunaä hyödyntäen, jolloin ei tarvittu johtoja.

Anturit mittasivat lämpötilaa tietyin väliajoin, jota voidaan muuttaa. Työn kaikissa mitauksissa lämpötilamittaukset on säädetty neljän sekunnin välein tapahtuviksi. Anturin keräämä data siirrettiin tietokoneelle kuvan 2 mukaisella telakalla. Mitattua dataa käsiteltiin tietokoneella Microsoft Excel –muodossa, josta kävivät ilmi kellonaika, lämpötila sekä anturin laskema pastörintiarvo. Kellonaikojen perusteella nähtiin, milloin rasia oli mennyt uuniin, tullut sieltä ulos jne. Tästä lasketulla lämpökertymällä laskettiin pastörintiarvo (PU, pasteurisation unit) yrityksessä käytetyllä kaavalla. Anturin laskemaa pastörintiarvoa ei siis käytetty. Kaava on seuraava:

$$PU_{arvo} = \sum_{t_i \geq 90^\circ C} (t_i - t_{i-1}) 10^{\frac{T_i - 90}{10}},$$

jossa T on lämpötila celsiusasteina ja t on aika minuutteina. Ajanhetkien erotus on yhtä kuin anturin mittausväli eli työssä käytetty neljä sekuntia muutettuna minuuteiksi.

Lämpökertymästä laskettu pastörintiarvo laskettiin sekä 80 °C:ssa että yli 90 °C:ssa. Näistä oleellisemmaksi katsottiin PU 90 °C:ssa, jonka tavoitteeksi oli asetettu 10, jotta tuotteelle katsottiin voitavan antaa tavoitteen mukainen myyntiaika, joka oli suurimmalla osalla tuotteista 28 päivää.

Mittausantureiden mittaustarkkuus tarkistettiin satunnaisesti kiehuvaan veteen, jolloin lämpötilat olivat 99,7 – 100,2 °C.

3.2 Tekniikka

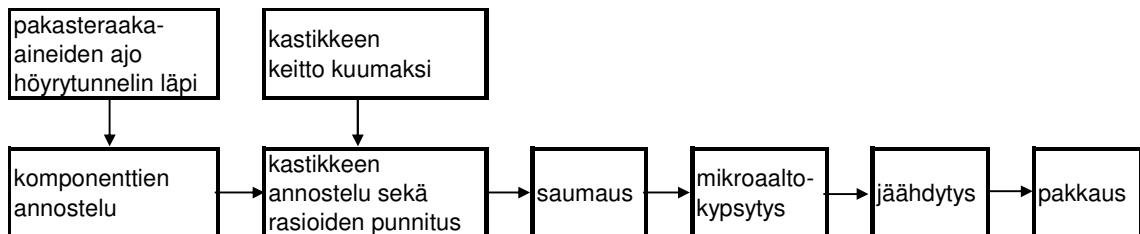
Uuden tekniikan hyötyinä tavalliseen valmisruoan valmistukseen on mm. prosessin nopeus. Lämpökäsittely jää 6–7 minuuttiin tavallisen 40–50 minuutin sijasta. Esimerkiksi lihan erillistä pastörintia ei tarvita kypsytysjälkeen, sillä kypsytys tapahtuu suljetussa rasiassa toisin kuin tavallisessa prosessissa, jossa lihat useimmiten kypsennetään ensin, sitten annostellaan ja vasta tämän jälkeen suoritetaan pastörinti. Sama pätee myös riisiin ja pastaan. Lisäksi kypsytysmenetelmällä kasvikset ja vihannekset saadaan huomattavasti paremmin säilyttämään ulkonäkönsä, rakenteensa sekä ravintoaineensa, kun ne eivät esimerkiksi pääse liukenemaan keitinveten kuumennuskäsittelyn jäädessä muutenkin huomattavasti lyhyemmäksi. /6, 10/

Tekniikan kulmakivenä voidaan pitää rasian kalvossa olevaa venttiiliä. Kuumennuksen aikana rasiassa syntyvän ylipaineen johdosta venttiili avautuu ja ylimääräinen ilma sekä osa vesihöyrystä pääsevät ulos. Kun lämmitys loppuu, paine putoaa ja takaiskuventtiili sulkeutuu, jolloin rasiaan syntyy alipaine ja rasiaan muodostuu vakuumi. Vakuumin johdosta aerobisten mikrobien kasvua saadaan ehkäistyä. Muuta oleellista kyseiseen tekniikkaan liittyvää on esimerkiksi rasian muoto, jotta lämpö leviää tasaisesti ja jotta rasia imeytyy oikein vakuumiin.

Valmisruokarasioissa käytettävän rasian materiaali on polypropeenaa ja kalvossa on käytetty polypropeenaa ja polyamidia. Polypropeenilla saadaan kalvolle hyvä saumautuvuus sekä suoja polyamidille, joka ei kestä kosteutta eikä rasvoja. Polyamidilla taas saavutetaan hyvä kaasujen läpäisynesto. /5/

3.3 Mikroaterioiden pakkausprosessi

Kone purkaa tyhjät rasiat linjalle, johon monipäävaaka annostelee ensimmäiseksi kivi-
vakomponentit (pastat/riisit/perunat). Tämän jälkeen seuraavat monipäävaaka'at annoste-
levat loput komponentit, lihat/kanat/kalat sekä kasvisseoksen.



Annostelun jälkeen rasia saumataan. Saumauskone tekee kalvoon reiän, jonka päälle tulee venttiili. Saumauksen jälkeen rasiat menevät kypsytykseen. Kun rasiat tulevat uunista kypsytyksen jälkeen, putoaa paine lämmön laskiessa ja kalvot imeytyvät vakuu-
miin. Tämän jälkeen rasiat menevät jäähdytimeen.

Toisinaan pakkaus ei imeydy vakuumiin saumojen pettämisen tai venttiilivian vuoksi, kun kastiketta joutuu venttiiliin ja venttiilikanava tukkeutuu, jolloin kalvo jää löysäksi. Nämä rasiat otettiin pois radalta ja tyhjennettiin biojätteisiin. Yleisempi ongelma oli kuitenkin venttiilivika, jolloin venttiili ei sulkeutunut täysin, mikä johtui mahdollisesti koneen virhesyötöstä, jolloin venttiili ei ole osunut aivan kalvossa olevan reiän keskelle. Tuote saattoi myös kiehua yli liian suuren kuumennuksen tai ruokamäärän johdosta, jolloin kastike kuohui venttiilistä ulos. Saumojen pettämistä tapahtui harvoin. Enemmän ongelmaksi muodostui liian tiukka saumaus, jolloin rasian avaaminen ei onnistunut ilman suurempaa voimankäyttöä. Tähän vaikuttivat saumauskivien lämpötila, saumauspaine ja etenkin saumausaika.

4 Omavalvonta ja laadunseuranta

Käytettävistä kalvoista, venttiileistä ja rasioista otettiin eränumerot muistiin. Työhön oleellisemmin liittyvää olivat kuitenkin omavalvonnassa seurattavat ruoka-ainesten lämpötilat ja niiden mahdolliset poikkeamat, jotka kirjattiin.

Kasviksien ja kastikkeiden lämpötilat mitattiin ennen annostelua sekä puolen tunnin välein annostelun aikana. Näistä erityisesti kastikkeen lämpötilalla oli merkitystä, sillä

jos se oli kuumaa jo valmiiksi, oli haihtuminen eli hävikki oletusuunijalla suurempi kuin jos kastike olisi ollut viileämpää. Tällöin kastike alkoi nopeammin kiehua. Tuotteessa olevien partikkelien lämpötila vaikutti myös saatavaan PU-arvoon. Jos partikkelin lämpötila oli kovin alhainen, jäi PU-arvo myös alhaisemmaksi, etenkin jos partikkeli oli jäinen, sillä energiaa kuluu huomattavasti enemmän sulattamiseen kuin lämmittämiseen. Tähän pyrittiin vaikuttamaan ottamalla kanat, kalat, vihannekset ym. 1-2 päivää aiemmin sulamaan. Lisäksi osa kasviksista ajettiin vielä höyrytystunnelin läpi ennen annostelua.

Aistinvarainen arviointi oli olennainen osa arvioitaessa hävikin ja eri testien vaikutusta tuotteeseen. Sillä testattiin, erosiko tuote tavalliseen verrattuna olemalla esimerkiksi kuiva, vetinen, pasta raakaa/kovaa ym.

Seuraavassa on esitetty tuotannon tiloista löytyvät ohjeet laadunseurantaan valmisruokalinjalla.

Menetelmän kriittiset kohdat:

1. Raaka-aine- ja lämpötilaseuranta

- raaka-aineiden laatu sovitunlaista (myös partikkelikoot)
- lämpötilat annosteluvaiheessa sovitunlaisia
- lämpötiloilla merkitystä pastörintitehoon ja kapasiteettiin

2. Kastiketta ei saa roiskua rasian reunoille

- annostelulaitteiden toiminta
- kuljettimien toiminta
- rasiانسuljentakoneen toiminta, pysäyttimet, liikkeet
- kastikkeen tai keiton rakenne ja viskositeetti
- myös koko linjaston puhtaus huomioitava tuotantopäivän aikana: annostelijat, kuljettimet, saumauskone

3. Annostelupainon oltava oikein

- vaikuttaa kypsytykseen, paineeseen, vakuumiasteeseen

- kastikkeen määrä (= nestepitoisuus kokonaisuudessa ei saa poiketa olennaisesti reseptistä: komponenttien paino, kastikeannostelijat, kontrollivaaka, toteutunut loppupaino

4. Venttiilietiketin oltava keskellä rasiaa

- vaikuttaa venttiilin toimivuuteen ja mahdollisesti rikkoutuneiden määrään (saumauksen kestävyys)
- kalvon reiän oltava keskellä etikettiä

5. Saumauksen onnistuminen tärkeää

- saumauspaine, saumauslämpötila ja saumausaika
- saumaustyökalun ja saumauspintojen oltava puhtaat
- jatkuvasti seurattava heti rasiaaumauksen jälkeen ja uunin jälkeen ja vielä jäähdytyssä tuotteessa

6. Uunin asetusarvot

- aika ja teho/lämpötila: riittävä pastörintiteho saavutettava
- pastörintitehoa seurattava antureilla säännöllisesti, uusilla tuotteilla ennen tuotannon aloittamista
- reseptikohtaisesti asetettava ja varmistettava tuotteen sisälämpötilan ja hävikin toteutuminen sekä aistinvarainen laatu
- hävikin suuruus vaikuttaa vakuumiasteeseen

7. Kriittinen kontrollipiste uunin jälkeen

- sisälämpötila
- hävikki
- vakuumiaste
- saumausjälki
- mahdolliset rikkoutuneet tai muuten vialliset: seuranta ja reagointi
- dokumentointi

8. Jäähdytetty tuote

- peelin toimivuus kuumennuksen jälkeen
- venttiilin toimivuus
- vakuumiaste
- sisälämpötila
- loppupaino (jos poikkeaa tavoitteesta selvitettävä annostelun toimivuus ja tarkkuus)

Kohdassa 8 mainitulla peelillä tarkoitetaan tuotteen avattavuutta eli sitä, miten kalvo irtoaa rasiasta. Tällä on merkitystä kuluttajalle, sillä mikäli tuotteen avaaminen mielletään vaivalloiseksi, saattaa se estää kuluttajaa ostamasta tuotetta uudelleen.

5 Mittaukset

5.1 Mittausten suorittaminen käytännössä

Mittausantureilla pyrittiin saamaan aina alin mahdollinen pastörintiarvo tuotteessa, eli ne pyrittiin aina sijoittamaan tuotteen vaikeimmin kuumennettavaan kohtaan. Näitä olivat esimerkiksi kanaa sisältävissä tuotteissa kanapalat. Lisäksi rasiasta pyrittiin ottamaan aina suurin pala ja laittamaan anturin mittauspää paksuimpaan kohtaan kanapalaa ja rasian keskelle. Kanapalojen koko ja paksuus vaihtelivat erittäin suuresti, mikä vaikutti olennaisesti mittaustuloksiin. Palojen kokoa oli kuitenkin hyvin vaikea määrittellä, sillä pala saattoi olla iso, mutta ohut tai päinvastoin paksu mutta pieni. Lisäksi kanapalojen ”kiinteydessä” esiintyi suurta vaihtelua, pala saattoi olla esimerkiksi huokoinen, jolloin anturin kärki jäi kastikkeen kanssa kosketuksiin, vaikkei sitä silmämääräisesti olisi huomannut. Kanat saattoivat myös hajota kypsytyksen aikana, mutta tätä oli vaikea tutkia myöhemmin kanapalasta. Sen huomasi lähinnä, jos saatu pastörintiarvo oli hyvin korkea.

Kuten todettua eri tuotteilla anturi oli aivan erilaisessa kappaleessa kiinni. Esimerkiksi tuote C:ssä mittausantureita yritettiin aluksi laittaa kiinni lihaan, mutta lihapartikkelin ollessa pieni ei mittausantureiden kiinnittäminen onnistunut juuri koskaan. Vaikka kiinnittäminen olisikin onnistunut, hajosi liha helposti kypsytyksessä, jolloin tulos oli sama, oliko anturi alun perin lihassa vai suoraan kastikkeessa. Tämän vuoksi anturit laitettiin

suoraan kastikkeeseen. Kasviksiin sijoittaminen ei myöskään ollut järkevää, koska kaikki kasvikset hajosivat jo kiinnitysvaiheessa.

Kalatuotteita oli kaksi, joista tuote D:n kohdalla anturi oli helppo laittaa isoon kalapalaan kiinni. Tuote E:ssä palat olivat sitä vastoin paljon pienempiä, mikä vaikeutti kiinnitystä.

Tuotteissa F ja G anturit olivat kiinni pyöryköissä, jotka olivat tuotteissa ulkonäöltään ja rakenteeltaan samanlaisia. Osassa tuotteista anturit laitettiin suoraan kastikkeeseen, sillä niissä ei ollut mitään kiinteitä partikkeleita, joihin anturit kiinnittää.

Kun anturirasiat olivat menneet prosessin läpi, otettiin niistä anturit pois ja tiedot luettiin tietokoneella. Alun mittaukset tehtiin vain jäähdyttimelle asti, mutta koska lämpökertymää kerääntyy tavallisesti vielä muutama minuutti jäähdyttimeen menon jälkeen, päätettiin vastedes kaikki ajot suorittaa koko linjan läpi. Tällöin mittauksista saatiin todelliset arvot selville sekä piirrettyä paljon havainnollisemmat käyrät.

Jos tuotteen lämpötila ei uunissa noussut yli 90 °C:n, jäi pastörintiarvo riittämättömäksi. Muutamassa mittauksessa kuitenkin tuotteen uunista ulostulolämpö on ollut alle 90 °C, mutta matkalla jäähdyttimelle tuotteen lämpö on johtunut anturiin asti, jolloin pastörintiarvo on noussut jopa yli 10 yksikön. Lähes koko lämpökertymä on siis saatu uunin ja jäähdyttimen välissä. Muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta yleissääntönä voidaan kuitenkin pitää, että mikäli uunista ulostulolämpö on alle 95 °C, jää pastörintiarvo tavoitteesta ja päinvastoin.

5.2 Hävikki

Hävikillä tarkoitetaan rasian painon muutosta kypsytyksen prosessin aikana. Hävikki muodostuu venttiilin kautta haihtuvasta vesihöyrystä, jota haihtuu luonnollisesti sitä enemmän, mitä kauemmin kypsytyksessä kestää. Hävikin mittaamisella voidaan myös tutkia prosessin tehoa vertaamalla hävikkejä.

Prosessin aikana tehtiin hävikkimittauksia vähintään tunnin välein. Rasiat punnittiin heti saumauksen jälkeen ja kypsytyksen jälkeen, minkä perusteella laskettiin hävikkiprosentti. Hävikkitavoite oli aluksi lähes jokaisella tuotteella noin 5 %. Tämä arvo oli valmistajan antama suositus, ja sen ylittyessä uuniaikaa lyhennettiin ja vastaavasti nostettiin, jos hävikki jäi liian alhaiseksi. Hävikkiprosentti perustui kuitenkin vain suositukseen, ja työn edetessä pidemmälle todettiin, että osalle tuotteista tarvittiin korkeampi hävikki pastörintiarvon täyttymiseksi, kun taas toisilla riitti selvästi pienempi hävikki.

Anturimittausten yhteydessä oli otettu hävikit, joten näiden mittausten perusteella voitiin antaa hävikkiarvot, jolloin pastörintiarvokin täyttyi todennäköisesti. Jos hävikki oli kovin pieni, pidettiin todennäköisenä, ettei pastörintiarvokaan täytyisi. Toisaalta korkea hävikki ei tarkoittanut suoraan suurta pastörintiarvoa koko tuotteessa, sillä lämpötila-anturi laitettiin tuotteessa olevaan suurimpaan kappaleeseen eli kylmimmäksi jäävään kohtaan, jolloin rasiassa saattoi vallita paljonkin toisistaan poikkeavat lämpötilat: jossain kohtaa lämpötila saattoi nousta yli 100 °C:n, kun paksussa partikkelissa se saattoi jäädä jopa alle 90 °C:n.

Myöhemmin on todettu, että vastoin alkuperäistä oletusta hävikki ja PU-arvo eivät korreloi suorasti toistensa kanssa, vaikkakin PU-arvo on yleensä sitä korkeampi, mitä suurempi hävikki. Hävikin mittaaminen on silti olennainen osa prosessin valvontaa, sillä venttiilin kautta haihtuu vesihöyryä kuitenkin ja tuotteissa käytettävät kastikkeet on valmistettu tiettyä veden haihtumismäärää silmällä pitäen.

Hävikkien epätasaisuus

Hävikkien havaittiin työn aikana olevan epätasaisia, linjan vasemmalla reunalla oli systemaattisesti suurin hävikki, keskellä pienin. Tämän arveltiin johtuvan ”ohjurien” väärästä asennosta. Rasioiden mennessä linjalle muovilistat ohjaavat ne osoitetuille linjoilleen. Mutta vaikka ohjureita säädettiin useampaan otteeseen, ei merkittävää muutosta saatu aikaan, vaan systemaattiset erot jatkuivat edelleen. Asiasta ilmoitettiin valmistajalle, jonka toimesta keskikohdat oli aikoinaan asennusvaiheessa katsottu, ja asiaan saatiinkin myöhemmin korjaus. /6/

Hävikkimittaus tehtiin punnitsemalla yhdeksän rasiaa ennen uunia ja sen jälkeen, siten että jokaisella linjalla oli kolme rasiaa peräkkäin. Keskiarvot laskettiin poikittaissuunnassa (rivi 1, rivi 2 ja rivi 3) eikä pitkittäin, jolloin olisi nähnyt suoraan, miten vasemmanpuoleinen, keskimmäinen ja oikeanpuoleinen linja eroavat toisistaan. Asiaan tehtiin kuitenkin muutos myöhemmin.

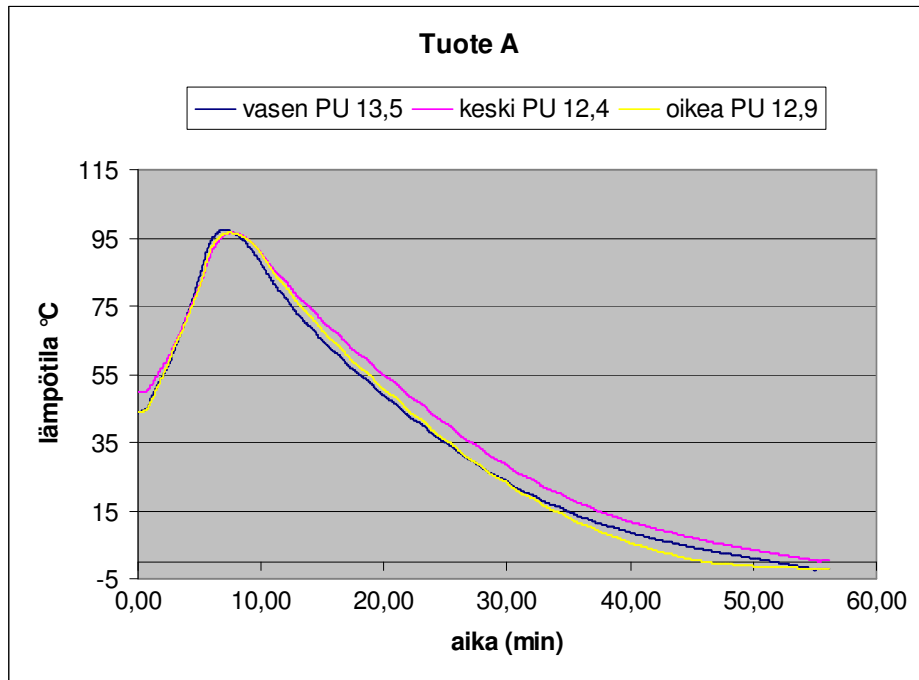
6 Tuotteet ja niiden koeajot

Mittauksia tehtiin aluksi normaaleilla uunijajoilla, jotta saatiin pohjadataa. Kun dataa oli kerätty tarpeeksi, tarkasteltiin niitä yhdessä tuotekehityksen ja laadunvalvonnan kanssa. Tältä pohjalta alettiin tehdä erilaisia kokeiluja tehon ja ajan suhteen.

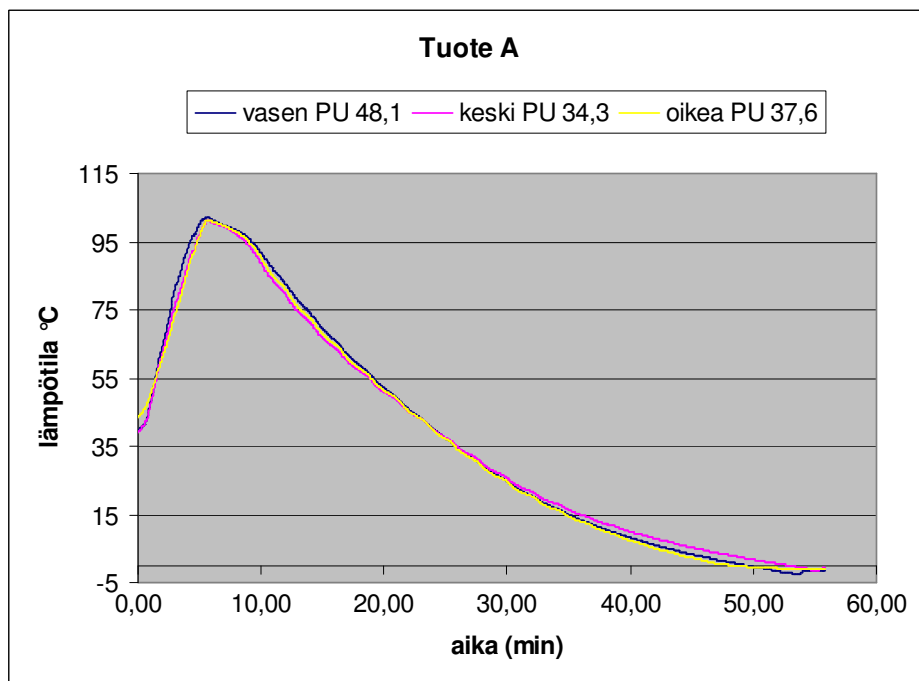
Koeajoja tehtäessä uuni piti aina ajaa tyhjäksi varsinaisesta tuotannosta, jotta uuniase-
tuksia voitiin muuttaa ja saatiin erotettua myyntiin menevät tuotteet koeajoista. Tästä
johtuen koeajorasiat joutuivat odottamaan muutaman minuutin, jolloin ne ovat voineet
jäähdyä. Tämä vaikutti hieman koeajotulosten luotettavuuteen. Rasioiden lämpötila on
ehtinyt viilentyä, mutta samaan aikaan taas mahdollisten pakasteraaka-aineiden lämpöti-
la on noussut vastaamaan paremmin rasioiden lämpötilaa, joten käytännön kokonaisvaiku-
tusta pastörintiarvoon on vaikea arvioida. Lisäksi on otettava huomioon tehonlisäykses-
tejä tehtäessä etenkin kanatuotteiden kohdalla suuri pastörintiarvojen vaihtelu, jolloin
toistokokeita tarvittaisiin paljon, jolloin voitaisiin todeta suoraan tehonlisäyksen positiivinen,
vaikkakin itsestään selvä pastörintiarvoa nostava vaikutus, mikäli uuni aika pysyy samana.

6.1 Tuote A

Kuvaajien 1 ja 2 tyylisiin mittauksiin pyrittiin, jolloin käyrät ovat lähes identtiset ja tuo-
tantoerät tasalaatuisia. Kuvaajasta 2 nähdään kuitenkin, että pastörintiarvo saattaa
nousta kymmenenkin yksikköä, vaikka prosessissa saavutettu korkein lämpöpiste on
vain hieman suurempi. Linjan vasemmalla laidalla sekä keskellä linjaa ovat olleet sa-
manlaiset, optimaalisen kokoiset partikkelit, ja uunista tulolämpötila on ollut vasemmal-
la 101,0 °C ja keskellä 100,2 °C.



Kuvaaja 1. Tuote A tyypillisillä uuniasetuksilla.



Kuvaaja 2. Tuote A samalla uunijalla, mutta korkeammilla tehoilla kuin kuvaajassa 1.

6.1.1 Tulokset

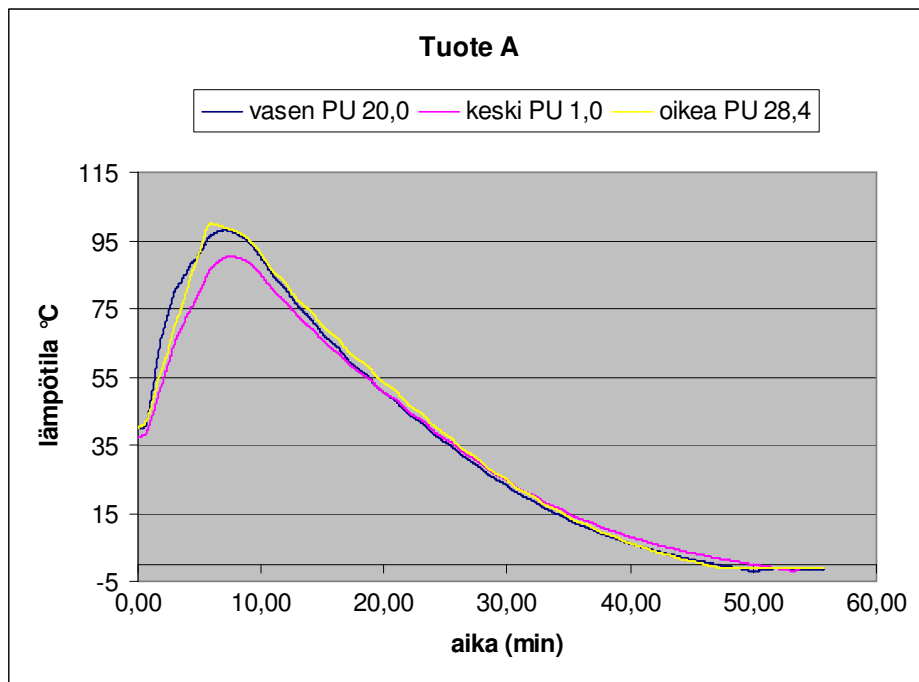
Tuote A:n kohdalla suurimmassa osassa mittauksia saavutettiin hyvät PU-arvot, mutta myös alle arvon 10 tulleita tuloksia mitattiin lukuisia. Säilyvyyskokeista ei kuitenkaan tullut huonoja tuloksia, joten viimeistä käyttöpäivämäärää ei jouduttu laskemaan.

Partikkelien koon vaihteluväli oli todella suurta. Partikkeli saattoi olla suuri, mutta ohut tai päinvastaisesti paksu, mutta pieni, mikä aiheutti todella suurta vaihtelua tuloksissa.

Uuniaikaa pyrittiin lyhentämään tehojen nostolla. Alkuperäisiä, ohjeistettuja, tehoja saatiin nostettua viisi prosenttiyksikköä, jolloin laadun todettiin olevan vielä hyvä eikä maussa, rakenteessa tai ulkonäössä huomattu muutosta.

Kyseisen tuotteen kypsytysaikaa jouduttiin nostamaan alkuperäisestä. Alkuperäistä tehoa saatiin nostettua viisi prosenttiyksikköä. Aamulla ajan kuitenkin tuli olla pitempi, jotta hävikki saatiin heti nousemaan tarpeeksi korkeaksi. Päivän mittaan aikaa saatettiin pystyä laskemaan muutamia kymmeniä sekuntejakin, mikä todennäköisesti johtui uunin sisäilman lämpenemisestä, jolloin tuote saa lyhyemmässä ajassa saman lämpö määrän.

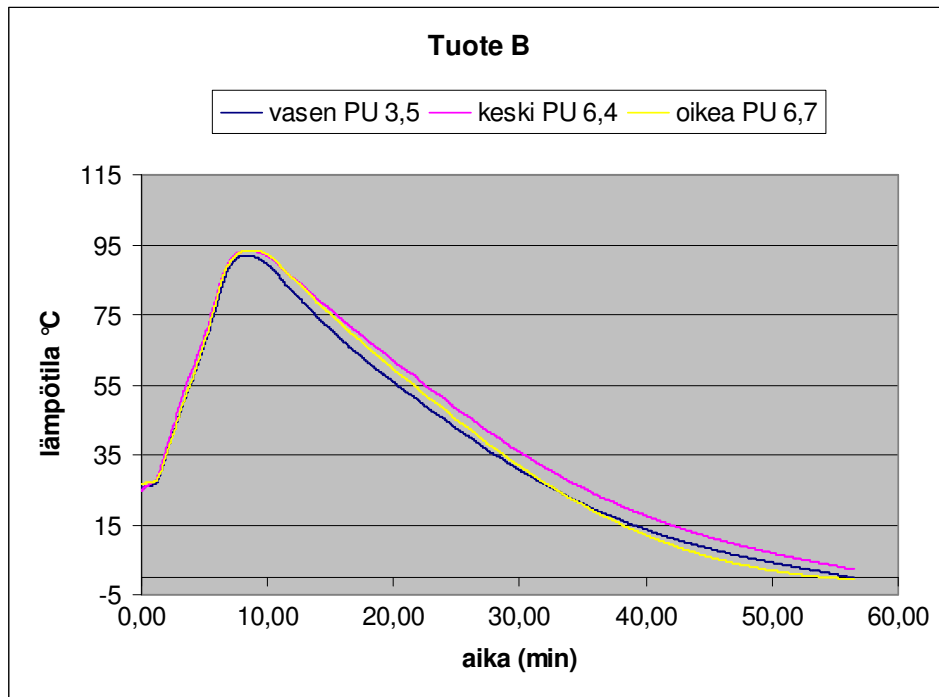
Ongelmaksi muodostuivat kuvaajan 3 mukaiset käyrät, missä mittauksessa on tapahtunut hyvinkin suurta vaihtelua. Pääsyy tähän voidaan pitää kanapalan kokoeroa ja sitä, että kanapalat ovat olleet kasautuneina päällekkäin yhteen kasaan, jolloin lämmön siirtyminen on kestänyt paljon kauemmin. Kuten kuvaajasta 3 nähdään, keskellä olleen rasian lämpökäyrä olisi saavuttanut pastörointi arvon 10, mutta ajan olisi tullut olla huomattavasti pitempi. Muun muassa tämä vaikeutti uuniajan säätämistä oleellisesti.



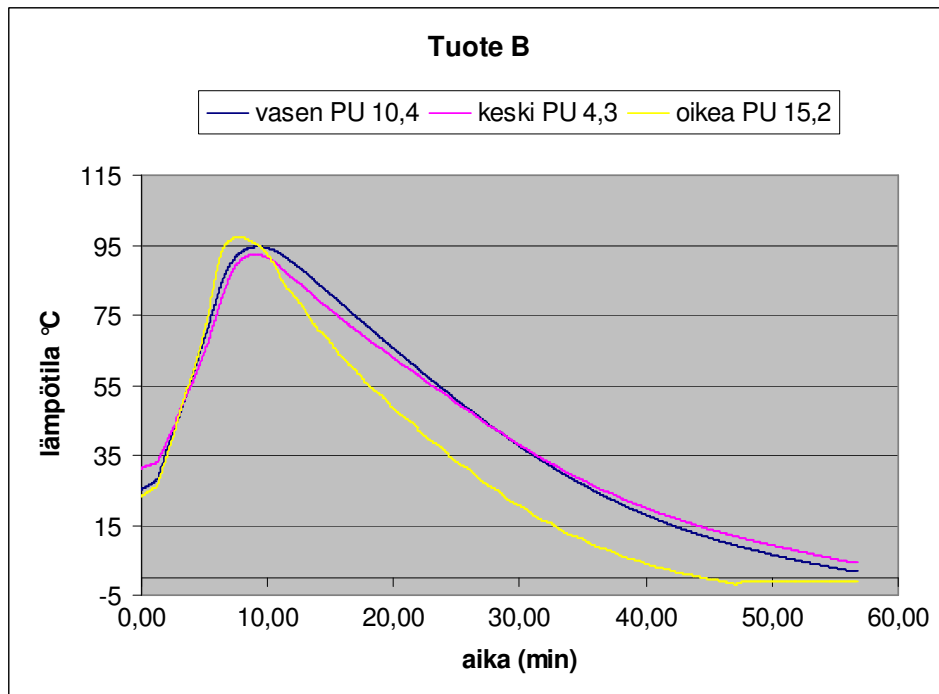
Kuvaaja 3. Tuote A pitemmällä uunijalla ja korkeammilla tehoilla kuin kuvaajassa 1.

6.2 Tuote B

Tuote B:n partikkelit, joihin anturi kiinnitettiin, olivat samanlaisia kuin tuote A:ssa sekä tuote J:ssä.



Kuvaaja 4. Tuote B samalla uunijalla, mutta suuremmalla teholla kuin kuvaajassa 1.



Kuvaaja 5. Tuote B samalla uunijalla, mutta suuremmalla teholla kuin kuvaajassa 1.

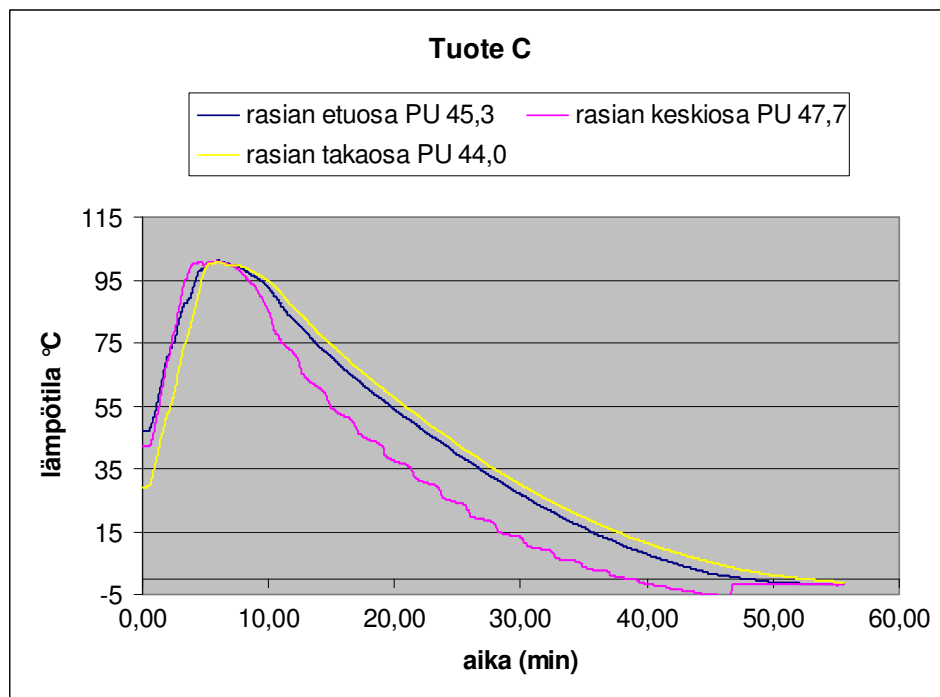
6.2.1 Tulokset

Tuotteen kypsytyksessä oli uunin tehot maksimiarvoissa, joten ainoat mahdolliset testit olivat käytännössä uuniajan lisäys. Huomioon otettaessa, että kastike oli hyvin neste-mäistä, vaikutti oudolta, että ko. tuote sai enemmän huonoja tuloksia kuin esimerkiksi tuote A. Yksi todennäköinen syy tähän on se, että tuote B:ssä käytetään paljon pakaste-raaka-aineita, joiden alhainen lämpötila viilentää tuotetta ja joissa mikrobipitoisuudet ovat jo valmiiksi tavallisesti suuria. Tuote B:n myyntiaikaa olikin jouduttu lyhentämään 28 päivästä 25 päivään, koska säilyvyyskokeista tuli usein huonoja tuloksia.

Kuvaajien 4 ja 5 mittaukset ovat peräkkäisiä, ja hävikit ovat olleet samaa suuruusluokkaa. Myöskään partikkelien koossa ei ole havaittu aistinvaraisesti merkittävää kokoeroa, mutta silti selvä ero on nähtävissä.

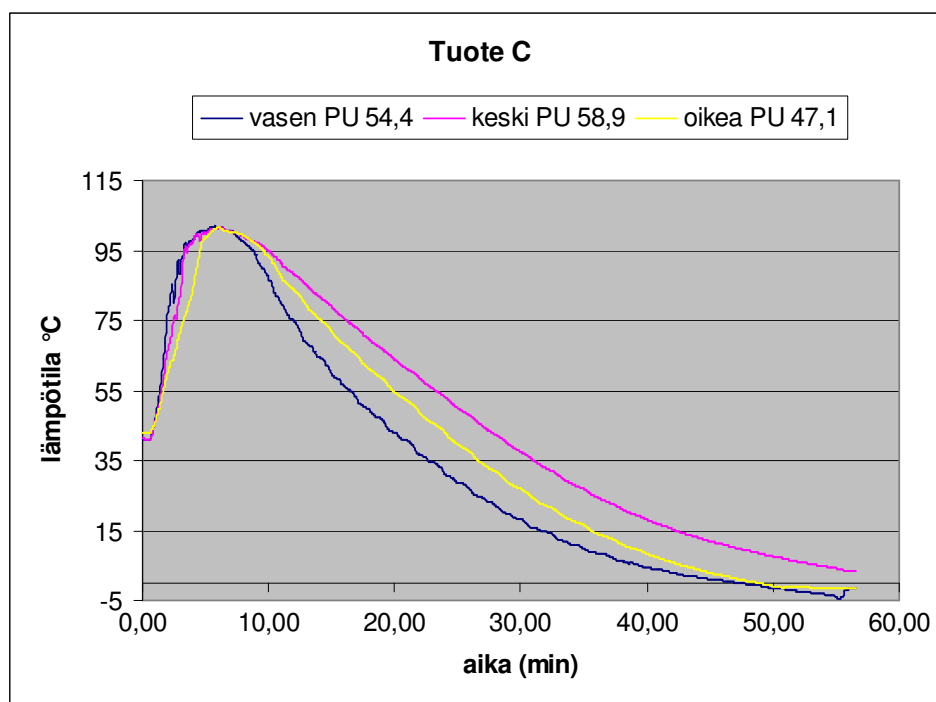
6.3 Tuote C

Tuotteessa ei ollut minkäänlaista ongelmaa PU-arvon suhteen, koska mitään isompia komponentteja ei ollut. Alussa anturia yritettiin laittaa lihaan kiinni, mutta kuten aiemmin jo mainittiin, tuotti se ongelmia, joten anturi oli pääsääntöisesti aina kastikkeessa.



Kuvaaja 8. Tuote C. Anturit olleet samassa rasiassa, siten että 1. anturi on ollut rasian etuosassa, 2. keskellä sekä 3. takaosassa. Pitempi uuniaika, mutta samat tehot kuin kuvaajassa 1.

Tuote C:n mittauksista saatavat tulokset olivat lähes aina samaa luokkaa kuin kuvaajassa 9. Kuvaajassa 8 anturit ovat olleet samassa rasiassa siten, että 1. anturi on ollut edessä, 2. keskellä sekä 3. takana. Annostelijoiden sijoituksen vuoksi takana ollut anturi on ollut aluksi kuiva-aineen seassa, mutta kypsytysvaiheessa kastike leviää koko rasiaan, minkä vuoksi lähtölämpötila on ollut matalampi. Keskimmäisen anturin erilainen jäähtymiskäyrä voitaneen selittää sillä, että anturin kärki on ollut aivan kalvon pinnassa, joka luonnollisesti jäähtyy nopeimmin jäädyttimessä.



Kuvaaja 9. Tuote C. Samat uuniasetukset kuin kuvaajassa 8.

Kuvaaja 9 on tyypillisen mallinen. Jäähtymiskäyrät poikkeavat jonkin verran, sillä jäädyttimessä rasiat menevät rivissä spiraalissa ja puhaltimet ovat yhdellä seinällä. Tämän vuoksi rasioihin kohdistuu erilainen ilmavirta.

6.3.1 Tulokset

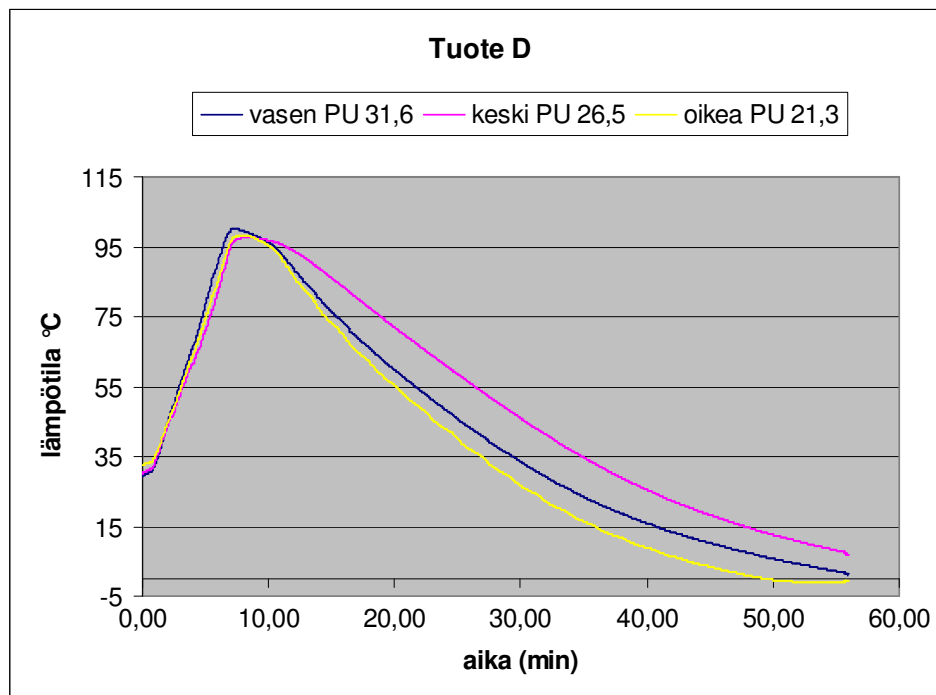
Tuotteessa ainoaksi ongelmaksi käytännössä muodostui kuiva-aineen jääminen toisinaan raa'aksi. Tehoilla ei ollut tähän niinkään vaikutusta vaan kypsytyksajalla. Tehojen nosto lähinnä lisäsi vain hävikkiä. Pastörintiarvot täyttyivät käytännössä aina erinomaisesti, lukuun ottamatta muutamaa mittausta, joissa lukema on jäänyt alle 10. Nämä

ovat alkupään mittauksia, jolloin anturia vielä pyrittiin saamaan lihapalaan kiinni. Ko. mittauksissa lihat ovat poikkeuksellisesti olleet jäisiä ja toisissaan kiinni olevia, jolloin anturi on ollut jäisen lihakimpaleen sisällä. Tavallisesti lihapalat olivat kuitenkin sulia.

Tuotteen kohdalla kokeiltiin useampaa erilaista koetta. Mietittiin, että jos kuljetuslinja uunilta jäädyttimelle olisi katettu lämpöä eristäväksi, jolloin lämpö ei olisi haihtunut niin nopeasti. Tätä simuloitiin laittamalla rasia styroksilaatikkoon siksi ajaksi, kun rasia menee uunista jäädyttimelle, ja vertaamalla muihin, normaalisti linjalla menneisiin rasioihin. Eroa ei kuitenkaan huomattu, vaikkakin lämpöprofiilikäyrä laski hieman loivemmin.

Toisenlaisessa kokeessa uuniaikaa lisättiin, ja tästä koituvan suuremman hävikin vuoksi rasioihin lisättiin noin 30 g vettä. Selvää eroa ei kuitenkaan huomattu, vaan jotkin lyhyemmällä ajalla kypsytetyt rasiat olivat parempia kuin pidemmällä ajalla kypsytetyt. Kuten todettua, tuli uuni ajaa tyhjäksi ennen kokeita, jolloin rasiat ovat ehtineet hieman jäähtyä, eivätkä saadut tulokset ole täysin todelliset.

6.4 Tuote D



Kuvaaja 10. Tuote D. Pidempi uuniaika, mutta samat tehot kuin kuvaajassa 1.

6.4.1 Tulokset

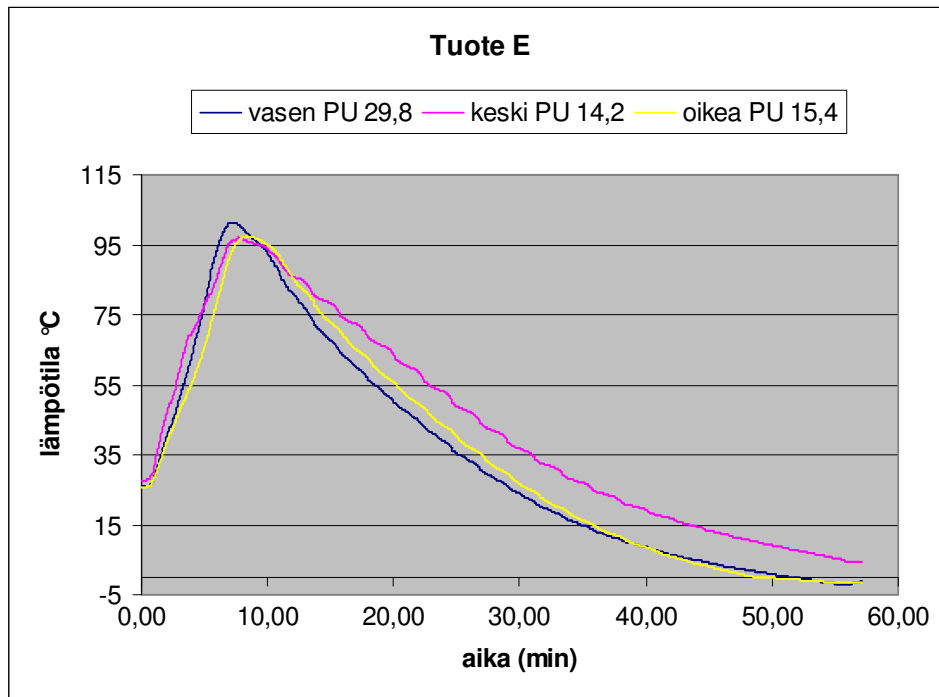
Huolimatta tuotteessa olleesta isosta partikkelista ei tuote D saanut kuitenkaan huonoja arvoja säilyvyyskokeissa, vaikka partikkeli saattoi olla jäinenkin ja pastörintiarvo jäädä hyvin alhaiseksi.

Partikkelit sulatettiin pussissa, jolloin reunalla olevat lämpenivät enemmän kuin keskellä olevat. Partikkelien koossa oli myös huomattavaa vaihtelua, osa paloista oli paksuja ja pitkiä, osa ohuita ja leveitä tai paksuja ja lyhyitä jne. Tämä vaikuttaa luonnollisesti lämmön johtumiseen, jolloin mittauksiin syntyy suurta vaihtelua.

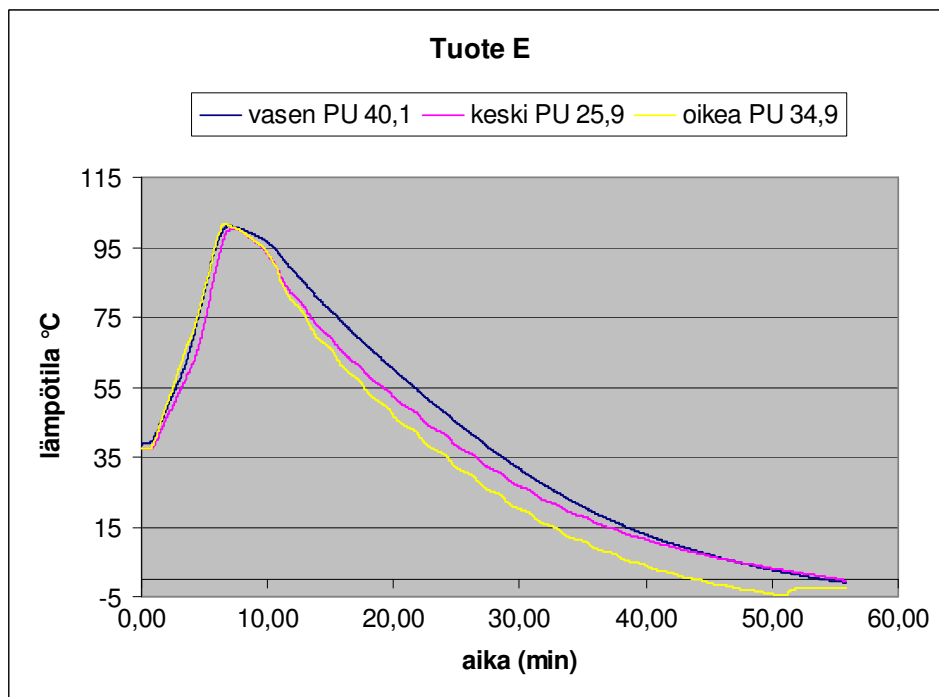
Varsinaista ongelmaa tuotteessa ei käytännössä ollut. Tuote sai kyllä paljon huonoja pastörintiarvoja, mutta säilyvyyskokeista ei tullut huonoja tuloksia. Yhtenä syynä tähän voidaan pitää raaka-aineiden hyvää laatua. Uuniaikaa päätettiin kuitenkin nostaa varmuuden vuoksi, jotta pastörintiarvo saataisiin nousemaan kymmeneen. Tällä näytikin olevan selvä vaikutus pastörintiarvoihin. Tuote ei saanut kuin yhden alle 10 yksikön tuloksen ja tämänkin mahdollisesti sen vuoksi, että mittaus ei mennyt jäähdyttimen läpi, jolloin pastörintiarvo olisi saattanut kohota kymmeneen asti tai ainakin hyvin lähelle.

6.5 Tuote E

Tuotteen alkuperäinen resepti muuttui toukokuussa 2008, jolloin tuotteessa käytettäviä vihanneksia muutettiin toisiksi. Tilalle tullut vihannes sulaa pakasteraaka-aineena ehkä hieman nopeammin, koska partikkelikoko on pienempi. Ainoana käytännön erona voidaan kuitenkin pitää uuden vihanneksen soveltuvuutta annostelulaitteistolle paremmin. Pastörintiarvoissakaan ei ole nähtävissä muutosta reseptin muuttuessa, vaikkakin vanhalla reseptillä tehtyjä mittauksia on vain muutama.



Kuvaaja 11. Tuote E. Pidempi uuniaiika, mutta pienemmät tehot kuin kuvaajassa 1.



Kuvaaja 12. Tuote E. Lyhyempi aika, mutta korkeammat tehot kuin kuvaajassa 11.

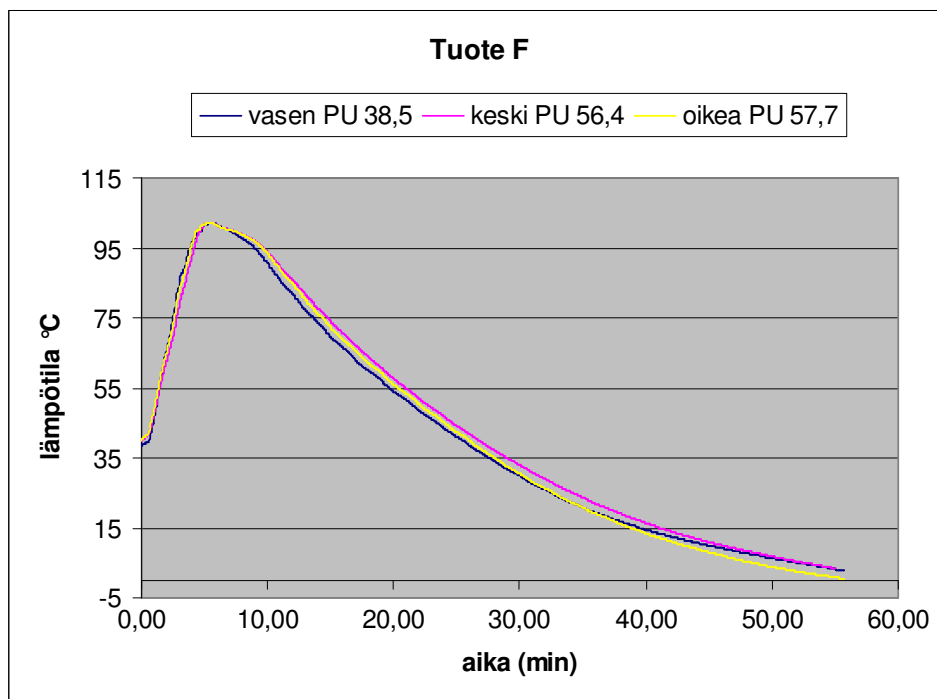
6.5.1 Tulokset

Linjaa ylösajettaessa oli tuotteella tehty testejä korkeilla tehoilla, mutta tällöin rasva oli hajonnut tuotteessa ja kastike tämän johdosta muuttunut rakeiseksi. Tuotteelle kokeiltiin ensiksi kahden prosenttiyksikön tehonlisäystä sekä myöhemmin tästä vielä kolmen prosenttiyksikön tehonlisäystä. Muutosta entiseen ei todettu, joten korkeampi teholumka jäi pysyväksi.

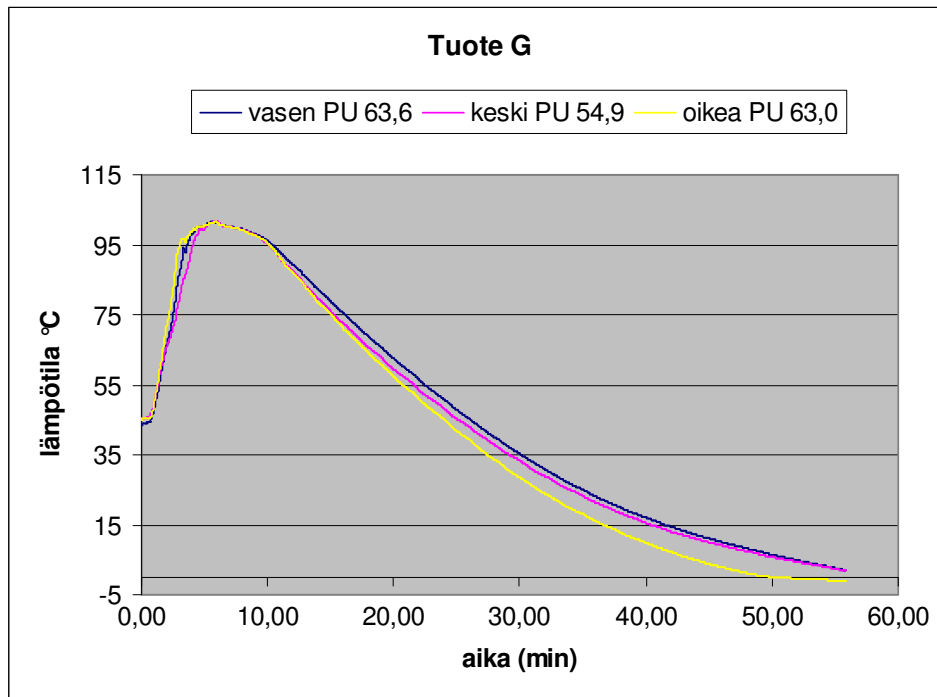
Tuotteessa ei juuri ollut ongelmia, muutamassa mittauksessa PU-arvo on jäänyt alhaiseksi, mutta tätä tapahtui harvoin. Usein arvot ylittyivät moninkertaisesti.

6.6 Tuotteet F ja G

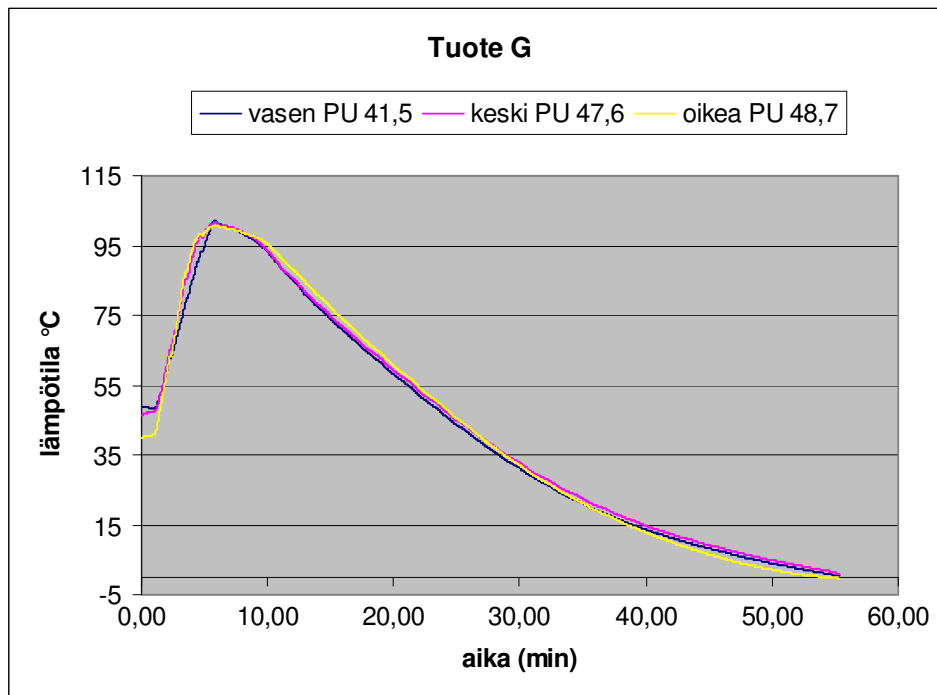
Tuotteiden F ja G kastike oli erittäin nestemäinen eli lähes yhtä juoksevaa kuin vesi.



Kuvaaja 15. Tuote F. Pidempi uuniaiika, mutta samat tehot kuin kuvaajassa 1.



Kuvaaja 16. Tuote G. Samat uuniasetukset kuin kuvaajassa 15.



Kuvaaja 17. Tuote G. Sama teho, mutta lyhyempi aika kuin kuvaajassa 15.

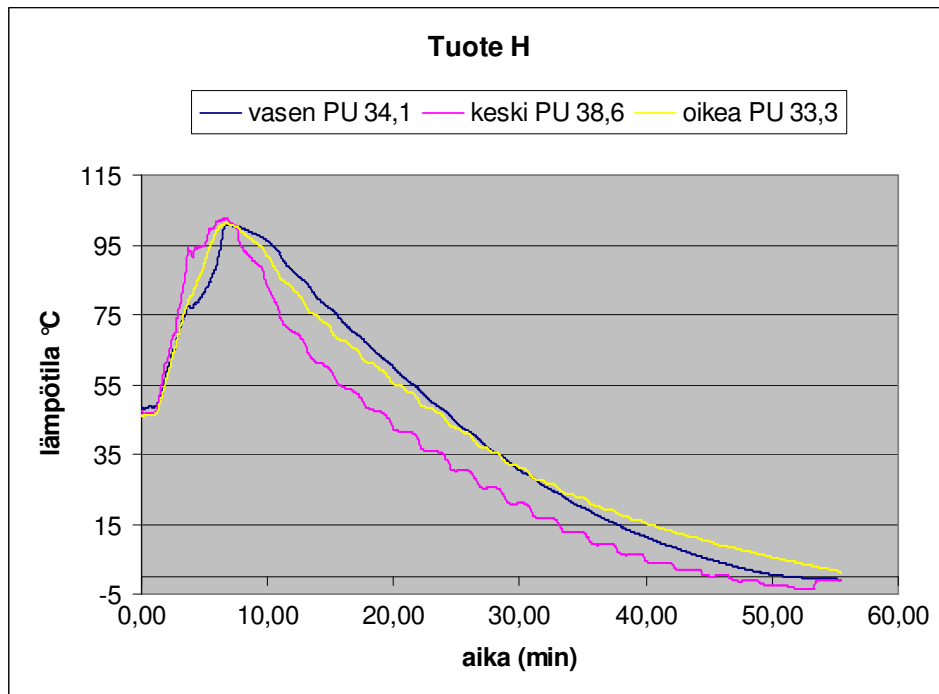
6.6.1 Tulokset

Tuotteet F ja G olivat hyvin samanlaisia koostumukseltaan, molemmissa oli samankokoiset partikkelit, joihin anturit kiinnitettiin. Alussa olleita uunin oletusaikoja saatiin

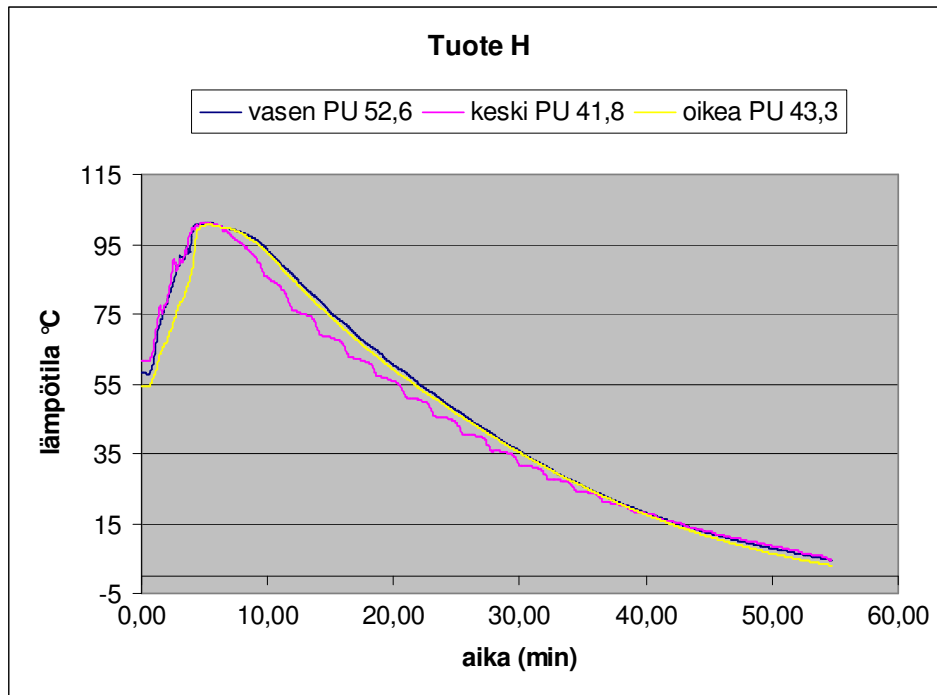
pudotettua molempien kohdalla. Vaikka pastörintiarvot täytyivät lähes joka kerta moninkertaisesti, oli säilyvyyskokeista tullut jonkin verran huonoja tuloksia. Mahdollinen syy tähän lienee pakasteraaka-aineiden käyttö.

Tuotteilla kokeiltiin lyhyempiä aikoja sekä korkeampia tehoja. Kun säilyvyyskokeista tuli hyvät tulokset, nostettiin tuotteiden tehoa sekä laskettiin aikaa, sillä hävikkien ei tarvinnut olla alun suositusten mukainen 5 %.

6.7 Tuote H



Kuvaaja 18. Tuote H. Pidempi uuniaiika, mutta samat tehot kuin kuvaajassa 1.



Kuvaaja 19. Tuote H. Lyhyempi aika, mutta korkeammat tehot kuin kuvaajassa 18.

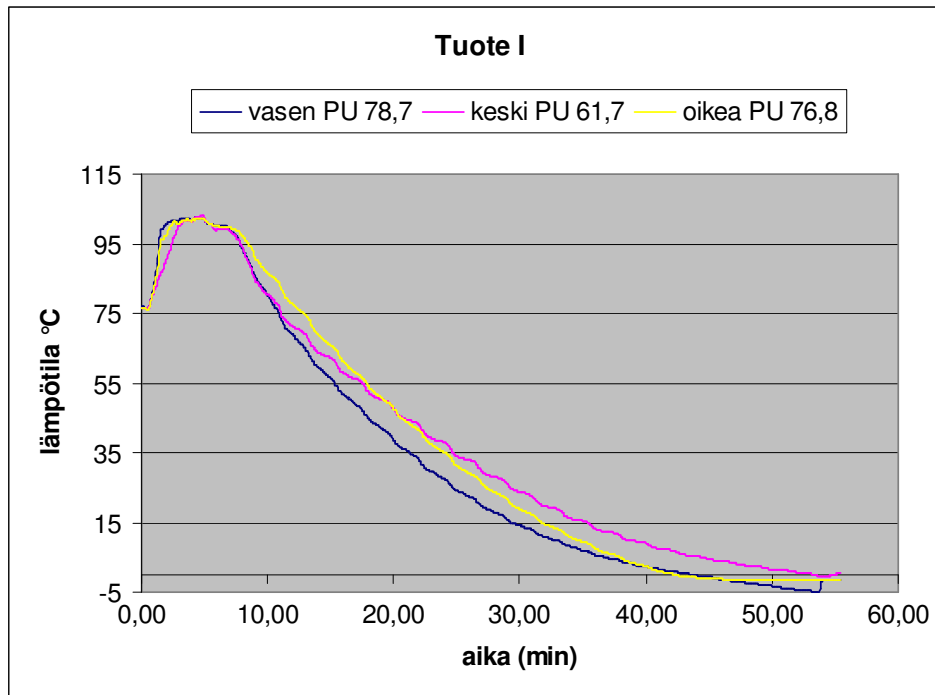
6.7.1 Tulokset

Tuotteessa ei ollut mitään partikkelia, johon anturin olisi voinut laittaa kiinni, joten anturi oli aina kastikkeen seassa. Tästä johtuen pastörintiarvot olivat moninkertaisia minimivaatimuksiin verrattuna, mutta tuote sai silloin tällöin huonoja säilyvyyskoetuloksia. Syynä tähän oli todennäköisesti ulkoiselta toimittajalta tilattava kasvissekoitus ja niiden liian suuri kokonaisbakteeripitoisuus.

Tuote H:n, kuten myös tuotteiden F ja G kanssa päädyttiin tehoja nostamaan viisi prosenttiyksikköä, kun eroa ei todettu maussa eikä rakenteessa.

6.8 Tuote I

Tuotteessa ei ollut mitään kiinteitä partikkeleita, johon anturit kiinnittää, joten anturit laitettiin suoraan kastikkeeseen. Tämän vuoksi tuotteessa ei ollut myöskään mitään ongelmia pastörintiarvoissa, jotka saavutettiin joka kerta moninkertaisesti.



Kuvaaja 20. Tuote I. Lyhyempi uuniaika ja pienemmät tehot kuin kuvaajassa I.

6.8.1 Tulokset

Mittausten perusteella kypsytysaikaa pystyttiin lyhentämään alkuperäisestä merkittävästi. Ainoa mietittävä asia oli, riittäisikö lyhyt prosessiaika kuiva-aineen kypsymiseen.

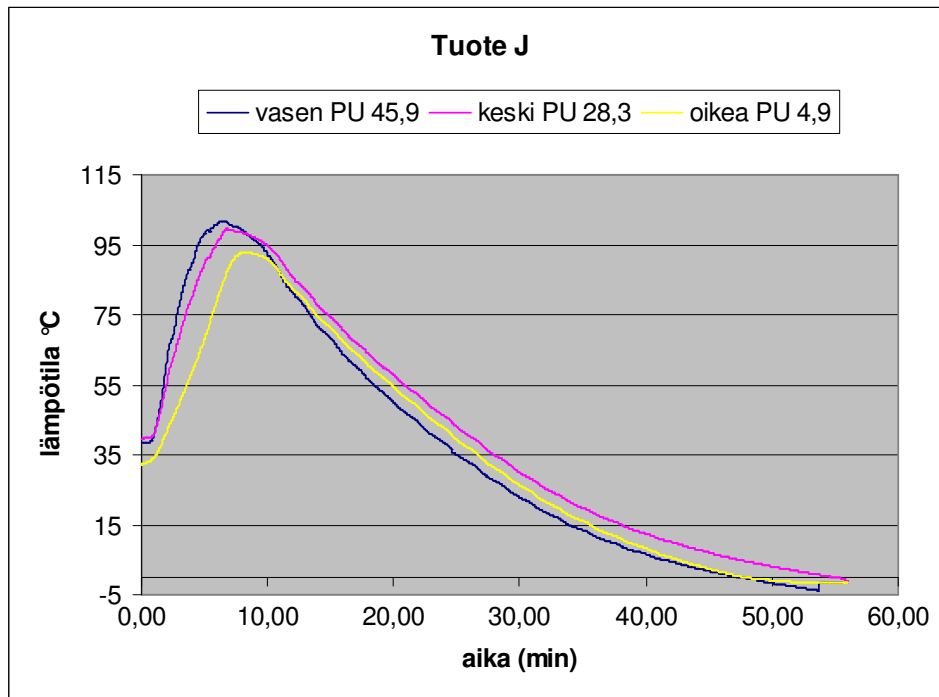
Tässä ei kuitenkaan havaittu ongelmaa.

Kuvaajassa 20 on tyypillinen mittausta tuote I:llä. Uuniin menolämpötila on suhteellisen korkea muihin tuotteisiin verrattuna johtuen anturin olosta suoraan kastikkeessa sekä siitä, että tuotteessa ei ollut käytetty mitään pakasteraaka-aineita. Lisäksi anturien ollessa suoraan kastikkeessa lämpötilaprofiilikäyrät heittelevät kastikkeen liikkeessä kypsymyksen aikana sekä jäädytyksessä rasioiden kiertäessä spiraalia.

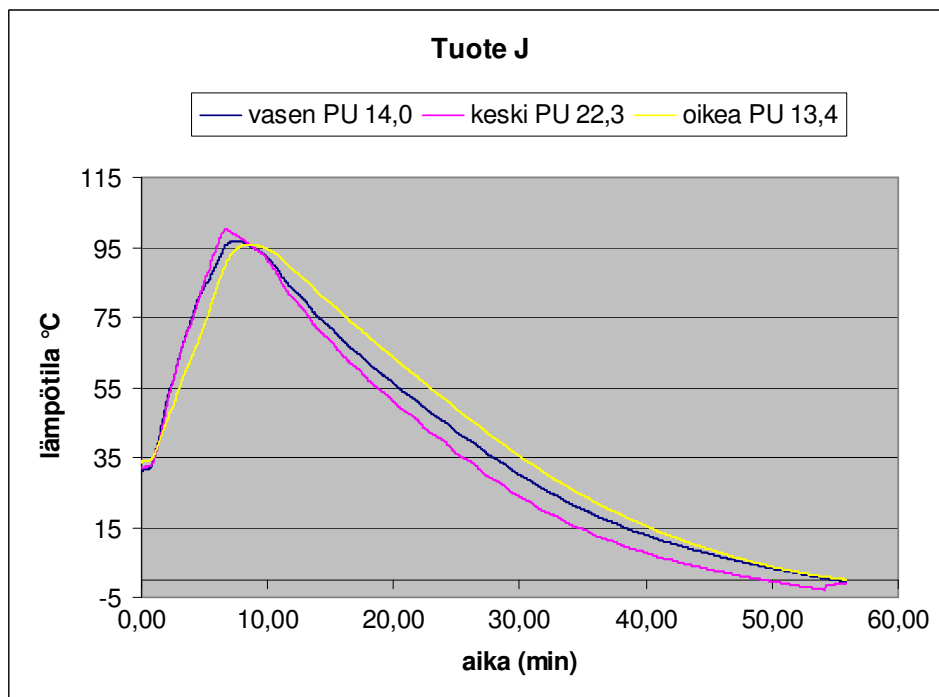
6.9 Tuote J

Tuotteesta ei ole kovin monta mittausta, sillä tuotanto alkoi vasta heinäkuun 2008 lopulla.

Kuvaajat 6 ja 7 ovat peräkkäiset mittaukset samoilla uunisäädöillä. Niistä käy ilmi edelleen kyseisenlaisissa tuotteissa tapahtuva suuri vaihtelu.



Kuvaaja 6. Tuote J. Sama uuniasetukset kuin kuvaajassa 6.



Kuvaaja 7. Tuote J. Samat uuniasetukset kuin kuvaajassa 6.

6.9.1 Tulokset

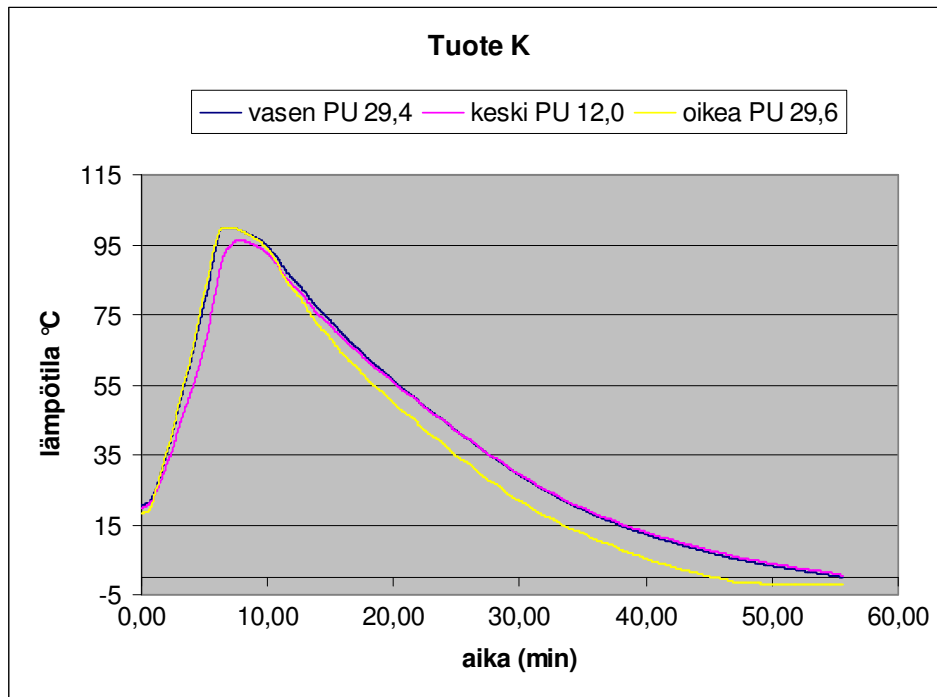
Partikkelit olivat samanlaisia kuin Tuote A:ssa ja B:ssä. Tämän takia mahdollinen PU-ongelmakin tiedettiin. Enemmän mietintää aiheutti kuiva-aineiden kypsyminen, joka oli ongelma tuote C:n kohdalla, vaikkakin tuotteissa käytettiin eri kuiva-ainelajikkeita.

Kuiva-ainekokeita tehtiin useita eri lajikkeilla ja uunijaloilla. Uunijaloista ei kuitenkaan saatu tehtyä yksiselitteisiä johtopäätöksiä, sillä lyhyemmällä ajoilla saattoi tulla kypsemmän oloinen lopputulos kuin pitemmällä ajoilla. Lajikkeita vaihtamalla pyrittiin keilemaan, saavutettaisiinko toisenlaisella lajikkeella parempi lopputulos ja mahdollisesti vielä edullisempaan hintaan lajikkeesta riippuen.

Peräkkäiset mittaukset kuvaajassa 6 partikkelien lähtölämpö on ollut hieman alhaisempi kuin kuvaajassa 7, mutta kastikkeen lähtölämpö vastaavasti on ollut korkeampi. On kuitenkin mahdoton sanoa, onko tällä ollut käytännön merkitystä pastörintiarvoihin, sillä siihen vaikuttavia tekijöitä on runsaasti.

6.10 Tuote K

Varsinaisia ongelmia ei ollut ilmennyt projektin loppuessa, vaikkakaan mittauksia ei ollut ehditty tekemään kuin 11 kappaletta.



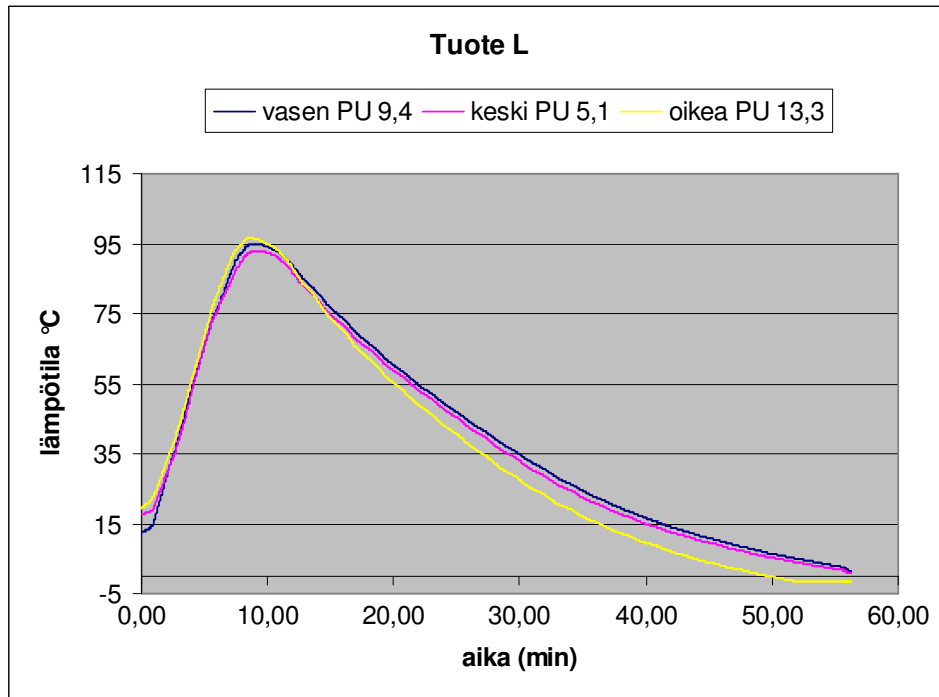
Kuvaaja 21. Tuote K. Anturit olleet lihapartikkeleissa. Pidempi uuniaika ja korkeammat tehot kuin kuvaajassa 1.

6.10.1 Tulokset

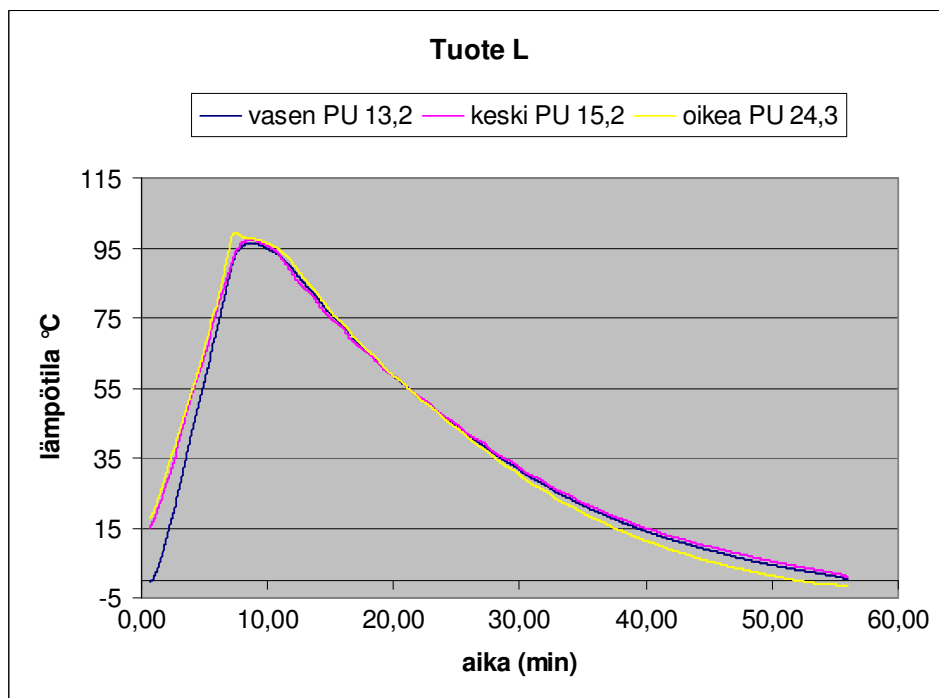
Kyseisen tuotteen kohdalla ilmeni kolme vajaan pastörintiarvon mittausta. Näistä mittauksista kahdessa anturit ovat olleet kiinni kasviksissa. Lihapartikkelit kuten kasvoksetkaan eivät kuitenkaan ole aivan niin bakteerialtista ympäristöä kuin esimerkiksi raaka kana. Kyseisessä tuotteessa oleva liha on jo kertaalleen kypsennetty ja prosessoidussa kasviksessa merkittävästi vähemmän pinta-alaa verrattuna esimerkiksi kuutioituun kasvukseen.

Mittaustulosten analysointia hankaloitti, että etenkin kasviksissa olleissa mittauksissa oli vaikea arvioida, miten anturi oli pysynyt siinä. Sillä vaikka anturi saattoi olla kasviksessa kiinni, saattoi kasvis olla osittain haljennut.

6.11 Tuote L



Kuvaaja 13. Tuote L. Pidempi uunიაიკა ja korkeammat tehot kuin kuvaajassa 1.



Kuvaaja 14. Tuote L. Samat uuniasetukset kuin kuvaajassa 13.

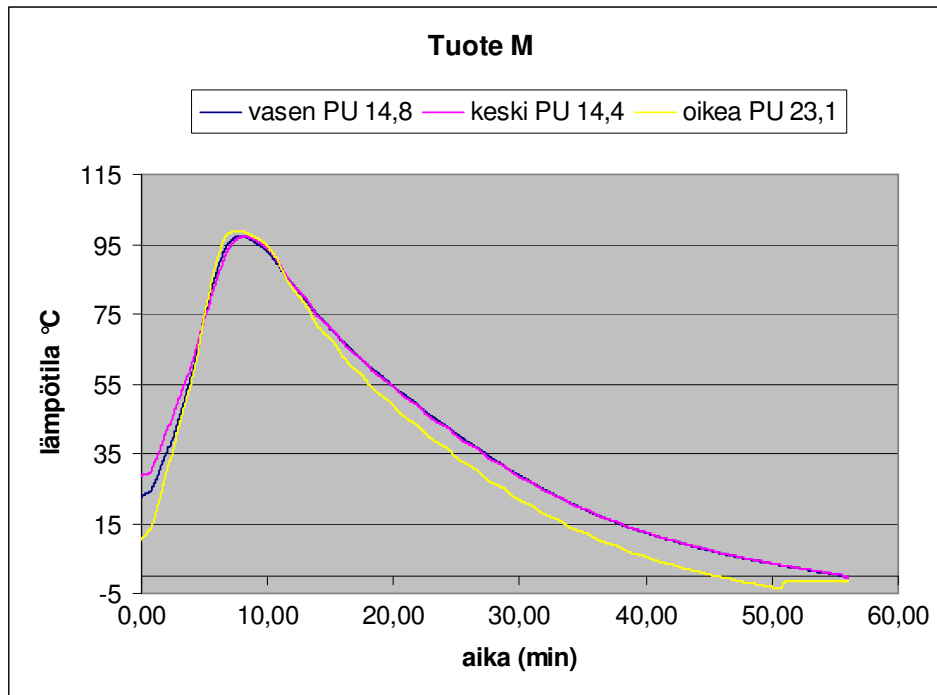
6.11.1 Tulokset

Tuote L:llä tuli aluksi huonoja PU-arvoja johtuen mm. partikkelin, johon anturi kiinnitettiin, suuresta koosta sekä liian alhaisesta annostelulämpötilasta, mikä taas johtui siitä, että partikkelit oli otettu liian myöhään sulamaan. Ko. tuotteen pastörintiarvoja tarkasteltaessa on kuitenkin syytä ottaa huomioon, että partikkeli oli jo kertaalleen kypsennetty. Niinpä PU-arvon jääminen alle arvon 10 ei ollut aivan niin kriittinen kuin esimerkiksi kanaa sisältävillä tuotteilla. Toisaalta on myös huomioon otettavaa, että pihvin alhainen lämpötila vaikuttaa myös muihin rasiassa oleviin komponentteihin pastörintiarvoa alentavasti.

Kuvaajista 13 sekä 14 käy taas ilmi, että vaikka uuniohjelma on sama ja tuotteiden lähtölämpötila matalampi, saattavat PU-arvot silti nousta korkeammiksi. Ko. mittauksissa tosin ovat hyvin todennäköisesti vaikuttaneet myös muiden komponenttien lämpötilat, sillä tuotteessa käytettävä toinen komponentti on ollut alemmassa kuvaajassa yli 10 °C korkeampi, vaikkakin ylemmässä on taas ollut kastikkeen lämpötila 8 °C korkeampi. Kyseistä komponenttia on kuitenkin huomattavasti enemmän annoksessa kuin kastiketta. Mahdollista on myös partikkelin osittainen hajoaminen, jolloin anturi on voinut joutua kosketuksiin kastikkeen kanssa.

6.12 Tuote M

Tuotteesta on vain kaksi ajoa, sillä sitä alettiin ajaa varsinaisesti vasta elokuun 2008 lopussa.



Kuvaaja 22. Tuote M. Samat uuniasetukset kuin kuvaajassa 6.

6.12.1 Tulokset

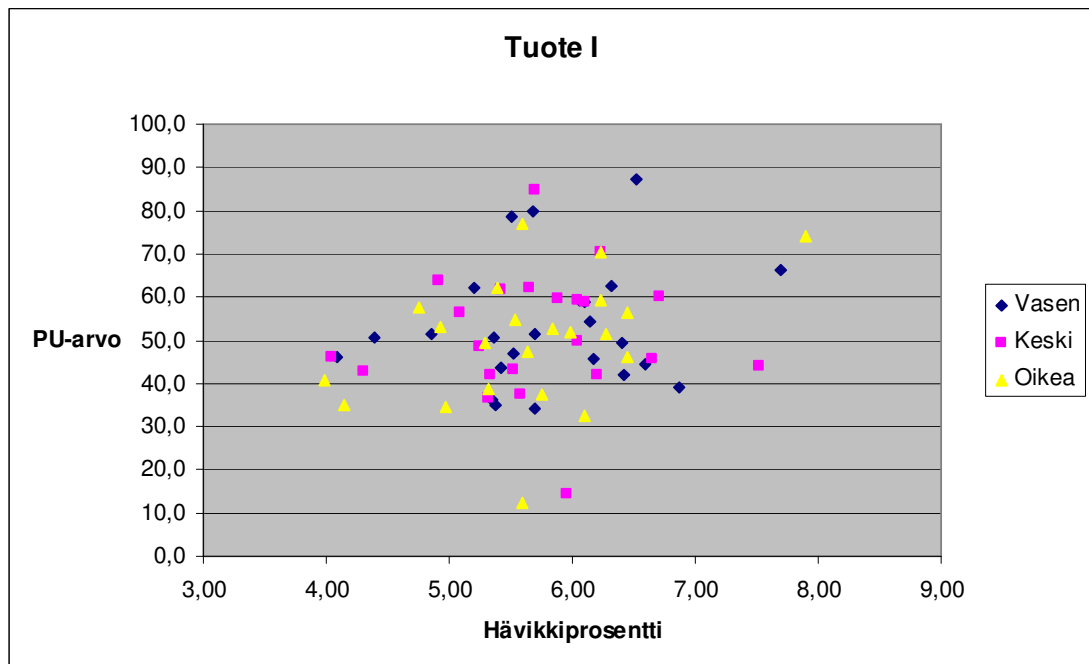
Varsinaisia ongelmia ei siis tässä vaiheessa vielä ollut ilmennyt, 6 minuutin oletuskypsyysajankin voisi olettaa riittävän lihalle, joka oli valmiiksi kypsä.

7 Aineiston tilastomatemattinen tarkastelu

Tehtyjen mittausten matemaattinen tarkastelu osoittautui hankalaksi esimerkiksi tehtäessä kuvaajia pastörintiarvosta hävikin funktiona. Tuotannossa selvältä tuntuneista mittauksista ei saanut piirrettyä yksiselitteisiä kuvaajia, vaan pisteet sijoituivat kuvaajassa todella satunnaisesti.

Tähän vaikuttavina syinä voidaan pitää etenkin kanaa sisältävien tuotteiden kohdalla sitä, että vaikka kanapala olisi saanut huonon mittausarvon, on hävikki voinut olla korkea. Esimerkiksi mikäli kanapala on ollut suuri ja sen lähtölämpötila matala, mutta samaan aikaan kastikkeen lämpötilan ollessa korkea, on hävikki voinut muodostua suureksi. Päinvastoin taas kanapala on voinut olla pieni ja sen lähtölämpötila korkea kun kastikkeen lämpötila on voinut olla matalampi. Kastikkeen annostelulämpötilaan vai-

kutti oleellisesti myös ajankohta, sillä kastikkeet tulivat erissä, jolloin aluksi annosteltu kastike on kuumempaa kuin erän loppuosa. Tavallisesti yhdessä kastike-erän annostelussa kului noin 30 minuuttia. Mittaukseen vaikuttavia muuttujia oli siis runsaasti. Kuvaajassa 23 anturit ovat kuitenkin olleet tuote I:ssä, jossa on aina samanlaista lihakastiketta, eivätkä anturit siten ole olleet missään kiinteässä kappaleessa, mutta silti pastörintiarvot hävikkiprosentin funktiona sijoittuvat todella hajanaisesti.



Kuvaaja 23. Tuote I:n PU-arvot hävikkiprosentin funktiona.

Sama päti myös tehtäessä kuvaajia hävikistä kypsytysajan funktiona, esimerkkinä päivä, jolloin ajettiin tuote A:ta koko päivä. Aloitusuuniaika oli kymmeniä sekunteja korkeampi kuin päivän päätteeksi, hävikkiprosentin pysyessä kuitenkin lähes samana. Tähän todennäköisin syy on jo aiemmin mainittu uunin sisäilman lämpeneminen, jolloin rasia saa saman lämpömäärän lyhyemmässä ajassa.

Myöhemmin on myös todettu, että hävikki ja pastörintiarvo eivät korreloi suoraan keskenään. Hävikkimittauksia suoritetaan silti edelleen, koska reseptit on laadittu tietyille hävikkiprosentille, joten jos hävikki jää liian pieneksi, on kastike liian vetinen, ja päinvastoin, jos hävikki nousee liian korkeaksi.

8 Yhteenveto

Työn alussa ei ollut kovin selvää kuvaa siitä, millaiset pastörintiarvot tuotteilla käytännössä oli. Asetukset perustuivat lähinnä valmistajan antamiin suosituksiin ja omiin vähäisiin kokeiluihin. Varsinaista mittausdataa ei ollut, mikä johtui myös siitä, että anturijärjestelmä saatiin käyttöön vasta keväällä 2008 insinööriyön alkaessa. Mittausten ansiosta saatiin todellista tietoa, miten kypsytysprosessin lämpötilaprofiilit käyttäytyivät ja millaiset PU-arvot niillä saavutettiin eri tuotteiden kohdalla.

Tutkimusaineistolla saatiin luotua hyvä ja kattava perustieto tuotekohtaisesti, millä prosessiolosuhteilla riittävät pastörintiarvot saavutetaan. Lisäksi työllä saatiin vahvistettua niitä peruskriteerejä, jotka täytyy ottaa huomioon tuotteiden kokonaislaatua ja turvallisuutta varmistettaessa. Tähän vaikuttavia tekijöitä olivat mm. annostelulämpötila sekä tasalaatuisen raaka-aineen tarve. Myös kapasiteettiin vaikuttavat tekijät saatiin kartoitettua konkreettisesti. /6/

Kaikki 9 tuotetta saatiin luokiteltua kohtalaisen hyvin omiin lokeroihinsa. Loppukesästä 2008 tuotannossa aloittaneista uusista tuotteista tuote M:stä, tuote J:stä, tuote K:sta sekä tuote L:stä on mittauksia syytä vielä tehdä lisää. Tämän vuoksi anturien käyttö opetettiin myös työntekijöille ja muille yrityksen asianosaisille, jotta omavalvontaa voitiin jatkaa normaaliin tapaan.

Lähteet:

- 1 Ready meal (WWW-dokumentti.)
http://en.wikipedia.org/wiki/Ready_meal. Luettu 10.10.2008.
- 2 Valmisruoka maistuu suomalaisille entistä paremmin
http://www.iltalehti.fi/uutiset/200711226884389_uu.shtml. Julkaistu 22.11.2007.
- 3 Mesa Labs – Temperature specifications
<http://www.mesalabs.com/datatrace/tempspecs.html>. Luettu 20.9.2008
- 4 Finfood Oppimateriaali – Valmisruoka ja säilykkeet
<http://www.finfood.fi/finfood/ffom.nsf/printpage/16D0FBDE5C42FF61C225654B00508B31?opendocument>. Luettu 16.10.2008.
- 5 Järvi-Kääriäinen, Terhen & Ollila, Margareetta, Toimiva pakkaus. Pakkausteknologia – PTR ry, 2007.
- 6 Yrityksen tuotekehitysjohtaja. Kirjallinen tiedonanto 11.12.2008
- 7 Yrityksen laatuvaastaava. Kirjallinen tiedonanto 17.12.2008
- 8 Yrityksen tuoteryhmäpäällikkö. Suullinen tiedonanto 18.6. 2008
- 9 Marra, Francesco, Zhang, Lu & Lyng James G. Radio frequency treatment of foods: Review of recent advances. Journal of Food Engineering, 2007.
- 10 Lesková, Emília, Kubíková, Jana, KOváciková, Eva, Kosická, Marina, Porubská, Janka & Holcíková, Kristína. Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models. Journal of Food Composition and Analysis, 2003.
- 11 Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus 752/2007 elintarvikkeissa ja alkoholijuomissa käytettävistä muista lisäaineista kuin makeutusaineista ja väreistä.
- 12 Asetus elintarvikelisiä aineista 521/1992.