

Taru Rikkonen

Leikattavan sulatejuuston valmistusprosessin optimointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja elintarviketekniikka

Insinöörityö

20.8.2014

Tekijä(t) Otsikko	Taru Rikkonen Leikattavan sulatejuuston optimointi
Sivumäärä Aika	34 sivua + 4 liitettä 20.8.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	bio- ja elintarviketekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	elintarviketekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Mikko Halsas Tuotekehittäjä Annukka Merjovirta
<p>Valio Oy Vantaan tehtaalla valmistettavassa leikattavassa sulatejuustossa on esiintynyt satunnaisesti laatuongelmia, jotka ilmenevät viipaloidun tuotteen rakenteen tahmeutena, murenevuutena ja viipaleiden irtoamattomuutena. Opinnäytetyön tarkoituksen oli tutkia, voidaanko leikattavan sulatejuuston valmistusprosessista määrittää yksittäisiä tekijöitä, jotka aiheuttavat lopputuotteen rakennevirheet. Tehtaalle tehdään selvitystyötä oman juustosavustamon perustamisesta ja osana selvitystyötä opinnäytetyön tarkoituksena oli myös määrittää leikattavalle sulatejuustolle optimaaliset lepoajat sulatetuotannon, savustuksen ja viipaloinnin välillä. Liian lyhyt tai pitkä lepoaika näkyy tuotteen heikentyneinä viipalointiominaisuuksina ja rakennevirheinä.</p> <p>Leikattavan sulatejuuston rakenteeseen vaikuttavien osatekijöiden määrittämistä varten kerättiin valmistusprosessin tuotantoerien eri osatekijöiden tulokset kuuden kuukauden ajalta ja erien tuloksia keskenään vertaamalla määritettiin jokaisen tekijän vaikutus lopputuotteen rakenteeseen. Optimaaliset lepoajat määritettiin kokeella, jossa seurattiin tuotteen viipalointiominaisuuksien ja rakenteen muutoksia 90 vuorokauden ajan.</p> <p>Työn tulosten perusteella valmistusprosessista ei voida osoittaa yksittäisiä osatekijöitä, jotka aiheuttavat tuotteen rakennevirheet. Rakennevirheet, kuten tahmeus ja siivujen irtoamattomuus aiheutuvat satunnaisesti monen osatekijän summana. Työn aikana valmistusprosessissa käytettävistä työmenetelmistä ja operaattorien toiminnasta löytyi tekijöitä, jotka vaikuttavat oleellisesti lopputuotteen rakenteeseen.</p> <p>Työssä saatiin määritettyä leikattavan sulatejuuston optimaalinen lepoaika. Tuotteen viipalointiominaisuudet sekä rakenne ovat spesifikaation mukaiset, kun puolivalmiste on 30–90 vuorokauden ikäistä.</p>	
Avainsanat	sulatejuusto, sulatejuuston rakenne, valmistusprosessi, lepoaika

Author(s) Title	Taru Rikkonen Optimization of block-processed cheese manufacturing process
Number of Pages Date	34 pages + 4 appendices 15 August 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biotechnology and Food Engineering
Specialisation option	Food Engineering
Instructor(s)	Mikko Halsas Senior Lecturer Annukka Merjovirta Product Developer
<p>Block-processed cheese produced in Valio Oy Vantaa plant suffered from random quality problems that can appear as stickiness of the sliced product. This thesis examines if there could be found separate components in the manufacturing process that cause flaws in the products structure. Another aim of this thesis was to determine the optimal resting time of block-processed cheese between manufacturing, smoking and slicing.</p> <p>For the determination of the components that affect the structure of block-processed cheese, the results of every component in all production batches were gathered during six-month period. Each component affecting the structure of the end product could be determined when the results were compared with each other. Optimal resting times of block-processed cheese were determined in a test where the slicing properties of the convenience product were followed in a 90-day period.</p> <p>The thesis results indicate that there could not be found one single component that causes the quality problems in block-processed cheese. Quality flaws are the result of incidental joint effects from several components.</p> <p>The optimal resting time of block-processed cheese between manufacturing, smoking and slicing could be determined in the thesis. The product's slicing properties and structure are in accordance with the specification when the convenience product was aged between 30 and 90 days.</p>	
Keywords	processed cheese, processed cheese texture, production process, resting period

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Sulatejuuston ominaisuudet	2
2.1	Sulatejuuston määritelmä	2
2.2	Sulatejuuston kemiaa lyhyesti	2
3	Sulatejuuston rakenteeseen vaikuttavat tekijät	5
3.1	Raaka-aine	5
3.2	Sulatesuolat	8
3.3	Sulatejuuston pH	10
3.4	Vesi	11
3.5	Rasva	11
3.6	Sekoituksen valmistaminen	12
3.7	Sulatusprosessi ja jälkiprosessointi	13
3.8	Pakkaaminen, jäähditys ja varastointi	15
3.9	Siivujen tarttumiseen vaikuttavia tekijöitä	16
4	Uutta sulatejuuston valmistuksessa	16
4.1	Sulatesuolojen korvaaminen hydrokolloideilla	16
4.2	Kasvisrasvan käyttö sulatejuuston valmistuksessa	18
4.3	Vähärasvainen sulatejuusto	19
4.4	Heraproteiinikonsentraatin käyttö sulatejuuston valmistuksessa	20
4.5	Kauran käyttö sulatejuuston valmistuksessa	20
5	Prosessin kuvaus	21
6	Työn toteutus	24
6.1	Leikattavan sulatejuuston valmistusprosessin optimoinnin toteutus	24
6.2	Optimaalisen lepoajan määrittämisen toteutus	25
7	Tulokset	28
7.1	Leikattavan sulatejuuston valmistusprosessin optimointi	28
7.2	Optimaalisen lepoajan määrittäminen	30
8	Pohdintaa	32

Liitteet

Liite 1. Leikattavan sulatejuuston valmistuserät 1.6.–31.12.2013

Liite 2. Valmistuserä 3136560908 laboratoriomääritysten tulokset

Liite 3. Lepoaikakokeen puolivalmisteiden tulokset

Liite 4. Lepoaikakokeen puolivalmisteen myyntiinhyväksynnän tulokset

1 Johdanto

Insinööriyön aiheena on leikattavan sulatejuuston valmistusprosessin optimointi. Työn tilaajana toimii Valio Oy Vantaan sulatejuustotehdas. Tehtaan sulatejuustolassa valmistettavan leikattavan sulatejuuston rakenteessa esiintyy satunnaisesti laatuongelmia, jotka näkyvät lopputuotteen viipaloinnissa käytettävän puolivalmisteen rakenteen tahmeutena sekä murenevuutena. Sulatejuustoviipaleet eivät irtoa toisistaan, vaan ovat liimautuneet yhteen ja siivut repeilevät. Rakenneongelmista tulee ajoittain myös huomattavia määriä asiakaspalautteita. Valmistusprosessista ei ole pystytty määrittämään rakenneongelmien aiheuttajia ja työn tavoitteena on selvittää pystytäänkö valmistusprosessista osoittamaan yksittäisiä tekijöitä, jotka optimoimalla tai poistamalla tuotteen rakenneongelmat saadaan minimoitua.

Työn tilaajalla on käynnissä selvitystyö oman juustosavustamon rakentamisesta ja osana selvitystyötä tilaaja haluaa selvityksen siitä, kuinka pitkä seisonta-aika voidaan pitää puolivalmisteen savustuksen sekä viipaloinnin välillä ilman, että puolivalmisteen viipalointiominaisuudet kärsivät. Leikattavan sulatejuuston lepoaikakokeen tavoitteena on määrittää puolivalmisteen optimaaliset seisonta-ajat tuotteen valmistuksen, savustuksen sekä viipaloinnin väleillä siten, että tuotteen viipalointiominaisuudet pysyvät vaatimuksien mukaisina.

Leikattavan sulatejuuston valmistusprosessin laatuongelmien selvitystuloksista hyötyvät sekä Valio Oy:n sisäinen asiakas (viipalepakkaamo) että ulkoinen asiakas (kuluttaja) tuotteen rakenneominaisuuksien parantuessa. Kuluttaja saa tuotteen, jonka rakenne vastaa kuluttajan vaatimuksia. Viipalepakkaamossa hyöty näkyy tuotteen parantuneena viipaloituvuutena sekä tuotteen hävikin pienenemisenä. Myös taloudellinen hyöty on merkittävä, sillä esimerkiksi vuonna 2010 valmistusprosessissa syntynyt hävikki oli 22 291 kg, joka oli koko valmistusmäärästä 4,1 %. (1, s. 5.)

Savustuskokeen lepoaikojen selvitystuloksien avulla pyritään määrittämään leikattavan sulatejuuston optimaaliset lepoajat valmistuksen ja viipaloinnin välissä. Tämä vähentää syntyvää hävikin määrää ja helpottaa tuotannosuunnittelua. Lisäksi selvitystyön tuloksia käytetään hyväksi, kun Valio Oy selvittää oman juustosavustamon perustamismahdollisuutta tehtaan yhteyteen.

2 Sulatejuuston ominaisuudet

2.1 Sulatejuuston määritelmä

Sulatejuusto on valmiste, joka valmistetaan sulattamalla ja emulgoimalla yhtä tai useampaa kypsytettyä juustolajia lämmittämisen ja sulatesuolojen avulla. Valmistusaineina voidaan käyttää myös muita maitopohjaisia tuotteita ja vettä. Tuotteen laktoosipitoisuus saa olla enintään viisi painoprosenttia. Sulatejuuston maustamiseen voidaan käyttää muita elintarvikkeita, mutta niiden määrä kuiva-aineksi laskettuna saa olla enintään yksi kuudesosa lopullisen valmisteen kuiva-ainepitoisuudesta. (2, 2 §.)

Savustamattoman leikattavan sulatejuuston massan tulee olla vaalean kellertävää ja siinä täytyy olla täyteläinen juuston maku ja haju. Rakenteen tulee olla kiinteä, eikä se saa sisältää ilmakuplia. Ennen savustusta valmiin sulatejuuston tulee olla kovaa, elastista ja leikattavaa, eikä sen rakenne ei saa olla tahmeaa. Savustettuna massan tulee olla vaalean kellertävää ja ulkopinnalla pitää olla tasainen ja ruskea savustus. Savustetut viipaleet eivät saa tarttua toisiinsa. Savustetun sulatejuustossa täytyy olla aito savun maku, joka mietonee juuston keskustaa kohden. (2, s. 2.)

2.2 Sulatejuuston kemiaa lyhyesti

Juuston pääkomponentteja ovat kaseiiniproteiini, rasva ja vesi ja ne ovat toisiinsa liukenemattomina. Sulatejuusto saadaan, kun raaka-ainejuustoon lisätään vettä, sulatesuolaa ja energiaa, joiden avulla komponentit liukenevat toisiinsa muodostaen tasaisen seoksen. (4, s. 2.)

Kaseiinimisellin muodostavat alayksiköt (submisellit) muodostuvat edelleen rihmamaisista kaseiinimolekyyleistä, jotka ovat kiertyneet sykkyrälle. Misellin ulkopinta koostuu vettä sitovista osista ja sen sisäosassa ovat vettä hylkivät osat. Misellit kestävät hajoamatta voimakkaita ulkoisia rasituksia. Juuston misellit ovat kalsium (Ca^{2+}) kaseinaattia. Sulatesuolan vaikutuksesta tapahtuvassa ioninvaihdossa kaseiinimisellin kalsium vaihtuu sulatesuolan natriumiin (Na^+) ja reaktion seurauksena rihmasykkyrä purkautuu ja syntyy liukoista natriumkaseinaattia. Reaktion ansiosta juusto sulaa, sillä natriumkaseinaatti on hyvin vesiliukoinen. Tässä vaiheessa juustomassan rakenne on hyvin vevyvä. (4, s. 5–23.)

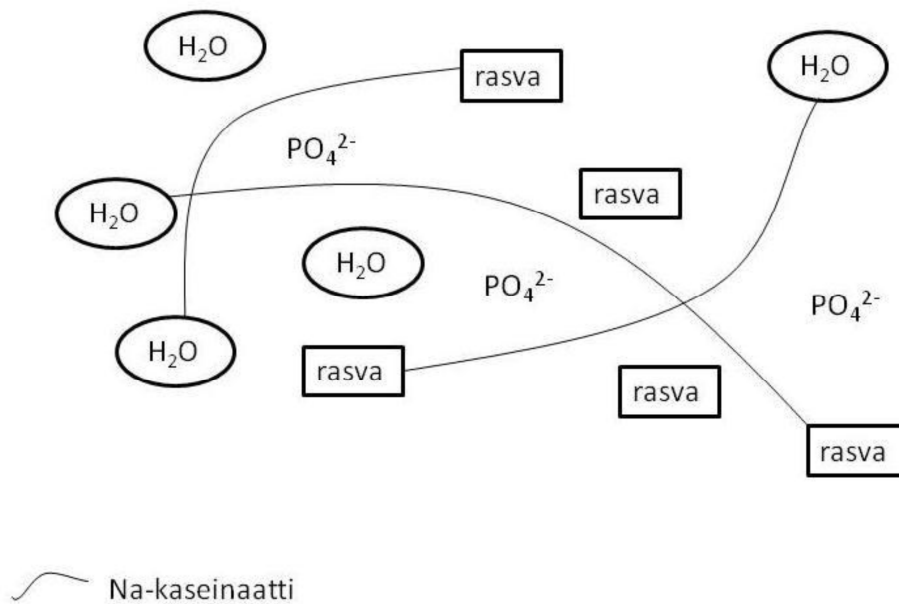
Nuoren juuston proteiinit ovat pääosin pilkkoutumatonta kaseiinia (n. 80–90 %). Nuori juusto liukenee ionivaihdon seurauksena, mutta paksuuntuu huonosti. Tämä johtuu siitä, että suuren kaseiinimäärän takia massassa ei ole tilaa emulsion muodostukselle. Nuoresta juustosta valmistettu massa on hyvin venyvää ja elastista, mutta paksuuntuakseen juusto vaatisi runsaasti sulatesuolaa. Mitä pitemmälle raaka-ainejuusto on kypsänyt (kypsän juuston kaseiinipitoisuus n. 60 %), sitä enemmän se sisältää pilkkoutunutta kaseiinia. Onnistuneen sulatejuuston rakenteen aikaansaamiseksi lopputuotteen määrästä pitää olla vähintään 12 % pilkkoutumatonta kaseiinia, sillä kaseiini toimii luonnollisena emulgaattorina massassa. (4, s. 24–34.)

Kuvassa 1. esitetään, kuinka sulatejuuston emulgoitumisessa (creaming, paksuuntuminen) natriumkasinaatti sitoo toiseen päähän vesimolekyylin ja toiseen rasvamolekyylin. Yhdessä sulatesuolan kanssa ne muodostavat stabiilin, rakenteeltaan tasapainossa olevan verkoston, jonka keskuksiin asettuvat sitoutumaton rasva, vesi ja kalsium. Vapaan veden määrä vähenee ja massan paksuuntuminen johtuu veden sitoutumisesta. Vapaan veden määrää voidaan tarvittaessa lisätä lämpötilan nostolla. Massa on ulko­näöllisesti lyhentynyt ja sopivasti paksuuntunut Ylipaksuuntumisessa (overcreaming) massa on sitonut itseensä runsaasti vettä, joka on monikerroksisena vaippana kaseiinin ympärillä. Ylipaksuuntunut massa on herkkä lämmölle sekä mekaaniselle ja kemialliselle energialle, joiden seurauksena rasva voi irrota ja rakenne juoksetuu.

Emulsiota ei voi muodostua, jos sulatesuolaa on liian vähän tai se on huonosti sekoitunut. Tällöin rasva ja vesi eivät pysty sitoutumaan ja irtoavat. Hyvin emulgoituneessa sulatejuustossa on lyhyt rakenne (kaikki kaseiini ei ole emulgoitunut), se ei ole tahmeaa ja levittyy hyvin tai on kiinteä blokki. Suutuntuma on hyvä ja massa on kiiltävää. Emulgoitumiseen vaikuttavat käytettävä juustotyyppi ja ikä (hajoamattoman kaseiinin määrä) sekä käytettävän sulatesuolan laatu ja määrä. Myös keittolämpötila vaikuttaa emulgoitumiseen: mitä korkeampi lämpötila on, sitä liukoisempi rakenteesta tulee, kun proteiinien väliset vuorovaikutukset heikkenevät. Korkea lämpötila voi aiheuttaa myös polyfosfaattien hajoamista. Myös mekaaninen energia vaikuttaa emulgoitumiseen, sillä sekoitus (hämmennysaika ja nopeus) lisää vettä sitovaa pintaa, pumppaus sekoittaa massaa ja homogeenointi lisää rasvan pinta-alaa, kun se rikkoutuu pienemmiksi palloiksi. Kun rasvamolekyylien rakennetta pienennetään mekaanisesti, niiden pinta-ala kasvaa ja sulan massan viskositeetti kasvaa nopeasti, kun kaseinaatti pystyy sitomaan vettä. Kun massan kermoittuminen alkaa, se pystytään pysäyttämään vain jäädyttämällä. Korkea pH lisää massan liukoisuutta ja alhainen pH puolestaan lisää ylipaksuun-

tumisen riskiä. Ei-kaseiinikomponenteilla, kuten rasva ja laktoosi, ei ole ioninvaihtoa eikä paksuuntumiskykyä, joten ne heikentävät massan rakennetta. (4, s. 18–25.)

Emulgoituminen eli kermostuminen



Kuva 1. Kermostumisessa sulatejuusto saa verkkomaisen rakenteensa, kun Na-kaseinaatti sitoo veden ja rasvan sisäänsä (7, s.6)

Iskukuumennetulla eli UHT-käsittelyllä (ultra-high temperature processing) kuumennetulla juustolla rakenne on täysin purkautunut. Massa on löysää, molekyylit ovat toisistaan erillään ja liikkuvat vilkkaasti. Kuumennuksen jälkeen rakenne voidaan palauttaa jäähdetyksen, hämmennyksen, sulatesuolan tai vanhan sulatejuuston lisäämisen avulla. (4, s. 28.) UHT-käsittelyä ei työssä käsitellä tarkemmin, sillä menetelmää ei käytetä leikattavan sulatejuuston valmistuksessa.

3 Sulatejuuston rakenteeseen vaikuttavat tekijät

3.1 Raaka-aine

Sulatejuuston valmistuksen pääraaka-aineena käytetään kypsytettyjä juustoja. Raaka-ainejuuston valmistukseen käytettävän maidon ominaisuudet aiheuttavat vaihtelua juuston koostumuksessa ja rakenteessa. Nämä vaihtelut johtuvat muun muassa maidon iästä, säilytyksestä ja lämpökäsittelystä, lehmän iästä, ravinnosta ja terveydestä sekä maidon erityksestä ja ilmastosta. (5, s. 33.) Juuston kypsyessä sen rakenne ja maku muuttuvat mikro-organismien pilkkouessa yksinkertaisia hiilenlähteitä, kuten laktoosia ja maitohappoa, pienemmiksi. Juuston kypsymisen aikaisessa proteolyysissä kaseiini pilkkoutuu vähitellen aminohapoiksi ja lipolyysissä rasvamolekyylit lopulta rasvahapoiksi. Juuston reologiaan vaikuttavat juuston vesi, rasva- ja suolapitoisuus, pH-arvo, proteiinkoostumus sekä lämpötila. (5, s. 48–51.)

Mitä korkeampi hajoamattoman kaseiinin suhteellinen pitoisuus käytettävässä raaka-aine juustossa on, sitä stabiilimpi tulee sulatejuuston rakenteesta. Suhteellinen kaseiinipitoisuus on liukenemattoman kaseiinityypen suhde kokonaistypen määrään. Voimakkaan proteolyyttisen kypsymisen läpikäynyt juusto voi aiheuttaa sulatejuustomassan faasien erottumisen ja rakenteen hajoamisen. Tämän takia valmiin sulatejuuston pitäisi sisältää vähintään 12 %:a pilkkoutumatonta kaseiinia lopputuotteen määrästä. Ehto ei toteudu voimakkaasti kypsytetyillä juustoilla, joten raaka-ainesekoituksessa täytyy käyttää rakenteen vuoksi myös nuorta juustoa. Vanhaa juustoa käytetään lähinnä maun antajana. (5, s. 60.) Voimakkaasti kypsynyt juusto saattaa myös sisältää aminohappo- ja mineraalikiteitä, jotka eivät liukene kuumentamisen aikana ja jäävät kovaan kiteiseen muotoon aiheuttaen valmiissa tuotteessa rakeisen suutuntuman. Osa sulatejuustoon valmistukseen käytettävistä raaka-aineista varastoidaan pakastamalla. Hitaasti pakastettu raaka-aine sisältää jääkiteitä, jotka aiheuttavat juuston proteiinien osittaisen vaurioitumisen. Tämä saattaa aiheuttaa odottamattomia muutoksia kermoitumisessa. (5, s. 82.)

Muutaman päivän ikäisen kypsytetyn juuston suhteellinen hajoamattoman kaseiinin osuus on 90–95 %. Korkea kaseiinipitoisuus antaa sulatejuustolle pitkän, rihmamaisen rakenteen ja raaka-aineen kypsymisen aikaisen hajoamisen edetessä sulatejuustomassan rakenteesta tulee lyhyempi. Nuoresta juustosta valmistettu sulatejuustomassa

säilyttää pitkän rakenteensa suhteellisen kauan ja kestää hyvin lämpöä sekä kemiallisia ja mekaanisia voimia. Nuorta juustoa käytettäessä on vaarana myös, että sulatejuustosta tulee tahmeaa, sillä se pystyy absorboimaan vettä hitaasti ja suhteellisen vähän. Kypsymisen nopeuteen vaikuttavat juuston vesipitoisuus ja varastointilämpötila. Käytettävän raaka-aineen ikä ja laatu määräytyvät valmistettavan sulatejuustolaadun mukaan. Taulukossa 1 on esitetty käytettävän raaka-aineen ikä eri sulatejuustolaaduissa. Täysin tarkkoja lukuja ei voida antaa, sillä myös muut juuston ainesosat, kuten vesi ja rasva, vaikuttavat sulatejuuston rakenteen muodostumiseen. (5, s. 75–76.)

Taulukko 1. Sulatejuuston valmistuksessa käytettävien raaka-aineiden ikä sulatejuustolaaduittain. (ka = kuiva-aine, kar = kuiva-aineen rasva) (5, s. 81)

juusto tyyppi	nuori %	puolikypsä %	kypsä %
blokki, elastinen rakenne	60	30	10
blokki, lyhyt rakenne	40	40	20
blokki, ka 53 %, kar 45 %	80	20	-
viipaleet ka 60 %, kar 50 %, lämmitettävä	70	30	-
viipaleet ka 60 %, kar 50 %, lämmitettävä	100	-	-
viipale, kylmä	60	40	10
pikkublokki, makkara	50	40	10
sulatepikari	40	50	10
levite kar 20 – 45 %	30	50	20
sulatejuustovalmiste kar 50 – 65 %	60	40	-
maustettu sulate	60	40	-

Taulukossa 1 esitetty nuori juusto sisältää kaseiinia keskimäärin 80–90 %. Sitä käytetään lähinnä lämmitettäviin sulatejuustoviipaleisiin ja viipaloitaviin sulatejuustoblokkeihin. Nuori juusto vaatii enemmän sulatesuolaa ja paksuuntuu hitaasti. Keskikypsä juusto sisältää kaseiinia keskimäärin 75–80 % ja sitä voidaan käyttää sellaisenaan levitteisiin ja maun antajana viipaloitavissa sulatteissa. Keskikypsä juusto paksuuntuu paremmin kuin nuori, joten sulatesuolalla voidaan käyttää normaaliannostusta. Kypsä juusto sisältää kaseiinia korkeintaan 60 % ja vaatii aina nuorta juustoa lisäksi huonon kermoittumisen takia. Kypsää juustoa käytetään lähinnä maun antajana sulatejuustossa. (4, s. 34.)

Sulatejuuston valmistuksessa voidaan raaka-aineena käyttää myös esisulatetta, joka on jo kertaalleen keitettyä sulatejuustomassaa. Sitä käytetään, jotta massan paksuuntuminen (emulgoituminen, kermoittuminen) saadaan käyntiin sekä rakenteen parantamiseen. Esisulatetta käytetään yleensä valmistuksen aloituksissa ja kun massa alkaa kertyä putkistoon, sen käyttö lopetetaan. Suositeltava käyttömäärä on vain 1–10 % keiton koosta, sillä vanha sulatejuusto käynnistää voimakkaan massan paksuuntumisen, jota ei voida pysäyttää. Tämä aiheuttaa helposti massan ylikermoittumisen. Parhaan paksuuntumistuloksen saa käyttämällä vanhaa massaa, joka on jäähtynyt. Kuumen kierrätysmassan paksuuntumisvaikutus on vain noin kolmas osa verrattuna jäähtyneeseen. Ylikermoittunutta vanhaa massaa tulee käyttää hyvin varovasti, sillä se aiheuttaa hyvin voimakkaan massan paksuuntumisen. Kuhunkin sulatejuustotyyppiin voi käyttää vain omaa vanhaa sulatejuustoa (esimerkiksi rasiavanhaa rasioihin). (4, s. 39–41.)

Leikattavassa sulatejuuston tulee omata hyvät leikkausominaisuudet ja rakenteen tulee olla riittävän elastinen. Juustoviipaleet eivät saa murtua, vaikka niitä taivutettaisiin. Raaka-ainejuustojen suhteellisen kaseiinin määrän tulee olla 70–90 %. (5, s. 77.) Tämän takia raaka-aineena käytettävien juustojen tulee olla nuorehkoja (nuori emmental 5-6 viikkoa kypsynyt), jotta massasta tulee elastinen ja venyvä. Maun antajana käytetään pientä määrää kypsää juustoa ja nuoren emmentalin määrää lisätään tarvittaessa rakenteen parantamiseksi.

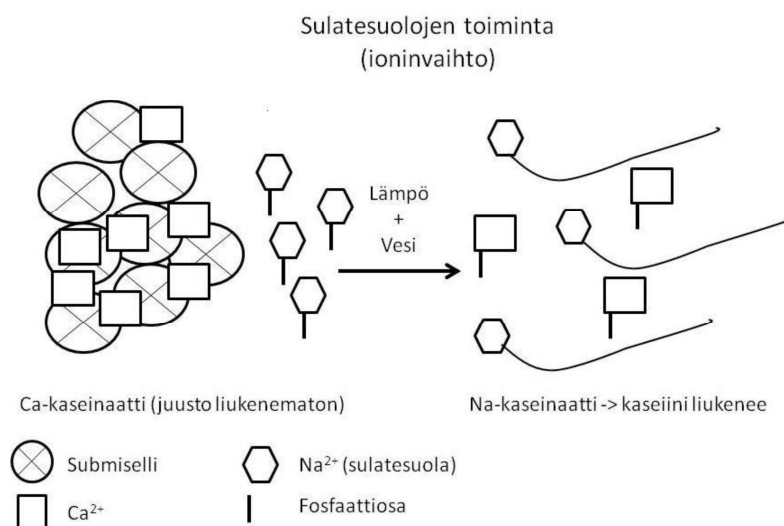
Käytettävän raaka-aineen laatu ja ominaisuudet määräävät suurelta osin valmiin tuotteen ulkonäön, maun, rakenteen, koostumuksen sekä säilyvyyden. Tämän takia raaka-aineen valinta tulee tehdä huolella ja reseptiä laadittaessa tulee ottaa huomioon juuston tyyppi, ikä sekä mikrobiologiset ja fysikaaliset ominaisuudet. (5, s. 78–79.) Kovat ja puolikovat juustot ovat parhaita raaka-aineita sulatejuuston rakenteen muodostuksen kannalta niiden suhteellisen korkean kuiva-aineen ja suhteellisen suuren hajoamattoman kaseiinipitoisuuden takia. Pehmeitä juustoja ja homejuustoja käytetään lähinnä antamaan makua. (5, s. 79.) Kaikki raaka-ainejuustot sisältävät vegetatiivisia mikroorganismeja, mitkä saattavat aiheuttaa valmiiseen tuotteeseen virhemakua ja virherakenteita, kuten kaasukuplia (5, s. 82). Sulatejuuston raaka-ainejuustoista vain pieni osa on valmistettu varta vasten sulatejuuston raaka-aineeksi, sillä sulatejuuston valmistuksella on suuri taloudellinen merkitys juustoloissa syntyvien ”kakkoslaadun” juustojen jatkojalostuksessa. Kakkoslaadun juustojen käyttäytyminen sulatusprosessissa eroaa tavallisen raaka-aineen käyttäytymisestä ja saattaa aiheuttaa valmistusprosessissa

sekä valmiin tuotteen rakenteessa ja koostumuksessa muutoksia. Tämän takia reseptiä laadittaessa tulee ottaa huomioon käytettävän kakkoslaadun erikoisominaisuudet ja tehdä tarvittavat korjaukset reseptiin, jotta laatu- ja rakennevirheet saadaan estettyä.

Muita sulatejuuston valmistuksessa käytettäviä raaka-aineita ovat jauheet, kuten maito- ja herajauhe, mausteet ja muut komponentit, kuten lihatuotteet ja sienet. Maitojauhe tehostaa kermoittumista ja herajauhe puolestaan alentaa viskositeettia, minkä takia sen käyttöä suositellaan voimakkaasti kermoittuvan raaka-aineen kanssa. Leikattaviin sulatejuustoihin ei suositella jauheiden käyttöä. Mausteiden käyttö ei vaikuta juurikaan sulatejuuston rakenteeseen, sillä yleensä niitä lisätään alle 1 % tuotteen kokonaispainosta. Säilöntäaineita, kuten sorbiinihappo ja nisiini, käytetään parantamaan sulatejuuston säilyvyyttä. (5, s. 89–91.)

3.2 Sulatesuolat

Sulatesuolat ovat aineita, jotka muuttavat sulatejuustoon käytettävän raaka-ainejuuston sisältämät proteiinit dispergoituneeseen muotoon. Muutos saa aikaan sulatejuuston rasvan ja muiden ainesosien homogeenisen jakautumisen ja antaa juustogeelille vaakan rakenteen. (6.) Kuvassa 2. on esitetty sulatesuolojen ioninvaihto sulatejuuston valmistuksessa.



Kuva 2. Juuston veteen liukenematon Ca-kaseinaatti muuttuu sulatesuolan vaikutuksesta liukoiseen muotoon. Sulatesuolojen Na⁺-ionit korvaavat Ca-kaseinaatin Ca²⁺-ionit. Reaktiossa syntyvä kaseinaatti toimii emulgaattorina rasva- ja vesiosien välillä (7, s.7)

Sulatesuolat ovat sitruunahapon natriumsuoloja eli sitraatteja (E331), mono- ja polyfosforihapon natrium- ja kaliumsuoloja eli monofosfaatteja ja polyfosfaatteja (E339, E341, E452), laktaattia (maitohappo) ja tartraattia (viinihappo). (4, s. 7-17.) Sulatesuoloja käytetään sulatejuuston valmistuksessa massan ioninvaihtoon, pH:n muutokseen, kermoittumiseen sekä maun, säilyvyyden ja värin parantamiseen. Eri sulatesuolojen ominaisuudet esitetty on tiivistettynä alla olevassa taulukko 2:ssa.

Taulukko 2. Sulatesuolojen ominaisuuksia. (O = ei vaikutusta, X = heikko vaikutus, XX = suuri vaikutus) (4, s.12)

ominaisuus	sitraatti	ortofosfaatti	polyfosfaatti
ionin vaihto	X	X	XX
pH:n muutos	X	XX	X
kermoittuminen	O	O	XX
maku	XX	X	O
säilyvyys	O	O	XX
väri	XX	O	O

Sitraatit antavat sulatejuustolle raikkaan maun ja sopivat hyvin sulatejuustoviipaleisiin ja blokkeihin niiden antaman elastisen rakenteen vuoksi (4, s. 9). Sitraatit hajottavat tehokkaasti proteiineja ja liukenevat helposti. Levitettävien sulatejuustojen valmistukseen sitraatteja ei tulisi käyttää, sillä sulatejuusto, jonka valmistukseen on käytetty sitraatteja, ei absorboi vettä tehokkaasti ja rakenne jää kiinteäksi. Poikkeuksena ovat levitettävät sulatejuustot, joiden raaka-aineena käytetään ylikypsää lyhytrakenteista juustoa. Sitraattien kermoittumiskyky ja bakteriostaattiset ominaisuudet ovat heikot. (5, s. 42–43.)

Monofosforihaposta valmistettuja mono- ja trinatrium-monofosfaattia käytetään sulatejuuston pH:n korjauksessa ja dinatrium-monofosfaattia käytetään emulgaattorina. Niillä on myös hyvä ioninvaihtokyky. Monofosfaateilla ei ole emulsion muodostuskykyä, joten niitä käytettäessä sulatejuuston rakenne jää melko ohueksi ja ne saattavat aiheuttaa lopputuotteeseen saippuaisen maun ja hiekkamaisen rakenteen. Difosfaattien liukoisuus ja kalsiumin sidontakyky ovat alhaisia. Polyfosfaateilla on hyvä vedensidontakyky ja hyvä emulsion muodostuskyky, mikä aiheuttaa helposti massan ylikermoittumiseen ja kovettumiseen. (5, s. 43–44.)

Sulatesuolan avulla määrätään sulatemassan ominaisuudet, eli jokaiselle sulatejuustolaadulle käytetään erilaisia sulatesuoloja haluttujen ominaisuuksien aikaansaamiseksi. Sulatesuolan määrä riippuu raaka-ainejuuston laadusta ja iästä (hajoamattoman kaseiinin määrä), juuston kalsiumpitoisuudesta (emmentalissa enemmän kuin cheddarissa), juuston kuiva-ainesta ja rasvapitoisuudesta (rasvaisen juuston suhteellinen kaseiinipitoisuus on pienempi). Yleisesti ottaen se on 2–3 % käytettävän raaka-aineen määrästä. (4, s. 14–16.) Sulatesuolan väärä annostus vaikuttaa valmiin tuotteen rakenteeseen. Yliannostus antaa kiinteämmän rakenteen, mutta samalla sulatesuola kiteytyy, ylikermoittumisen seurauksena rasva irtoaa ja tulee makuvirheitä. Aliannostuksen tai sulatesuolan huonon sekoittumisen seurauksena emulsiota ei voi muodostua ja massa on paksua ja sitkeää. Massan rakenne on sulamattomien rakenneosien takia epätasaista ja rasva irtoaa. (4, s.17.)

3.3 Sulatejuuston pH

Sulatejuuston pH:n säätäminen oikeaksi on erittäin tärkeää sekä emulsioprosessin että valmiin tuotteen laadun ja säilymisen kannalta. Sulatejuuston pH on yleensä 5,3–6,2 ja emulgoitumisen kannalta paras pH on 5,7–5,8. Raaka-aineena käytettävän juuston pH-arvoissa on kuitenkin huomattavia vaihteluita ja juustomassan pH:n korjaamiseen tarvitaan sulatesuoloja, joiden avulla pH:ta voidaan tarvittaessa nostaa tai laskea jopa useita yksikköjä. Alue, jolla pH:ta voidaan muokata, riippuu juuston ja muiden raaka-aineiden kypsyyssasteesta sekä puskurointikyvystä, juuston rasvakoostumuksesta ja sulatesuolan ominaisuuksista. Haluttu sulatejuustojuustolaatu määrää halutun pH:n. Sulatejuustolle, jolle halutaan kiinteä rakenne, pH säädetään 5.7:n alapuolella, sillä mitä korkeampi pH, sitä pehmeämpi ja levittyvämpi on sulatejuuston rakenne. Jokaisen sulatejuustolaadun oikea resepti on haettava kokeilemalla. Sulatesuola on valittu oikein kun pH-korjauksia ei tarvitse tehdä ja esisulatetta tarvitsee lisätä sekoitukseen vain vähän. Kun sulatesuoloja käytetään pH:n muutoksissa, täytyy laskelmissa ottaa huomioon se, että reaktio juuston ja sulatesuolan välillä jatkuu vielä emulsioprosessin päättymisenkin jälkeen. (5, s.85,124.)

Korkea pH lisää liukoisuutta ja antaa sulatejuustolle voidemaisen maun ja suutuntuman. Liian alhainen pH voi aiheuttaa rasvan irtoamisen ja antaa happaman maun. Alhaista pH:ta käytetään lisäämään massan jämäkkyyttä. pH:n nostoon ja laskuun on

olemassa myös erilaisia korjaussuoloja ja korjaussuolaa käytettäessä on sulatesuolan määrää vähennettävä korjaussuolan määrän verran. (4, s. 29–31.)

3.4 Vesi

Juuston sulaessa tapahtuu sulatesuolojen sekä mekaanisen ja lämpöenergian ansiosta laaja parakaseiinisolun muodostuminen. Vettä tarvitaan sulatesuolan liuotukseen sekä kunnollisen dispersion ja emulsion muodostumiseen. Juustojen oma vesi on pääasiallisesti sitoutuneena kaseiiniin, joten juustoseokseen pitää lisätä vettä. Vesilisäyksen määrä voidaan laskea raaka-aineiden ja lopputuotteen kuiva-ainepitoisuuksien avulla. Vesilisäyksen määrää laskettaessa tulee ottaa huomioon myös keiton lauhdevesi. Käytettävän veden kovuutta ei Suomessa tarvitse huomioida laskelmissa. (5, s. 91.)

Vesi voidaan lisätä joko kerralla keittoprosessin alussa tai kahdessa erässä, puolet keittoprosessin alussa ja puolet prosessin loppupuolella. Veden erissä lisäämisen etuna on tehokkaampi kaseiinin hajoaminen vahvemman sulatesuolaliuoksen ansiosta, kun vain puolet vedestä on lisätty alussa. Vedenlisäystapa riippuu käytettävän raaka-aineen ominaisuuksista, kuten kypsytys ja juustolaji sekä valmistettavan sulatejuuston lajista (leikattava, levitettävä). Leikattavien sulatejuustojen valmistuksessa vesilisäys tehdään yleensä kerralla ja levitettävien sulatejuustojen valmistuksessa puolestaan kahdessa erässä. (5, s.92.)

3.5 Rasva

Rasvan lisäystä käytetään sulatejuuston rasvapitoisuuden nostamiseen, korkean rasvapitoisuuden sisältävien sulatejuustojen valmistamiseen sekä kompensoimaan tuotteen kuiva-aineen rasvapitoisuuden alenemista, joka johtuu sulatesuolojen tai vähärasvaisten aineosien lisäämisestä. Tavallisesti rasvalisäyksessä käytetään voita. Rasvan lisääminen alentaa huomattavasti sulatejuuston viskositeettia ja tekee rakenteesta pehmeämmän ja voimaisemman. Sulatejuusto, jonka kuiva-aineen rasvapitoisuus on yli 60 %, vaatii erityisesti hajoamatonta kaseiinia, jotta rakenteen vaadittu stabiilisuus pystytään säilyttämään. (5, s.96.)

Leikattavien ja levitettävien sulatejuustojen rakenteiden erot johtuvat niiden erilaisista kuiva-aineiden rasvapitoisuuksista. Levitettävän sulatejuuston kuiva-aineen rasvapitoisuus on alhaisempi kuin leikattavan sulatejuuston. Keskimääräisesti levitettävän sulatejuuston kuiva-aineen rasvapitoisuus 45 % ja leikattavan sulatejuuston on 50 %. (5, s.133.)

3.6 Sekoituksen valmistaminen

Sulatejuuston valmistukseen käytettävien raaka-ainejuustojen sekoituksen koostumus on valittava tarkasti, sillä sekoitus määrittää pitkälti valmiin tuotteen maun ja koostumuksen. Liian voimakkaasti kypsyneet juustot antavat voimakkaan makuvivahteen ja sisältävät liian vähän hajoamatonta kaseiinia. Tämän takia sekoituksen pitää aina sisältää myös nuorta juustoa. Sekoituksen koostumusta suunniteltaessa tulee ottaa huomioon seuraavat asiat:

- valmiin tuotteen haluttu maku ja rakenne
- sulatejuuston ja raaka-aineen rasvapitoisuus
- paikallinen lainsäädäntö
- käytettävän raaka-aineen kypsyyssaste ja laatu
- markkinatilanne ja varastotasot.

Käytettävät raaka-ainejuustot eivät ole tasalaatuisia, minkä takia sekoituserien kokojen tulisi olla mahdollisimman suuria ja sekoitukseen tulisi käyttää mahdollisimman pientä osaa samasta raaka-aine-erästä. Esimerkiksi yksi emmentalerä tulisi jakaa 10–20 osaan ja käyttää edelleen 10–20 eri keittoon. Tällä menettelyllä voidaan minimoida raaka-aineesta aiheutuvat laatuvariaatiot ja rakennevirheet valmiissa tuotteessa. Raaka-ainesekoitus täytyy jauhaa tarpeeksi hienoksi ja tasalaatuiseksi, jotta sulatusprosessi voi edetä normaalisti. Isot juustopalat eivät sula kunnolla, vaikka keittoaikaa pidennettäisiin. Sulamaton juusto näkyy valmiissa tuotteessa rakennevirheinä sekä lisää mikrobiologisen pilaantumisen riskiä, sillä sulamattoman juuston sisään jää mikrobeja, jotka eivät tuhoudu keiton aikana. Raaka-aineiden punnitus tulee tehdä tarkasti. Punnituksessa tulee ottaa huomioon myös se, että jauhantaprosessin aikana syntyy raaka-ainehävikkiä. (5, s. 111–116.)

Raaka-aineseos ja kylmä vesi tulisi sekoittaa keskenään ennen kuumentamista. Esisekoituksella voidaan varmistaa, että prosessoitava materiaali on homogeenisempaa ja nuoren juuston kaseiini hajoaa tehokkaammin. Massan kermoittuminen alkaa, kun juustomassaa käsitellään kylmällä sulatesuolaliuoksella. Jos juusto sekoitetaan kuivana, se ei juuri paksuunnu esisekoituksen aikana. Juusto, johon lisätään esisekoituksessa vesi, paksuuntuu hieman ja juusto, johon lisätään vesi ja suola esisekoituksessa, alkaa esikermoittumaan voimakkaasti. Myös sulatesuolojen paakkuuntuminen voidaan estää esisekoituksen avulla. Tarvittava esisekoituksen kesto ja seoksen koko riippuvat sekoitusnopeudesta, raaka-aineiden ominaisuuksista sekä reaktiopotentiaalista ja siitä, kuinka homogeenista massan tulee olla. (5, s. 117.)

3.7 Sulatusprosessi ja jälkiprosessointi

Sulatusprosessin aikana sulatejuustoon kohdistuva kemiallis-fyysinen, mekaaninen ja lämpöenergia täytyy optimoida tasalaatuisen lopputuotteen saamiseksi. Sulatejuuston valmistuksessa tarvitaan lämpöä, sillä homogeeninen seos saadaan aikaan ainoastaan riittävän korkeassa lämpötilassa. Juuston sulamislämpötila on 70–75 °C. Sulatejuuston haluttua rakennetta ei saada aikaan ilman kermoittumista, jonka optimilämpötila on 80–90 °C. Lämpötilan noustessa yli 100 °C:seen sulaneen juuston viskositeetti pienenee. Kuumennuksen avulla pystytään myös pidentämään sulatejuuston hyllyikää ja tämän takia käytetään 70–145 °C:n sulatuslämpötiloja. Leikattavan sulatejuuston rakenteen tulee olla erittäin elastinen ja tämän takia sitä tulee lämmittää varovasti, yleensä 80–85 °C:n lämpötilassa. Paahdettavat sulatejuustot lämmitetään 70–75 °C:seen ja levitettävät sulatejuustot, jotka vaativat voimakkaan kermoittumisen, lämmitetään 90–95 °C:seen. UHT-käsittelyssä käytettävä lämpötila on 140 °C. Laktoosipitoisia massoja ei yleensä lämmitetä yli 118 °C:n karamellisoitumisen takia. (5, s. 122–123.)

Sulatusprosessin tarvittava kesto riippuu monista tekijöistä:

- käytettävän raaka-aineen ominaisuudet (mm. tyyppi, rakenne, ikä ja paisumistaipumus)
- muut lisättävät ainesosat
- sulatejuuston tyyppi (leikattava / levitettävä)
- keittimen koko ja tyyppi

- keittolämpötila
- lämmitystapa (suora / epäsuora)
- mekaaninen käsittely
- sulatesuolat
- haluttu hyllyikä.

Vakaan emulsion aikaan saamiseksi vaaditaan vähintään kolmen minuutin keittoaika. Leikattavien sulatejuustojen keittoaika on mahdollisimman lyhyt, yleensä 4-6 minuuttia, jotta saadaan pitkä rakenne. Levitettävät sulatejuustot vaativat riittävän kermoittumisen, joten niiden keittoaika on 5–8 minuuttia. Jos raaka-aineella on voimakas taipumus kermoittumiseen, tulee keittoaikaa lyhentää. Hyvin nuorta raaka-ainetta käytettäessä saatetaan joutua keittoaikaa pidentämään jopa puoleen tuntiin. (5, s. 123.)

Tasaisen emulsion ja kermoittumisen saavuttamiseksi on keitettävien juustopalojen sekä lisättyjen ainesosien sekoitettava kauttaaltaan veden ja sulatesuolojen kanssa. Mitä voimakkaampi mekaaninen energia seokseen kohdistuu eli mitä nopeammin sekoitin pyörii ja mitä kauemmin massaa sekoitetaan, sitä voimakkaampaa on prosessin aikainen kermoittuminen, sillä sekoitus lisää massan vettä sitovaa pintaa. Sekoittimet, joiden nopeutta pystytään jatkuvasti säätämään, mahdollistavat erilaisten rakenteiden aikaansaamisen energian säätämisen avulla. (5, s. 124.)

Sulatejuuston pH keiton ja varastoinnin aikana vaikuttaa sen koostumukseen ja rakenteeseen. pH:n ollessa alle 4,5, valmis tuote on kiinteä tyypistä riippumatta. Kun pH nousee, sulan juuston rakenne muuttuu ohueksi ja juoksevaksi. Sulatejuustojen, joiden koostumuksen tulee olla kiinteä, pH säädetään alle 5,7:ään. Pehmeiden ja levitettävien sulatejuustojen pH säädetään korkeammaksi. (5, s. 124.)

Sulatejuustoa voidaan myös jälkiprosessoida. Jälkiprosessoitu sulatejuusto on väriltään vaaleampaa ja kiiltävämpää ja massa on tasaisempaa. Myös kermoittuminen on voimakkaampaa. Jälkiprosessointi voidaan tehdä homogenisaattorilla, kolloidimyllyllä, kutteri-tyyppisellä kattilalla tai ultraäänihomogenisaattorilla. Homogenointi lisää rasvan pintaa rikkomalla rasvan pieniksi rasvapalloiksi, jolloin rasvaa on enemmän sidottavaksi. (4, s. 21,44.) Sulanutta juustomassa ei saa käsitellä pakkauskoneelle siirrettäessä liian voimakkaasti etenkin mekaanisesti. Pumppaus sekoittaa massaa, mikä lisää sen veden sitovaa pintaa. Tämän takia kuljetuksessa yleensä käytetään sellaisia pumppuja, jotka eivät vaikuta sulaneen massan kermoittumiseen. Juusto ei saa myöskään jäädä

seisomaan putkistoon liian pitkäksi aikaa, jottei massan viskositeetti muutu (viskositeetti kasvaa seisoessa ja massa paksunee). Jos massan kuljetukseen käytettävät putket ovat liian kapeita, paine kasvaa ja vaikuttaa juuston koostumukseen. Putkistoon ei saa myöskään kertyä liikaa vanhaa massaa, mikä käynnistää voimakkaan kermoittumisen. (5, s. 127–129.)

3.8 Pakkaaminen, jäähdytys ja varastointi

Sulaneen juustomassan pastörintilämpötila tulee säilyttää kontaminaatioiden välttämiseksi koko kuljetusprosessin läpi aina keittimeltä pakkaukseen asti. Niin kauan kuin juustomassa on juoksevaa, se voidaan pakata mihin tahansa muotoon, mutta sitä ei saa painaa tai muotoilla sen jälkeen, kun se on kiinteytynyt jäähdytyksessä. Mekaaninen rasitus aiheuttaa veden puristumisen rakenteesta ja rakennevirheitä, kuten murtumia ja haurastumista. Sulatejuustojen jäähtymisaika on suhteellisen pitkä, joten kiinteytymisen nopeuttamiseen käytetään sulatesuoloja, jotka kermoittavat sulatemassaa helposti. Sulatesuolojen toimintaa ja sulatejuuston kermoittumista ei pystytä täysin pysäyttämään, vaan rakennemuutokset jatkuvat vielä pakkauksessakin. Muutoksia voidaan kuitenkin hidastaa nopealla jäähdytyksellä ja säilyttämällä tuote 12–15 °C:ssa, jossa sulatesuolojen toiminta pysähtyy lähes kokonaan ja kermoittuminen pysähtyy. Liian hitaan jäähdytyksen seurauksena sulatejuusto voi myös palaa, jolloin sulatejuustosta tulee ruskeaa. (5, s. 131–143.)

Isot juustomakkarat tulee jäähdyttää hitaasti muutamassa tunnissa, jotta niiden rakenne saavuttaa tarvittavan kiinteyden. Makkaroiden kuori on puoliläpäisevä, joten ajan myötä tapahtuva veden haihtuminen aiheuttaa rakenteen kuivumista ja painohävikkiä. Jäähdytyshuoneen lämpötilan tulisi olla vähintään 12 °C, jottei juustomakkaran pintaan kondensoidu vettä. Pakkauskoneella täyttö tapahtuu manuaalisesti, joten on tärkeää mitata, että makkaran halkaisija täyttää vaadittavan mitan, jotta rakenteesta tulee riittävän tiivis. Pakkauskoneessa täytyy käyttää vakuumia ilmakuplien välttämiseksi. Valmiisiin juustomakkarioihin kohdistuvaa mekaanista rasitusta tulee välttää kuljetuksen, savustuksen ja varastoinnin aikana. (5, s. 143.)

3.9 Siivujen tarttumiseen vaikuttavia tekijöitä

Sulatejuustosiivuilla on taipumuksena tarttua toisiinsa sulatejuuston sisältämän liukoisena natriukaseinaatin takia. Tavallisissa juustoissa ei ole tarttumisongelmaa, sillä ne sisältävät liukenematonta kalsiumkaseinaattia ja sitoutumatonta rasvaa, joka toimii ”erottajana” leikkauspinnolla. Sulatejuustosiivujen tarttumiseen vaikuttavat myös sen suhteellisen korkea vesipitoisuus ja rakenteessa olevan rasvan sitoutuminen. (5, s.140.) Sooli on nanopartikkeleiden muodostama kolloidinen liuos nesteessä. Sooli, joka on valmistettu nuoresta raaka-ainejuustosta, on suhteellisen vastustuskykyinen mekaanisille ja kemiallisille voimille sekä lämpöenergialle. Lisäksi se absorboi pienen määrän vettä hitaasti. Tämän takia soolin liuennut kaseiini ja sitoutumaton vesi aiheuttavat tahmeutta. (5, s.76.)

Siivujen toisiinsa tarttumista voidaan estää käyttämällä siivujen välissä välilehtiä, käsittelemällä leikkauspinta öljyllä tai nestemäisellä rasvalla, liuottamalla veteen erottajana toimivia ainesosia, nostamalla kuiva-ainepitoisuutta ja alentamalla sulatesuolan määrää, jotta hieman rasvaa erottuu leikkauspinnalle. Siivujen toisiinsa tarttumista voidaan vähentää myös käyttämällä sulatesuoloja, joilla on pienempi pilkkomiskyky, lyhentämällä keittoaikaa ja laskemalla keittolämpötilaa. (5, s.140)

4 Uutta sulatejuustojen valmistuksessa

Nykypäivänä kuluttajat vaativat yhä terveellisempiä tuotteita. Sekä kuluttajien vaatimusten että ravintosuositusten takia tuotteiden suolapitoisuutta, tyydyttyneitä rasvahappoja ja rasvapitoisuutta pyritään pienentämään. Teollisuudessa pyritään etsimään yhä kustannustehokkaampia tuotantomenetelmiä ja raaka-aineita. Perinteisesti sulatejuustossa on korkea rasvapitoisuus ja se sisältää paljon eläinperäisiä tyydyttyneitä rasvoja. Sulatesuolojen käytön takia sulatejuustot määritellään nykyänsäädännössä voimakassuolaisiksi.

4.1 Sulatesuolojen korvaaminen hydrokolloideilla

Perinteisissä sulatejuuston valmistusmenetelmissä sulatesuolat ovat tärkeitä homogeenisen rakenteen aikaan saamiseksi. Sulatesuolojen toiminta perustuu ioninvaih-

toon, jossa liukenemattoman kalsiumparakaseinaatin kalsiumkationit ja natriumionit muodostavat liukoisen natriumparakaseinaatin. Sulatesuolojen ansiosta proteiinit sitovat vettä ja turpoavat, massa emulgoituu ja rasva stabiloituu. Sulatesuolat sisältävät fosforia, joka on välttämätön ravintoaine. Suurina määrinä fosfori saattaa kuitenkin aiheuttaa osteoporoosia, etenkin jos kalsiumin saanti on vähäistä. Optimaalinen ravinnon molaarinen kalsiumin ja fosforin suhde on 1:1 tai korkeampi. Sulatejuuston korkea fosforipitoisuus laskee kalsiumin ja fosforin suhdetta. Perinteisen sulatejuuston natriumpitoisuus on myös korkea, mikä saattaa altistaa erilaisille sairauksille. Perinteiset sulatesuolat valmistetaan uusiutumattomista luonnon materiaaleista. (12, s.336)

Hydrokolloidien käyttöä perinteisten sitraatti-, fosfaatti- ja polyfosfaattipohjaisten sulatesuolojen korvaajana on tutkittu, mutta ainakaan vielä ei sulatesuoloja ole pystytty korvaamaan hydrokolloideilla tuotantomittakaavassa. Tällä hetkellä sulatejuuston valmistuksessa hydrokolloideja käytetään apuaineina. Apuaine on aine, jota ei kuluteta varsinaisena elintarvikkeena, mutta jota käytetään tiettyä teknologista tarkoitusta varten, esimerkiksi tuotteen rakenteen parantamiseksi. Hydrokolloidien käyttö perinteisten sulatesuolojen tilalla alentaisi sulatejuuston natrium- ja fosforipitoisuutta ja nostaisi kalsiumin ja fosforin suhdetta. Hydrokolloidien käyttö myös vähentäisi ympäristön fosforikuormitusta ja hyödyntäisi uusiutuvien luonnonvarojen käyttöä raaka-aineina. (12, s.337)

Hydrokolloideja käytetään geelien muodostukseen, vaahtojen stabiloimiseen, emulsioiden valmistamiseen ja dispergoitumiseen sekä vähentämään jää- ja sokerikristalleiden syntymistä. Niitä lisätään elintarvikkeisiin hyvin pieniä pitoisuuksia, yleensä alle 1 %. Yleisimpiä polysakkaridipohjaisia hydrokolloideja ovat luonnon ja modifioidut tärkkelykset, karrageeni, pektiini ja johanneksenleipäpuukumi. Yleisimpiä proteiinihydrokolloideja ovat kaseiini, kaseinaatit ja gelatiini. (12, s.337)

Tšekkiläisen Tomas Batan yliopiston elintarviketeknologian ja mikrobiologian osastolla on tutkittu perinteisten sulatesuolojen korvaamista kasviperäisillä hydrokolloideilla (12). Kokeiden perusteella johanneksenleipäpuukumi, modifioitu tärkkelys, pektiini tai pektiinin ja lektiinin yhdistelmä eivät sovi sulatesuolojen korvaajaksi, sillä keitetty sulatejuustomassa muodosti kokeissa erillisen nestemäisen ja kovan faasin. Tulosten perusteella karrageenia käyttämällä voidaan saavuttaa lähes yhtä hyvä homogeeninen sulatejuuston rakenne kuin perinteisillä sulatesuoloilla. Sopiva karrageenipitoisuus sulatejuuston kuiva-aineen ollessa 40 % ja kuiva-aineen rasvan ollessa 55 % on 1,0 %. Karrageenin

avulla valmistetun sulatejuuston rakenne on kuitenkin erittäin kova, eikä karrageenin avulla pysty valmistamaan levitettäviä sulatejuustoja. Ennen kuin kasviperäisiä kol-loideja voidaan harkita tuotantokäyttöön, tulee tutkia systeemin stabiilisuutta ja saada rakenteesta pehmeämpää ja levittyvää. (12, s.337–341)

4.2 Kasvisrasvan käyttö sulatejuuston valmistuksessa

Perinteinen sulatejuusto sisältää paljon eläinperäisiä tyydyttyneitä rasvahappoja ja valmistuksessa käytetään raaka-aineena voita. Voi vaikuttaa voimakkaasti sulatejuus-ton makuun, rakenteeseen ja ulkonäköön. Kasvisrasvojen käytöllä voitaisiin lisätä sula-tejuuston tyydyttämättömien rasvahappojen pitoisuutta. Kasvisrasvojen käyttö myös alentaisi tuotteen valmistuskustannuksia.

Juuston korvikkeet ovat juuston kaltaisia tuotteita, joissa maidon rasva ja proteiini on korvattu joko osittain tai kokonaan ei maidosta peräisin olevilla komponenteilla. Ne on valmistettu sekoittamalla ja lämmittämällä useita syötäviä rasvoja, öljyjä, proteiineja, muita komponentteja ja vettä sekä sulatesuoloja. (13, s. 723)

Brasilialaisessa Campinasin osavaltion yliopiston elintarviketeknologian osastolla on tutkittu 25 % ja 50 %:n maitorasvan osuuden korvaamista kasvirasvoilla sulatejuuston valmistuksessa (13). Tutkimuksessa verrattiin voilla ja hydrogeneroiduilla kasvisrasvoil-la valmistettujen sulatejuustojen rasvakoostumusta, kemiallista koostumusta, väriä ja rakennetta. Tutkimuksen perusteella sulatejuusto, jonka valmistukseen on käytetty kasvirasvaa, sisältää suuren määrän öljyhappoa sekä transrasvoja, joilla on osoitettu olevan samanlaisia vaikutuksia ihmiskehoon kuin tyydyttyneillä rasvahapoilla. Kasvi-rasvan käyttö sulatejuuston valmistuksessa ei alenna sulatejuustosta saatavan koleste-rolin määrää. Tutkimuksen tuloksien perusteella tavallisen sulatejuuston ja kasvisras-va sisältävän sulatejuuston kemiallisessa koostumuksessa ei ole merkittävää eroa. Elektromikroskooppitutkimusten perusteella kasvirasvan prosentuaalisen osuuden li-sääminen sulatejuustossa aiheuttaa rasvapallojen määrän pienenemisen ja kasvattaa niiden halkaisijaa. Rasvapallojen halkaisijan koon kasvamisesta voidaan päätellä, että emulsioprosessi on riittämätön rikkomaan ja dispergoimaan hydrogenoidun kasviras-van. Mitä suurempi on kasvirasvan pitoisuus, sitä elastisempi, tarttuvampi ja kovempi sulatejuusto on. Kasvirasvasulatejuusto on vähemmän elastinen, tarttuvampi ja ko-

vempi kuin tavallinen sulatejuusto. Rakenne-erot aiheutuvat kasvirasvasulatejuuston rasvapallojen suuremmasta koosta. (13, s. 723–727)

Vaikka kasvirasvan avulla ei voida saavuttaa samanlaista makua, väriä ja rakennetta kuin perinteisessä sulatejuustossa, tulevaisuudessa kasvirasvan käyttö voikin korvikeena sulatejuuston valmistuksessa on hyvin mahdollista, sillä tutkimuksen kuluttajatestissä kasvirasvasulatejuusto sai tavallista sulatejuustoa paremmat arvosanat ulkonäössä, maussa ja rakenteessa. (13, s. 728)

4.3 Vähärasvainen sulatejuusto

Vähärasvaisten juustojen rakenne, maku ja toiminnalliset ominaisuudet eroavat tavallisesta juustosta korkean kosteuspitoisuuden sekä alhaisen suolapitoisuuden takia. Vaikka vähärasvaisen sulatejuuston valmistus ei ole uusi idea, vähärasvaisen juuston kysyntä on kasvanut viime vuosina. Perinteisen sulatejuuston sisältämä maitorasva antaa tuotteelle ominaisen rakenteen ja maun. Rasvaprosentin alentaminen voidaan havaita sulatejuuston rakenteen kovenemisena, värin haalenemisena sekä miedompänä makuna. Vähärasvaisen sulatejuuston valmistamiseen on kehitetty erilaisia tuotantomenetelmiä sekä maitorasvan korvaavia aineita.

Tutkimuksissa on löydetty sulamattomia rasvan kaltaisia materiaaleja, joiden avulla voidaan jäljitellä normaalirasvaisen sulatejuuston rakennetta, ulkonäköä ja suutuntumaa. Materiaalien toiminta perustuu niiden veden sidontakykyyn. Vähärasvaisen sulatejuuston valmistuksessa käytettyjä materiaaleja ovat sakkaroosipolyesterit ja polyglyseroliesterit, jotka kulkeutuvat ruuansulatusjärjestelmän läpi imeytymättä. (14, s.1-2) Vähärasvaisen sulatejuuston rakenteen parantamiseen on tutkimuksissa käytetty myös mikrokideselluloosaa, joka on luonnollinen stabilisaattori. Egyptin kansallisen tutkimuskeskus Dokkin meijeriteknologiaosasto on tutkinut riisin korresta valmistetun mikrokideselluloosan käyttöä vähärasvaisen pehmeän juuston valmistamisessa (16). Kokeesta saatujen tulosten perusteella mikrokideselluloosaa sisältävä juusto sisälsi tavallista vähärasvaista juustoa enemmän tyrosiinia ja epävakaita rasvahappoja, mutta aistinvaraisissa testeissä koejuusto sai paremmat pisteet kuin verrokkinäyte. Vähärasvaisen juuston valmistuksessa 0,1 % mikrokideselluloosan pitoisuus nostaa vähärasvaisen juuston saantoprosenttia, antaa paremman rakenteen, ulkonäön ja maun. (16, s.623)

4.4 Heraproteiinikonsentraatin käyttö sulatejuuston valmistuksessa

Hera on kypsytetyn juuston valmistuksessa erottuva neste, josta valmistetaan suodattamalla heraproteiinikonsentraattia. Heraproteiinin ravintoarvo on hyvin korkea ja siksi sitä käytetään erilaisten elintarvikkeiden valmistuksessa.

Saksalainen Institut für Verfahrenstechnik der Bundesanstalt für Milchforschung on tutkinut sulatejuuston valmistuksessa heraproteiinin käytön vaikutusta sulatejuuston kiinteyteen ja sulamisominaisuuksiin (17). Tulosten perusteella sulatejuusto, jonka valmistuksessa on käytetty heraproteiinikonsentraattia, sitoo tavallista sulatejuustoa enemmän kosteutta ja rakenteen kiinteyden on hieman alhaisempi. Heraproteiinikonsentraattia sisältävän sulatejuuston rakenne on pehmeä, sillä heraproteiinimolekyylin rakenteen avautuminen lämpökäsittelyn aikana paljastaa hydrofobiset ryhmät, jotka voivat orientoitua veden ja öljyn rajapintaan parantaen emulsion stabiilisuutta. Juustossa tapahtuu lähes täydellinen emulgoituminen ja rasvamolekyylit ovat hyvin pieniä ja ovat lähes huomaamattomia vesifaasin proteiiniverkossa. Heraproteiinin lämpödenaturoituminen parantaa juustojen koostumusta. Tutkimuksen mukaan tuotteen 1 %:n lämpödenaturoituneella heraproteiinipitoisuudella on samanlaiset vaikutukset rakenteeseen kuin 1,2 %:n kaseiinipitoisuudella. Heraproteiinikonsentraatin käyttö paransi myös merkittävästi sulatejuuston virtaus- ja sulamisominaisuuksia. Heraproteiinia sisältävien sulatejuustojen uudelleensulatusominaisuudet ovat tavallista sulatejuustoa selvästi heikommat. (17, s.383–386)

4.5 Kauran käyttö sulatejuuston valmistuksessa

Kaura on funktionaalinen elintarvike, jolla on monia ravinnollisia ja teollisia hyötyjä. Kaura sisältää paljon fruktaaneja, liukenemattomia ja liukoisia kuituja, kuten beta-glukanaania, proteiineja sekä pentosaaneja. Kauran käytöllä on positiivisia vaikutuksia veren kolesteroliin. Kaura lisää muun muassa elintarvikkeen viskositeettia ja lisää tuotteen varastoinnin aikaista stabiilisuutta, sillä vehnän alkiot sisältävät paljon rasvoja ja hydrolyyttisiä entsyymejä. (18, s.631)

Egyptin kansallisen tutkimuskeskus Dokkin meijeriteknologiaosasto on tutkinut kauran käyttöä levitettävän sulatejuuston valmistuksessa (18). Tutkimuksen tulosten perusteella 5-10 %:n kauran lisääminen sulatejuustoon nostaa tuotteen kaliumpitoisuutta ja mo-

laarinen natriumin ja kaliumin suhde puolestaan pienenee verrattuna tavalliseen sulatejuustoon. Myös seleenin, sinkin ja raudan määrät laskevat. Kaurasulatejuustolla on hyvä vedensidontakyky, mikä johtuu kauran beta-glukaanista. Korkea vedensidonta kyky antaa sulatejuustolle pehmeän, hyvin levittyvän rakenteen, myös kiinteys paranee. Kauran käyttö parantaa myös tuotteen pinnan ulkonäköä ja levitysominaisuuksia. Kaurasulatejuuston sulamisominaisuudet ovat tavallista sulatejuustoa heikkommat. Tuotteen värissä voidaan havaita hieman eroavaisuuksia verrattuna tavalliseen sulatejuustoon, sillä kauran käyttö lisää tuotteen keltaisuutta ja vähentää valkoista väriä. Kaurasulatejuuston ja tavallisen sulatejuuston välillä ei ole havaittavaa eroa suutuntumassa tai maussa. Rasvan erottumista ei tapahdu tuoreessa tai varastoidussa kaurasulatejuustossa. (18, s.632–635)

5 Prosessin kuvaus

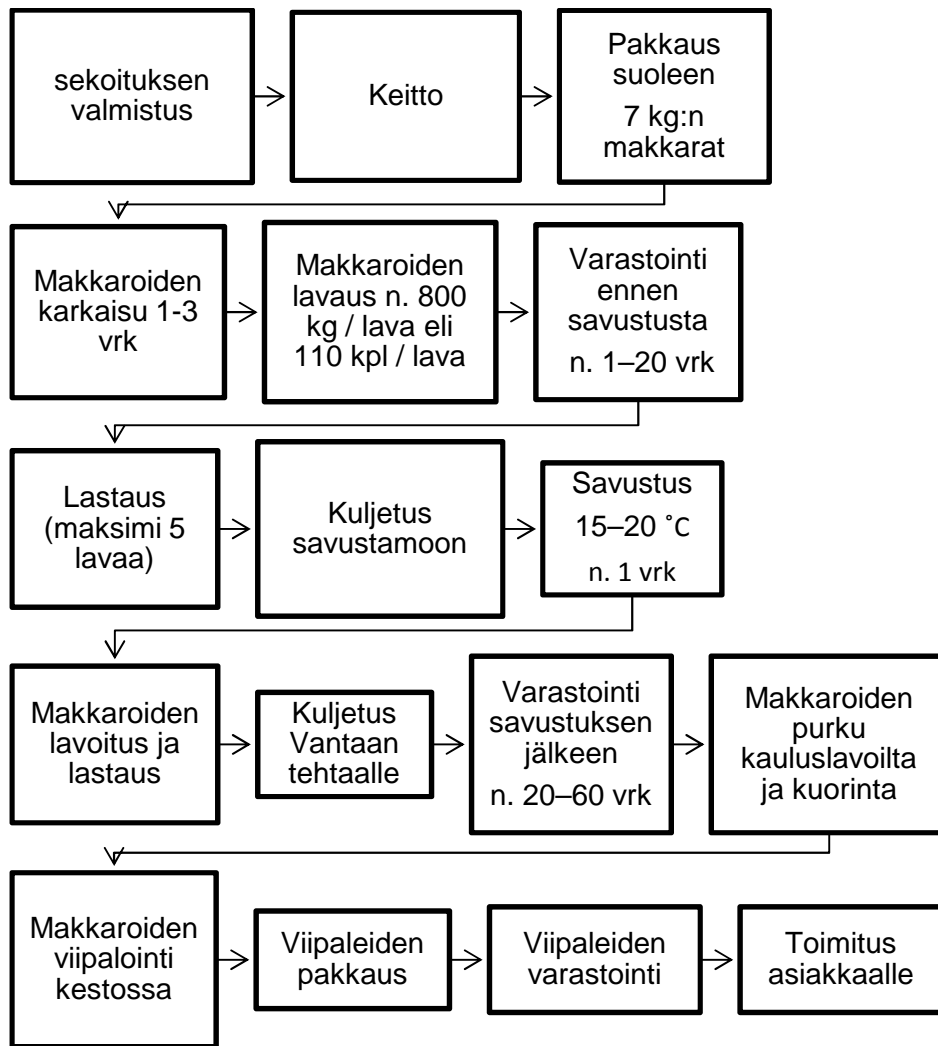
Sulatejuuston raaka-aineena käytetään eri-ikäisiä kypsytettyjä juustoja. Raaka-ainejuuston ikä ja laji vaikuttavat lopputuotteen rakenteeseen, sillä raaka-ainejuustojen kaseiiniproteiinin määrä vaihtelee. Nuori juusto sisältää paljon hajoamatonta kaseiinia, joka muodostaa hyvän verkkomaisen rakenteen. Leikattavaan sulatejuuston raaka-aineet jauhetaan ja seokseen lisätään oikean rakenteen muodostamiseksi sulatesuolat sekä rasvaa ja vettä, joiden avulla sulatejuuston kuiva-aine ja rasvapitoisuus saadaan säädettyä halutulle tasolle. Massa sulatetaan eräpanoksina keittämällä, sekoittamalla ja emulgoimalla juusto lämpökäsittelyn ja emulgaattorien avulla. Kuuma juustomassa pakataan pakkaus koneella noin seitsemän kilon painoisiksi juustomakkaroiksi ja siirretään jäähdytys huoneeseen ja edelleen varastointiin. Valmistuksen aikana sulatejuustoon kohdistuu mekaanista, kemiallista sekä lämpöenergiaa, mitkä vaikuttavat lopputuotteen rakenteeseen. Varastosta juustomakkarat toimitetaan talon ulkopuoliseen savustamoon, jossa tuote on vuorokauden kestävissä kylmäsavustuksessa. Savustamon jälkeen tuote siirretään takaisin tehtaan varastoon odottamaan viipalointia. Savustetut makkarat viipaloidaan ja pakataan tehtaalla 150–300 g:n tasapainopakkauksiin. Lepo-aika ennen savustusta on satunnaisesti 1–20 vuorokautta. Valmistuksen ja viipaloinnin välinen seisona-aika vaihtelee satunnaisesti 14–90 vuorokauden välillä.

Seurannassa yksi sulatejuustoerä muodostuu vuorokauden valmistuksesta (eli kaikki päivän sulatekeitot) ja valmistettua sulatejuustoa kutsutaan puolivalmisteeiksi siihen asti, kunnes se on viipaloitu. Keittoerästä analysoidaan kuiva-ainepitoisuus, pH sekä

kuiva-aineen rasvapitoisuus. Lisäksi mitataan keiton lämpötila ja suoritetaan aistinvarainen arvostelu tuotteen rakenteesta, hajusta ja mausta. Ennen savustukseen lähettämistä puolivalmisteesta tehdään valmistusta seuraavana päivänä myyntiinhyväksyntä, jossa arvioidaan tuotteen rakenne ja maku. Savustuksen jälkeen sulatejuuston viipaloinnissa tehdään puolivalmisteen aistinvarainen arviointi ja valmiista viipaloitusta tuotteesta tehdään viipaloinnin jälkeisenä päivänä myyntiinhyväksyntä viipaleiden rakenteesta ja mausta. Kaikki raaka-aineisiin ja valmistusprosessiin liittyvät tiedot tallennetaan erän tarkkuudella tehtaan SAP (Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung Aktiengesellschaft) -toiminnanohjausjärjestelmään. Laitteistoihin liittyvät häiriöt tallennetaan Microsoft Access -tietokantaohjelmistoon. Valmistusprosessin osatekijöitä tutkittaessa työn aineistona käytetään edellä mainittujen järjestelmien tietoja. SAP-järjestelmän tietojen avulla pystytään myös laskemaan erien lepoajat valmistuksen, savustuksen ja viipaloinnin välillä.

Puolivalmiste vaatii keiton jälkeen vähintään vuorokauden jäädytyksen, joten se pystytään lähettämään savustukseen aikaisintaan seuraavana päivänä. Savustukseen kuljetuksineen menee kaksi vuorokautta, minkä jälkeen puolivalmiste on periaatteessa mahdollista viipaloida. Puolivalmisteen spesifikaatioiden mukaan se on viipaloitava viimeistään 90 vuorokauden kuluessa valmistuspäivästä. Tehtaalla viipaloitavien puolivalmisteiden käyttöikä on vaihdellut suuresti 40–90 vuorokauden välillä. Rakennemuutokset johtuvat muun muassa puolivalmisteen kermoittumisen jatkumisesta, jota ei pystytä täysin pysäyttämään valmistuksen jälkeen sekä juustomakkaran selluloosakalvon läpäisevyydestä, jolloin puolivalmisteesta pääsee haihtumaan pieniä määriä kosteutta varastoinnin aikana.

Savustuserä sisältää useamman keittoerän. Jokaisesta keitosta tehdään aistinvarainen arviointi ja otetaan normaalit laboratorioanalyysit sekä kirjataan ylös vesimäärä, keiton läpimenoaika, käytetyt raaka-aineet sekä mahdolliset prosessin aikaiset poikkeamat. Puolivalmisteen myyntiinhyväksyntä toteutetaan normaalin käytännön mukaisesti. Jos viipalointikokeessa havaitaan puolivalmisteesta viipalointierän sisäistä laatuvariaatiota, pystytään vaihtelun aiheuttaja jäljittämään keiton tarkkuudella. Keiton ja savustuksen välisen lepoajan vaikutusta tuotteen rakenteeseen ei ryhdytty selvittämään kokeellisesti, sillä SAP:sta kerätyn materiaalin perusteella lepoajan pituudella ei ole vaikutusta puolivalmisteen laatuun. Koeraaka-ainetta viipaloidaan ainoastaan kotimaan tuotteeseen, jolloin saadaan myös savustuserän mahdolliset asiakaspalautteet käyttöön.



Kuva 3. Leikattavan sulatejuuston valmistusprosessin vuokaavio.

Yllä olevassa leikattavan sulatejuuston valmistusprosessin vuokaaviossa (kuva 3.) on esitetty valmistusprosessin eri vaiheet. Leikattavan sulatejuuston raaka-aineena käytetään kypsytettyjä nuorehkoja juustoja (lähinnä 5-6 viikkoa vanhaa emmentalia) ja maun antajana pientä määrää kypsää juustoa. Raaka-aineena käytettävien juustojen laatu ja ominaisuudet vaihtelevat, sillä suurin osa niistä on ns. "kakkoslaatua", kuten leikkukanttia. Sekoitukseen voidaan lisätä myös esisulatetta ja muita käytettäviä ainesosia ovat voi, sulatesuolat, ruokasuola, sorbiinihappo ja vesi, joka lisätään keiton alussa. Raaka-aineet punnitaan, jauhetaan ja lisätään voi ja suolat. Keitto tapahtuu 400 kg:n panoksina perinteisellä kierresekoitinkeittimellä.

Keittimeltä kuuma sulatejuustomassa pumpataan putkistoa pitkin pakkauskoneelle, jossa se pakataan juoksevana manuaalisesti noin seitsemän kilon makkaroihin. Makka-

roita jäähdytetään karkaisuhuoneessa yhdestä kolmeen vuorokautta, minkä jälkeen makkarat pakataan kauluslavoihin ja toimitetaan tehtaan ulkopuoliseen savustamoon, jossa makkarat ovat kylmäsavustuksessa vuorokauden. Savustuksen jälkeen makkarat toimitetaan takaisin tehtaan varastoon, jossa ne odottavat viipalointia 20–60 vuorokauden ajan. Varastoinnista makkarat toimitetaan viipalointiin, jossa makkarat kuoritaan käsin ja viipaloidaan automaattisella viipalointikoneella 150–300 g:n tasapainopakkauksiin.

6 Työn toteutus

6.1 Leikattavan sulatejuuston valmistusprosessin optimoinnin toteutus

Rakenneongelmien aiheuttajien määrittämisessä kerätään leikattavan sulatejuuston SAP- ja Access-kirjauksista kuuden kuukauden seuranta-aineisto 1.6.–31.12.2013 väliseltä ajalta. Kaikista kyseisellä aikavälillä tehdyistä valmistuseristä selvitetään seuraavat tiedot:

- käytetty juustoraaka-aine ja ikä (vain eristä, joista löytyy poikkeama myyntiinhyväksynnässä)
- keittojen aistinvaraisten arviontien tulokset
- keittojen lämpötilat (vain eristä, joista löytyy poikkeama myyntiinhyväksynnässä)
- laboratorioanalyysien tulokset kuiva-ainepitoisuudesta, pH:sta ja kuiva-aineen rasvapitoisuudesta (vain eristä, joista löytyy poikkeama myyntiinhyväksynnässä)
- jäähdytysaika tuotteen valmistuksen ja lavaamisen välillä
- lepoaika ennen savustusta
- lepoaika valmistuksen ja viipaloinnin välillä
- lepoaika savustuksen ja viipaloinnin välillä
- pakkauskoneella tehdyt tarkastukset

- puolivalmisteen myyntiinhyväksynnän tulokset
- valmiin tuotteen myyntiinhyväksynnän tulokset
- valmiin tuotteen laboratorioanalyysit (vain eristä, joista löytyy poikkeama myyntiinhyväksynnässä)
- linjan toimintahäiriöt ja niistä mahdollisesti aiheutuvat sulatemassan seisomiset.

Jos puolivalmisteen tai valmiin tuotteen myyntiinhyväksynnässä tuote on saanut huomion arvosanan kuin viisi (ei poikkeavaa), selvitetään erän tarkemmat analyysitulokset ja kaikkia poikkeamaeriä verrataan keskenään. Vertailun avulla pystytään selvittämään, onko prosessissa jokin yksittäinen tekijä, joka aiheuttaa tuotteessa esiintyvät laatuongelmat. Valmistusprosessista kerätyt tulokset on koottu liitteeseen 1. ja käsitellään tarkemmin kohdassa 6 tulokset.

6.2 Optimaalisen lepoajan määrittämisen toteutus

Leikattavan sulatejuuston lepoaikakokeen tavoitteena on määrittää puolivalmisteen optimaaliset seisonta-ajat tuotteen valmistuksen, savustuksen sekä viipaloinnin välillä siten, että tuotteen viipalointiominaisuudet pysyvät vaatimuksien mukaisina. Tuotannosta kerättyjen kokemusten mukaan ennen viipalointia liian vähän aikaa seisonut puolivalmiste on rakenteeltaan liian pehmeää ja tahmeaa. Puolivalmisteen viipalointi linjalla on vaikeaa ja valmiin tuotteen siivut ovat pehmeitä, eivätkä irtoa toisistaan vaan repeilevät. Liian pitkään seisonen puolivalmisteen rakenne puolestaan on haurasta ja murenevaa. Tällöin valmiin tuotteen siivut ovat hauraita ja repeileviä. Ja sulatejuusto-siivujen suutuntuma on kova ja kuivunut.

Jotta kokeessa saadaan esille lepoajan vaikutus leikattavan sulatejuuston rakenteeseen, pitää kokeessa pyrkiä vakioimaan kaikki muut rakenteeseen vaikuttavat tekijät. Tämän takia puolivalmistetta tehdään kerralla yksi täysi 4500 kg:n savustuserä, joka savustetaan yhdellä kertaa ja viipaloidaan 400 kg:n tasaerissä kerran viikossa koko puolivalmisteen spesifikaation salliman 90 vuorokauden käyttöajan rajoissa. Täysi savustuserä puolivalmistetta sisältää noin 13 keittoa sulatteella. Jotta keittojen väliset vaihtelut saadaan minimoitua ja erotettua lepoajan vaikutuksista, tulee puolivalmisteen valmistuksessa huomioida seuraavat asiat:

- jokaisessa keitossa käytetään saman erän raaka-aineita
- jokaisen keiton valmistuksesta vastaavat samat operaattorit (massan valmistus, keitto, pakkaus sekä analyysien ja arviointien teko)
- kaikki poikkeamat prosessissa kirjataan ylös, jotta niiden mahdollinen vaikutus rakenteeseen voidaan myöhemmin jäljittää
- jokaisesta keitosta määritetään pH, kuiva-aineen rasva, kuiva-aine, lämpötila ja läpimenoaika
- kaikki prosessissa tehtävät muutokset kirjataan ylös (mm. vesilisäykset)
- puolivalmisteen myyntiinhyväksynnän suorittavat samat henkilöt, jotka tekevät sen normaalisti.

Savustusprosessiin ja sen aikaisiin muutoksiin ei työssä keskitytä, sillä savustus tapahtuu ulkopuolisessa savustamossa. Savustusprosessin vaikutus kokeeseen minimoidaan siten, että koko koe-erä savustetaan kerralla. Viipalointiprosessin aiheuttamien rakennemuutosten minimointiin pyritään seuraavin keinoin:

- viipalointi tehdään aina samalla linjalla ja samoilla koneen asetuksilla
- koemateriaali viipaloidaan aina päivän ensimmäisenä tuotteena
- viipalointikertojen väli aina seitsemän päivää (viipalointipäivä tiistai)
- kaikki poikkeamat prosessissa kirjataan ylös, jotta niiden mahdollinen vaikutus rakenteeseen voidaan myöhemmin jäljittää
- pakkauskoko aina 150 g ja kotimaan tuote
- valmiin tuotteen myyntiinhyväksynnän suorittavat samat henkilöt, jotka tekevät sen normaalisti.

Leikattavan sulatejuuston spesifikaation mukaan puolivalmiste tulee viipaloida 90 vuorokauden kuluessa valmistuspäivästä. Alla olevassa taulukossa on esitetty viipalointien ajankohdat ja puolivalmisteen ikä vuorokausina. Jokaisesta viipalointierästä suoritetaan myyntiinhyväksyntä viipalointia seuraavana päivänä. Myyntiinhyväksynnässä arvioidaan lepoajan vaikutus tuotteen rakenteeseen.

Taulukko 3. Optimaalisen lepoaikakokeen etenemisjärjestys ja puolivalmisteen ikä vuorokausina kokeen eri työvaiheissa

Viikko	Työvaihe	Puolivalmisteen ikä (vrk)
0	Valmistus sulatteella (ti), lavaus seuraava pv (ke) (jäähdytysaika 1 vrk)	0
1	Lähetys savustukseen (ma) ja paluu tehtaalle (ti)	7
2	1. viipalointi	14
3	2. viipalointi	21
4	3. viipalointi	28
5	4. viipalointi	35
6	5. viipalointi	42
7	6. viipalointi	49
8	7. viipalointi	56
9	8. viipalointi	63
10	9. viipalointi	70
11	10. viipalointi	77
12	11. viipalointi	84

Myyntiinhyväksynnässä arvostellaan valmistusta seuraavana päivänä tuotteen ulkonäkö, rakenne, maku ja haju, joita verrataan leikattavan sulatejuuston valmistusesifikointiin. Leikattavan sulatejuuston vaadittavat ominaisuudet on esitetty työn kappaleessa 2.1 sulatejuuston määritelmä. Spesifikaation mukaiselle tuotteelle annetaan 5 pistettä. Lievän virheen sisältävälle tuotteelle (esim. hauras rakenne) annetaan 3 pistettä ja hylätylle tuotteelle 1 piste. Lepoaikakokeessa kiinnitetään huomiota erityisesti tuotteen viipaloituvuuteen, siivujen irtoamiseen (tahmeus) ja rakenteen elastisuuteen. Puolivalmistesta otetaan näyte tunnin välein ja jokaisesta viipalointierästä otetaan neljä näyttettä.

7 Tulokset

7.1 Leikattavan sulatejuuston valmistusprosessin optimointi

Seurantajakson 1.6.–31.12.2013 välisenä aikana oli leikattavaa sulatejuustoa viipaloitu yhteensä 31 erää, joista 18 erälle oli annettu valmiin tuotteen myyntiinhyväksynnässä rakenteelle 5 pistettä, 10 erälle oli annettu 3 pistettä ja 3 erälle 1 piste. Kaikkien erien tulokset on koottu liitteeseen 1. Alla olevassa taulukossa on koottuna poikkeavien erien myyntiinhyväksynnän virheet.

Taulukko 4. 1.6.–31.12.2013 välisenä aikana viipaloitujen poikkeavien erien myyntiinhyväksyntien virheet ulkonäössä ja rakenteessa puolivalmisteessa sekä viipaloitussa tuotteessa. Kellonajat ovat puolivalmisteen keittoaika ja valmiin tuotteen viipaloitusaika.

Eränumero	Puoli-valmis-teen arvosana	Puolivalmisteen virhe	Valmiin tuotteen arvosana	Valmiin tuotteen virhe
3136560908	3/3	klo 7:55 ulkonäkö ilmakuplia klo 11:15–17:30 rakenne lohkeava, hauras	3/5	klo 13:07 siivut repeilevät
3136560916	3/3	klo 7:55 ulkonäkö ilmakuplia klo 11:15–17:30 rakenne lohkeava, hauras	3/5	klo 10:15 rakenne hauras
3165560901 ja – 15	5/3(1)	klo 17:40 rakenne pehmeää (poistettu) klo 8:20–15:50 rakenne lohkeileva	3/5	klo 14:05 ja 15:15 rakenne pehmeää, siivut eivät irtoa
3176560907	5/5	-	3/1	tahmeaa rakenne 3 klo 18:35–20:22 ja rakenne 1 klo 12:15–15:01 (poistettu)
3191560907	5/5	-	3/5	klo 8:14, 14:21 ja 14:55 rakenne tahmeaa, siivut eivät irtoa kunnolla
3197560901	5/3	klo 19:05 ja 20:00 rakenne lohkeileva ja hauras	3/5	klo 7:02 siivut repeilevät

3204560901	5/5	-	1/5	klo 7:14 siivut eivät irtoa (poistettu)
3169560922	5/3	klo 7:20 ja 11:55–14:23 rakenne hauras, lohkeileva	3/5	klo 12:12 rakenne tahmea
3218560908	5/3	klo 18:15 ja 19:15 rakenne pehmeä	3/5	klo 13:13 rakenne tahmea
3225560916	3/3	rakenne tahmea klo 10:40 ja 13:00 ja rakenne lohkeava klo 8:45 ja 12:10	3/5	klo 10:15 rakenne lohkeava
3246560904	5/3	klo 19:30 rakenne lohkeava	1/5	klo 7:07 ja 11:40 rakenne tahmea
3259560908	5/5	-	3/5	klo 7:08 rakenne tahmea

Jokaisesta poikkeavasta erästä selvitettiin yllä olevien tulosten lisäksi käytetyt raaka-aineet, valmistuspäivän laboratoriotulokset (kuiva-aine, kuiva-aineen rasva ja pH), keittolämpötilat, linjojen häiriökirjaukset, karkaisuajat, lepoajat keiton, savustuksen ja viipaloinnin välillä sekä viipaloitun tuotteen laboratoriotulokset. Liitteessä 2 on esitetty esimerkkinä erän 3136560908:n tulokset. Tuotteessa esiintyvien rakennevirheiden aiheuttajien selvittämiseksi kaikkien poikkeavien erien tuloksia verrattiin keskenään ja poikkeamakellonaikojen tulokset käytiin läpi. Tämän lisäksi 5 pisteen eristä poimittiin satumanvaraisesti neljä erää, joista selvitettiin samat tulokset kuin poikkeamaeristä. 5 pisteen erien tuloksia verrattiin poikkeamaerien tuloksiin.

Käytettyjä raaka-aineita ja reseptejä verratessa, kaikkien poikkeavien erien valmistukseen oli käytetty normaalia perusreseptiä ja raaka-aineita. Raaka-aineista ei ollut kirjattu yhtään poikkeamia spesifikaatiosta (esim. koejuusto, suolaton juusto) eikä reseptiin ollut jouduttu tekemään valmistuspäivän aikana muutoksia normaaleja vesilisäyksiä lukuun ottamatta. Myöskään raaka-aine-eriä ei ollut jouduttu vaihtamaan kesken tuotannon. Raaka-aineiden käyttöiässä (vanha/nuori) tai käyttösuhteissa (ikä ja eri juustotyytit) ei ollut merkittäviä eroavaisuuksia. Normaaleihin valmistuseriin verrattaessa ei myöskään ollut havaittavia eroja.

Keittolämpötiloja verratessa, ei yhdestäkään erästä löytynyt poikkeavan alhaista tai korkeaa lämpötilaa, vaan kaikkien erien keittolämpötilat ovat olleet keskimäärin 92 °C astetta. Valmistuspäivän ja valmiin tuotteen laboratoriotuloksia verratessa kaikki pH:n,

kuiva-aineen, kuiva-aineen rasva %:n ja rasva %:n määritystulokset ovat olleet lineaarisesti ohjausrajojen sisässä, lähellä tavoitearvoja. Yhdessäkään erässä ei esiinny tuloksia, jotka olisivat lähellä ohjausrajojen ylä- tai alarajaa. Linjojen toiminnassa ei ole ollut häiriöitä, jotka olisivat aiheuttaneet massan seisomista ja paksuuntumista. Jokaisessa keitossa on ollut käytössä samat vakioparametrit keittoajassa ja sekoituksessa.

Taulukossa 4 esitettyjen puolivalmisteen myyntiinhyväksynnän tulosten perusteella ei voida suoraan ennustaa puolivalmisteen viipalointiominaisuuksia. Vaikka puolivalmiste oli saanut myyntiinhyväksynnässä arvosanaksi 5, oli viipaloidun tuotteen arvosana voinut olla 3 tai 1, siivut eivät irtoa ja rakenne tahmeaa. Useissa valmistuserissä vaikka puolivalmiste puolestaan oli saanut arvosanan 3 (rakenne pehmeää) lopputuote oli kuitenkin ollut rakenteeltaan spesifikaatioiden mukaista ja saanut arvosanan 5.

Leikattavan sulatejuuston lepoajoissa esiintyi suurta vaihtelua. Poikkeamaerien keiton ja savustuksen väliset lepoajat vaihtelivat 3–20 päivän välillä ja savustuksen ja viipaloinnin välillä 20–39 päivän välillä. Kokonaislepoaika vaihteli 37–58 vuorokauden välillä. Samanlaista vaihtelua esiintyi myös 5 pisteen erien välillä (liite 1.).

Tuloksia verratessa ei pystytty osoittamaan yksittäisiä selkeitä rakennevirheiden aiheuttajia. Tulosten perusteella rakennevirheet, kuten tahmeus ja siivujen irtoamattomuus näyttävät aiheutuvan satunnaisesti monen tekijän summana.

7.2 Optimaalisen lepoajan määrittäminen

Koetta varten valmistettiin yksi 4500 kg:n erä puolivalmistetta, joka savustettiin kerralla. Valmistuserä sisälsi yhteensä 13 sulatekeittoa. Jokaisesta keitosta määritettiin pH, kuiva-aine %, kuiva-aineen rasva % ja rasva %. Lisäksi kirjattiin ylös mahdolliset tuotannon aikaiset muutokset reseptissä, linjan häiriöt ja keittojen aloitusajat. Tämän lisäksi puolivalmisteista suoritettiin valmistuksen jälkeisenä päivänä myyntiinhyväksyntä, jossa arvioitiin puolivalmisteen ulkonäkö, rakenne, haju ja maku. Tulokset on koottu liitteeseen 3. Tulosten avulla voidaan sulkea pois muut kuin lepoajan vaikutukset valmiin tuotteen rakenteeseen ja näin saada määritettyä tuotteelle optimaaliset lepoajat. Valmistuserä jaettiin yhteentoista yhtä suureen viipalointierään, jotka viipaloitiin valmistusta seuraavina 90 vuorokautena kerran viikossa. Kokeen työvaiheet on esitetty tarkemmin taulukossa 3. (s. 23). Koemateriaalin myyntiinhyväksyntien arvioinnit suorittivat

samat henkilöt, jotka vastaavat tuotteen päivittäisestä myyntiin hyväksynnästä tehtaalla. Näin voitiin varmistaa, että tulokset vastasivat tuotteelle asetettuja vaatimuksia.

Taulukko 5. Viipaloituille tuotteille suoritettujen myyntiin hyväksyntä arvioiden tulokset 5 = ei poikkeamaa, 3 = lievä virhe, 1 = hylätty

Viikko	Työvaihe	Puolivalmisteen ikä (vrk)	Ulkonäkö	Rakenne	Virheen kuvaus
2	1. viipalointi	14	3	3	rakenne pehmeää ja tahmeaa, siivut irtoavat huonosti toisistaan, sulamattomia juustopartikkeleita
3	2. viipalointi	21	5	3	rakenne pehmeää ja tahmeahkoa, siivut irtoavat kohtalaisesti
4	3. viipalointi	28	5	5	-
5	4. viipalointi	35	5	5	-
6	5. viipalointi	42	5	5	-
7	6. viipalointi	49	5	5	-
8	7. viipalointi	56	5	5	-
9	8. viipalointi	63	5	5	-
10	9. viipalointi	70	5	5	-
11	10. viipalointi	77	5	5	-
12	11. viipalointi	84	5	5	-

Lepoaikakokeen tulosten perusteella pystyttiin vahvistamaan oletus, jonka mukaan tuotteen pitää levätä savustuksen jälkeen muutama viikko ennen viipalointia. Jos puolivalmisteen viipaloi liian nopeasti valmistuksen ja savustamisen jälkeen, on tuotteen rakenne liian pehmeää ja tahmeaa, eivätkä siivut irtoa toisistaan kunnolla. Myyntiin hyväksynnässä arvioitiin samalla myös muuten päivän tuotannossa viipaloituneet leikattavat sulatejuustot, jotka olivat eri puolivalmisteerää kuin kokeeseen käytetyt. Myös tavalliset

ten tuotantoerien myyntiinhyväksyntien tulokset tukivat kokeen tuloksia, sillä mitä kauemmin puolivalmiste oli ehtinyt levätä, sitä kiinteämpää ja elastisempää se oli rakenteeltaan ja viipaleet irtosivat toisistaan paremmin. Kokeen tulosten perusteella leikattavan sulatejuuston tulisi levätä 30 vuorokautta ennen viipalointia, jotta valmiin tuotteen rakenne vastaa spesifikaatiota ja siivut irtoavat kunnolla toisistaan. 30 vuorokauden jälkeen tuotteen rakenneominaisuudet eivät muuttuneet havaittavasti, eikä voitu osoittaa rakenteen haurastumista tai kuivumista 90 vuorokauden aikana. Kokeen tulosten perusteella leikattavan sulatejuuston optimaalinen lepoaika ennen viipalointia on 30 vuorokautta ja puolivalmistetta voidaan viipaloida 30–90 vuorokauden ikäisenä ilman, että tuotteen rakenne kärsii.

Ensimmäisen viipaloinnin näytteessä havaittiin sulamattomia juustopartikkeleita. Kun näytteen puolivalmisteen valmistuskellonaikaa verrattiin keittojen valmistusseurantaan (liite 3.) havaittiin, että sulamattomat juustopartikkelit johtuivat prosessissa tapahtuneesta valmistusvirheestä, jossa valmiin kuumennetun keiton sekaan oli päässyt vahingossa kuumentamaton erä. Vaikka keitin tyhjennettiin ennen uuden keiton valmistamista, oli osa sulamattomasta juustosta jäänyt keittimeen ja päässyt edelleen pakkauskoneelle.

8 Pohdintaa

Leikattavan sulatejuuston valmistusprosessissa ei voitu osoittaa yksittäisiä muuttujia, jotka aiheuttavat tuotteen rakennevaihtelut. Valmistusprosessia seurattaessa havaittiin kuitenkin asioita, jotka vaikuttavat valmiin tuotteen laatuun ja joihin tulee kiinnittää huomiota. Raaka-ainesekoitusta tehdessä on hyvin tärkeää, että raaka-aine punnitaan tarkasti reseptin mukaisesti ja lisätään oikeat sulatesuolat. Jos sekoitus on tehty huolimattomasti ja raaka-aineiden suhteet ovat väärät, esimerkiksi esisulatetta on liikaa, se vaikuttaa lopputuotteen rakenteeseen. Jokaiselle sulatejuustotyypille on käytössä omat sulatesuolat. Jos leikattavan sulatejuuston massaan laitetaan vahingossa esimerkiksi viipaleeseen tarkoitetut sulatesuolat, tulee rakenteesta tahmea. Juustoraaka-aineesta täytyy muistaa myös se, että raaka-aineena käytetään paljon muista juustoloista tulleita juustoja, joiden valmistuksessa on tapahtunut jokin poikkeama ja juuston ominaisuudet poikkeavat normaalista. Tällaisten juustojen käyttäytymistä sulatusprosessissa sekä vaikutusta valmiiseen tuotteeseen ei voida täysin ennakoida, mikä saattaa näkyä lopputuotteen rakennevirheinä. Puolivalmisteen keittäminen tapahtuu panoksina. Edelli-

sen keittopanoksen tulee olla laskettuna keittimen säiliöstä kokonaan pakkauskoneelle ennen uuden keiton säiliöön laskua. Jos säiliöön jää vanhaa keittoa, se toimii ”siemenenä” uuden keiton seassa ja aiheuttaa ei-toivottuja rakennemuutoksia. Operaattorin toiminta pakkauskoneella vaikuttaa huomattavasti juustomakkaran ominaisuuksiin. Makkaran täyttöön tulee kiinnittää huomiota ja valmiin makkaran ympärysmittaan tulee täyttää sille asetettu minimimitta. Jos makkaraa ei ole täytetty tarpeeksi tiiviisti, tulee rakenteesta huokoinen ja pehmeä ja sen viipalointiominaisuudet kärsivät huomattavasti. Pakkauskoneen operaattoreilla on toisistaan poikkeavia toimintamalleja makkaran täytössä ja niinpä tulee selvittää paras toimintatapa ja kouluttaa operaattorit toimimaan sen mukaan, jotta laatuvaihtelulta vältyttäisiin jatkossa.

Viipalointiprosessia seurattaessa havaittiin puolivalmisteen käsittelyssä virheellisiä menettelytapoja, jotka vaikuttivat viipaleiden irtoamiseen. Operaattorin kuoriessa juustomakkaraa puukolla, tuli joidenkin makkaroiden pintaan syvä viilto. Kun viipaleita yritettiin irrottaa viipaleviuhkasta, ne repesivät viillon kohdalta. Osa tällaisista viillon aiheuttamista repeämistä on saatettu merkitä järjestelmiin virheellisesti hauraana ja repeävänä rakenteena. Jos puolivalmiste tai viipaleet jätettiin huoneenlämpöön pitemmäksi aikaa, rakenne pehmeni ja muuttui tahmeaksi. Vaikka tuote jäähdytettiin uudelleen, rakenne pysyi pehmeänä ja tahmeana, eikä siivuja saatu enää irti toisistaan. Tämän takia on äärimmäisen tärkeää, että puolivalmistetta otetaan odottamaan viipalointia vain ohjeistuksen mukainen määrä ja pitkien tuotantoseisokkien sattuessa puolivalmiste viedään välittömästi takaisin kylmävarastoon odottamaan tuotannon käynnistystä, sillä tuotantotiloissa on normaali huoneenlämpötila. Valmiit viipaleet tulee viedä heti lavan valmistuttua kylmävarastoon. Havaintojen perusteella kyseinen toimintamalli ei käytännössä kuitenkaan aina toteudu, vaan käytettävä puolivalmiste ehtii välillä pehmetä ennen viipalointia.

Lepoaikakokeessa pystyttiin vahvistamaan oletukset, joiden mukaan tuote tarvitsee muutaman viikon levon savustuksen ja viipaloinnin välillä. Puolivalmisteen tulee olla vähintään 30 vuorokautta vanhaa optimaalisten lopputuotteen rakenteen saavuttamiseksi. Kokeen perusteella puolivalmisteen ja savustuksen välisellä lepoajalla ei näyttäisi olevan vaikutusta valmiin tuotteen laatuun, vaan juustomakkarat voidaan lähettää savustukseen heti niiden jäähtymisen jälkeen tuotantoa seuraavana päivänä. Tuotteen rakenne pysyi kuitenkin samana viipalointikokeen loppuun asti, eikä 90 vuorokauden ikäisessä puolivalmisteessa voitu vielä havaita rakenteen haurastumista tai muita rakennevirheitä. Tämän hetkisen spesifikaation mukaan viipaloitava puolivalmiste saa

olla enintään 90 vuorokautta vanhaa, mutta työn tuloksien perusteella voitaisiin selvittää, voiko puolivalmisteen käyttöikää pidentää ja milloin rakennemuutokset alkavat.

Lähteet

- 1 Aarikka, V., Hautaniemi, M., Merjovirta, A. 2011. Kipparin valmistusprosessin hallinta. Green Belt Projekti Loppuraportti. Quality Knowhow Karjalainen Oy.
- 2 Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus juustosta. 2007.856/19.9.2007
- 3 Merjovirta, A. (laatija). 2013. Valmistespesifikaatio Kippari TEA_TNTO_81_8, versio 7. Valio Oy Vantaan tehdas
- 4 Ollikainen, P. 1998. Sulatejuustokurssi 1.-4. Jakso. Luentomoniste. Valio Oy Vantaan tehdas
- 5 Berger W., Klostermeyer, H. ja Hargreaves G. 1998. Processed Cheese Manufacture: A JOHA Guide. Ladenburg: BK Giulini Chemie GmbH.
- 6 Evira. 2014. Lisäaineryhmät (WWW-dokumentti)
<<http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa+elintarvikkeista/koostumus/elintarvikeparanteet/lisaaineet/lisaaineryhmat>> Luettu 15.7.2014
- 7 Nurmi N. 2012. Klostridi-itiöiden aiheuttaman voi happokäymisen estäminen sulatejuustossa. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 8 Hautaniemi M. 2009. Sulatejuuston sivutuotteiden jalostus. Opinnäytetyö. Laurea-ammattikorkeakoulu.
- 9 Linjakumpu A. (laatija). 2013. Laatusuunnitelma Keittosali Kippari ja Teollisuustuotteet TEA VAN LS 81.7 versio 20. Valio Oy Vantaan tehdas
- 10 Karttunen K. 2014. Tuotannonsuunnittelija, Valio Oy Vantaan tehdas. SAP-ohjelmiston käyttökoulutus 31.3.2014.
- 11 Meyer A. 1973. Processed cheese manufacture. London: Food Trade Press.
- 12 Černíková M., Buňka F., pospiech M., Tremlová B., Hladká K., Pavlínek V., Březina P. 2009. Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production. International Dairy Journal 20 (2010). Elsevier Ltd.
- 13 Cunha C., Dias A., Viotto W. 2009. Microstructure, texture, colour and sensory evaluation of spreadable processed cheese analogue made with vegetable fat. Food Research International 43 (2010). Elsevier Ltd.

- 14 Davidson et al. 1993. Low fat processed cheese product having fat-mimetic properties and method of making same. Patent number 5,215,778. United States Patent.
- 15 Minstry V. 2001. Lowfat cheese technology. International Dairy Journal 11 (2001). Elsevier Science Ltd.
- 16 Hassan F., Nawar G., Enab A., Seleet F., Mohammed A. 2011. Utilization Of Microcrystalline Cellulose Prepared From Rice Straw In Manufacture Of Low Fat Soft White Cheese. Journal of American Science, 2011;7(7).
- 17 Gupta VK., Reuter H. 1993. Firmness and melting quality of processed cheese foods with added whey protein concentrates. Elsevier/INRA.
- 18 Mohamed A. G., Abbas H., Bayoumi H., Kassem J., Enab A. 2011. Processed Cheese Spreads Fortified With Oat. Journal of American Science, 2011;7(7).

Leikattavan sulatejuuston valmistuserät 1.6.–31.12.2013

Taulukkoon on koottu tehtaalla viipaloidut leikattavan sulatejuuston erät. Eristä on selvitetty niiden karkaisuajat, lepoajat valmistuksen, savustuksen sekä viipaloinnin välillä, keittojen aistinvaraisten arviointien tulokset, pakkauskoneen tarkastukset, puolivalmisteen myyntiinhyväksyntien tulokset sekä valmiin tuotteen myyntiinhyväksyntien tulokset.

Tuoteno (sulate)	eränumero	pros.til.nro s.	valm.pvm.s	lavauspvm	kark.aika (vrk)	Lähtenyt sav.	Tullut sav.	Lepo aika ennen sav. (vrk)
3762	3108560904	102245283	18.4.	19.4.	1	10.5.	14.5.	21
3762	3064560909	102224158	5.3.	6.3.	1	18.3.	20.3.	15
3762	3140560906	102259726	20.5.	22.5.	2	5.6.	7.6.	15
3762	3136560908	102258572	16.5.	17.5.	1	3.6.	5.6.	20
3762	3136560916	102258572	16.5.	17.5.	1	3.6.	5.6.	20
3762	3148560919	102 264 380	28.5.	30.5.	2	11.6.	12.6.	15
3762	3128560910	102271479	8.5.	10.5.	2	16.5.	17.5.	9
3762	3162560902	102270954	11.6.	12.6.	1	13.6.	14.6.	3
3762	3165560901	102272634	14.6.	17.6.	3	3.7.	4.7.	15
	3165560915	102272634	14.6.	17.6.	3	3.7.	4.7.	15
3762	3133560917	102275559	13.5.	14.5.	1	21.5.	22.5.	9
3762	3176560907	102277352	25.6.	27.6.	2	10.7.	11.7.	15
3762	3183560901	102280696	2.7.	3.7.	1	17.7.	18.7.	15
3762	3191560907	102284423	10.7.	12.7.	2	24.7.	25.7.	13
3762	3197560901	102287081	16.7.	17.7.	1	26.7.	30.7.	14
3762	3204560901	102290248	23.7.	24.7.	1	1.8.	2.8.	7
3762	3211560907	102293571	30.7.	31.7.	1	8.8.	9.8.	8
3762	3169560922	102274417	18.6.	19.6.	1	10.7.	11.7.	21
3762	3218560908	102296870	6.8.	7.8.	1	9.8.	13.8.	3
3762	3225560916	102300243	13.8.	14.8.	1	15.8.	16.8.	2
3762	3227560904	102301412	15.8.	16.8.	1	22.8.	23.8.	6
3762	3246560904	102310447	3.9.	4.9.	1	5.9.	6.9.	3
3762	3240560916	102307406	28.8.	29.8.	1	5.9.	10.9.	12
3762	3248560901	102311407	5.9.	6.9.	1	12.9.	13.9.	7
3762	3253560918	102313863	10.9.	11.9.	1	16.9.	18.9.	8
3762	3259560908	102314954	16.9.	17.9.	1	25.9.	26.9.	10
3762	3262560909	102318271	19.9.	20.9.	1	4.10.	9.10.	20
3762	3268560942	102321181	25.9.	26.9.	1	11.10.	15.10.	20
3762	3273560945	102322973	30.9.	1.10.	1	14.10.	16.10.	16
3762	3288560904	102330923	15.10.	16.10.	1	21.10.	23.10.	8
3762	3297560914	102355397	24.10.	28.10.	4	6.11.	7.11.	14

Liite 1
2 (2)

viipalointi pvm	Lepoaika sav- viip (vrk)	s.tuotanto- viipalointi (vrk)	keittoarv	pak.pv.tar kistukset	myhyv.arv . puoliv.	keston myhy	Muuta
3.6.	21	42	5,5	5	5,3,5	5,5	rakenne 3 klo: 10:35, 13:50, 16:50 ja 18:25
8.6.	80	95	5,5	5	5,3,5	5,5	rakenne 3 klo: 7:05, 12:25, 11:00, 9:45, 8:45, 7:45
5.7.	28	43	5,5	5	3,3,5	5,5	ulkonäkö 3: klo 7:25 ja rakenne 3 klo: 9:25 ja 7:25
26.6.	20	40	5,5	5	3,3,5	3,5 repeää	un 3: klo 7:55 ja rak. 3 klo: 17:30,16:20,15:30, 14:10, 13:20, 13:10, 12:10, 11:15
1.7.	25	45	5,5	5	3,3,5	3,5 hauras	un 3: klo 7:55 ja rak. 3 klo: 17:30,16:20,15:30, 14:10, 13:20, 13:10, 12:10, 11:15
9.7.	27	42	5,5	5	3,3,5	5,5	un 3: klo: 13:50, 8:30, 7:20 ja rak. 3 klo: 12:40, 16:50, 13:50, 7:20
12.6.	27	36	5,5	5	3,3,5	5,5	un 3: klo 11:55, 8:55, 8:05 ja rak. 3 klo: 19:20, 18:15, 17:25, 16:00, 15:05, 14:10, 13:20 ja 10:25
8.7.	26	29	5,5	5	5,1,5	5,5	rak 1 klo 17:40 PEHMEÄ, rak. 3 klo: 15:50, 13:50, 13:00, 11:55, 10:40, 8:20
2.8.	28	43	5,5	5	5,3,5	3,5 pehmeää	rakenne 3 klo: 15:15 ja 14:05
29.7.	25	40	5,5	5	5,3,5	3,5 s. ei irtoa	rakenne 3 klo: 15:15 ja 14:06
20.6.	28	37	5,5	5	3,3,5	5,5	un 3 klo: 13:00, 9:40, 7:25 ja rak 3 klo: 16:00, 9:40
8.8.	27	42	5,5	5	5,5,5	3, 1 tahmeaa	Myhy kesto: 3 klo 20:22 ja 18:35 / 1 15:01 ja 12:15
19.8.	30	45	5,5	5	5,3,5	5,5	rakenne 3 klo: 15:15, 13:40, 13:00, 12:20, 9:20
27.8.	45	58	5,5	5	5,5,5	3,5 tahmeaa	Myhy kesto: 3 klo 8:14, 14:21 j 14:55 siivut eivät irtoa kunnolla
3.9.	34	48	5,5	5	5,3,5	3,5 repeää	rakenne 3 klo: 20:00 ja 19:05
9.9.	37	44	5,5	5	5,5,5	1,5 ei irtoa	Myhy kesto 1 klo 7:14 siivut eivät irtoa!
13.9.	34	42	5,5	5	5,1,5	5,5	rak. 1 klo: 11:45 ja 7:10 rak. 3 klo: 10:05, 9:15, 8:40 ja 8:00 Pehmeää
6.8. ja 8.8.	26 ja 28	47 ja 49	5,5	5	5,3,5	3,5 tahmeaa	rak 3 klo:14:23, 13:25, 11:55 ja 7:20
18.9. ja 19.9.	36 ja 37	39 ja 40	5,5	5	5,3,5	3,5 tahmeaa	rak 3 klo: 19:15 ja 18:15 pehmeä
23.9. ja 24.9.	38 ja 39	40 ja 41	5,5	5	3,3,5	3,5 lohkeava	rak 3 klo: 13:00, 12:10, 10:40 ja 8:45 un3 klo 15:10
27.9.	34	40	5,5	5	5,3,5	5,5	rak 3 klo 17:55 lohkeava
7.10.	31	34	5,5	5	5,3,5	1,5 s. ei irtoa	rak 3 klo 19:30 lohkeava kesto myhy: 3,5 klo 11:40 ja 7:07 tahmeaa
17.10.	37	49	5,5	5	5,3,5	5,5	rak 3 klo: 12:15, 11:30 ja 8:55
30.10.	55	62	5,5	5	5,5,5	5,5	
31.10.	61	69	5,5	5	5,3,5	5,5	rak 3 klo: 18:45, 17:45, 16:00, 14:40 ja 13:40
7.11.	21	31	5,5	5	5,5,5	3,5 tahmeaa	
12.11.	33	53	5,5	5	5,5,5	5,5	
13.11.	28	48	5,5	5	3,3,5	5,5	un 3 klo:7:10 (ik) rak. 3 klo: 15:15, 10:55 ja 7:10
26.11.	56	72	5,5	5	5,3,5	5,5	rak. 3 klo: 12:55, 11:05 ja 8:10
4.12.	41	49	5,5	5	5,3,5	3,5 yläk. rep.	rak 3 klo: 20:10, 19:00, 18:05, 17:10 ja 16:20
12.12.	34	48	5,5	5	5,3,5	5,5	rak 3 klo: 15:05, 14:10, 13:20, 12:25, 11:30, 10:40 ja 9:45

Valmistuserän 3136560908 laboratoriomääritysten tulokset

Jokaisesta viipaloidusta erästä, jossa esiintyi myyntiinhyväksynnässä rakennevirheitä selvitettiin puolivalmisteen valmistuspäivän laboratorioanalyysien tulokset, keittolämpötilat ja linjan mahdolliset häiriökirjaukset. Alla esimerkkinä valmistuserän 3136560908 tulokset.

valm.pvm	16.5.2013
erä	3136560916
pros.til.sul.	102258572
pros.til.kes.	102279474

Valmistuspäivän laboratoriotulokset				
klo	rasva	kuiva-aine	pH	KAR
7:03	24,9	53,0	5,8	47,0
8:29	25,1	52,9	5,68	47,4
10:05	25,2	53,0	5,77	47,5
11:12	25,3	52,8	5,78	47,9
12:43	25,6	53,0	5,66	48,3
14:48	24,7	52,3	5,74	47,2
16:32	24,9	52,2	5,85	47,4

Valmiin tuotteen laboratoriotulokset			
pvm	viipalointi klo	KA	rasva
1.7.	10:22	54	26,2

Keiton lämpötilat	
klo	°C
6:50	92,7
9:05	92,8
11:10	92,5
13:05	92,4
16:00	92,1
17:00	92,3

Linjalla KS440-Vemag ei kyseisenä ajankohtana ole Accessissa häiriökirjauksia. Käytetyt raaka-aineet massan 800796 perusresepti 1:n mukaiset kypsä 40 % Edam, Emmental SL kypsä, Emmental SL nuori. Raaka-aineista ei poikkeamakirjauksia.

Lepoaikakokeen puolivalmisteiden tulokset

Massan nimi	800796							
Valm.pvm.	22.4.2014							
Keitin	KS440							
Pakkauskone	Vemag							
Resepti	perusresepti 1							
Keiton koko	400 kg							
Aloitusvesi yht.	75,06 l							
Keittojen lkm	13							
Keittonro	Aloitus aika	Vesilisäys (l)	KAR %	Rasva %	KA %	pH	Lämpö	Huomioitavaa
1	7:07	1	48,2	25,8	53,5	5,79	92,4	
2	7:29		48,1	25,7	53,4	5,76	92,1	
3	7:45		48,4	26,0	53,7	5,77	92,8	
4	7:59		48,4	26,2	54,1	5,66	93,1	
5	8:10		48,1	25,9	53,8	5,7	92,7	
6	8:22		48,3	26,0	53,8	5,69	92,4	
7	8:31		48,2	26,0	53,9	5,75	91,9	
8	8:43	1	48,0	25,9	54,0	5,74	92,5	
9	9:34		49,4	27,1	54,9	5,65	91,7	Massat pois (raaka keiton sekaan) klo 8:50-9:30
10	9:54		48,4	26,4	54,6	5,68	93,2	
11	10:13		47,9	25,8	53,9	5,71	92,8	
12	10:23	1	48,5	25,8	53,2	5,73	92,3	
13	10:-37		48,6	25,7	52,9	5,76	91,9	

Lepoaikakokeen puolivalmisteen myyntiinhyväksynnän tulokset

Valmistuspvm	22.4.2014				
Parasta ennen päiväys	19.10.2014				
Tuotenumero	3762				
Pakkauskoko	7000				
Arviostelijat	HM ja RT				
	Valmistettu klo	Ulkonäkö	Rakenne	maku/haju	Virheet
1	7:25	5	5	5	
2	8:35	5	5	5	
3	10:09	5	3	5	rakenne hauras
4	10:50	5	5	5	
5	11:35	5	5	5	
6	12:20	5	5	5	
7	13:05	5	5	5	
8	13:55	5	5	5	
9	14:35	5	5	5	
10	15:35	5	5	5	
11	16:35	5	5	5	