

Laura Rauhala

Pakkausmateriaalin ja -kaasun vaikutus valmissalaatin laatuun

Opinnäytetyö

Kevät 2019

SeAMK Ruoka

Insinööri (AMK), Bio- ja elintarvike



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Ruoka

Tutkinto-ohjelma: Bio- ja elintarviketekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Elintarviketeknologia

Tekijä: Laura Rauhala

Työn nimi: Pakkausmateriaalin ja -kaasun vaikutus valmissalaatin laatuun

Ohjaaja: Matti-Pekka Pasto

Vuosi: 2019

Sivumäärä: 33

Liitteiden lukumäärä:

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin pakkausmateriaalin ja pakkauskaasun merkitystä tuotelaatuun ja säilyvyyteen. Työn tarkoituksena oli testata ja löytää toimeksiantajalle valmissalaatin pakkaamiseen tarkoitettulle rasiolle sopiva suljentakalvo, rasiolle tehtyjen muutosten takia. Lisäksi kokeellisessa osassa tarkasteltiin eri suojakaasuyhdistelmien vaikutusta salaatin aistinvaraiseen ja mikrobiologiseen laatuun. Opinnäytetyön kokeellinen osa on salainen ja tulokset johtopäätöksineen jäävät vain toimeksiantajan tietoon.

Teoriaosassa käsitellään yleisesti pakkausmateriaaleja ja niiden merkitystä elintarvikkeille sekä kasviksia ja niille tyypillisiä ominaisuuksia, jotka vaikuttavat niiden valmistamiseen ja pakkaamiseen.

Työn kokeellinen osa ja tutkimukset suoritettiin loppuvuodesta 2017. Työssä tarkasteltavia osioita oli pakkausmateriaalien ominaisuudet kuten suljentakalvon käytettävyyden, pakkauskaasujen vaikutus tuotelaatuun ja tuotteen lopullinen aistinvarainen laatu. Tutkimus suoritettiin toimeksiantajan osoittamilla materiaaleilla ja laitteilla heidän tiloissaan.

Työssä voitiin nähdä pakkausmateriaalin ominaisuuksien merkitys tuotteeseen ja sen laatuun. Työssä saatuja tuloksia hyödynnetään jatkossa toimeksiantajan tuote- ja pakkauskehityksessä sekä pakkausmateriaalitulosten kuin muidenkin työssä esiin nousseiden huomioiden suhteen.

Avainsanat: elintarviketeollisuus, tuoretuotteet, pakkausmateriaalit, laatu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: SeAMK Food

Degree programme: Food Processing and Biotechnology

Specialisation: Food Technology

Author: Laura Rauhala

Title of thesis: Impact of Packaging Material and Protective Gas on the Quality of Ready-to-Eat Salad

Supervisor: Matti-Pekka Pasto

Year: 2019

Number of pages: 33

Number of appendices:

In this work, the significance of packaging material and protective gas for product quality and shelf life was studied. The purpose of the thesis was to test and find the closure film suitable for the salad tray due to the changes that the client had made to the tray. In addition, the experimental part examined the effect of different protective gas combinations on the quality of the salad. The experimental part of the thesis is secret and the results with conclusions are only available to the client.

The theory section discusses packaging materials and their importance for food in general, as well as different vegetables and their typical properties, which influence their preparation and packaging.

The experimental part of the work and the studies were carried out at the end of 2017. The sections to be examined in the thesis were the properties of packaging materials such as the usability of the sealing film, the effect of protective gases on the product quality and the final organoleptic quality of the product. The study was conducted on the materials and equipment indicated by the client in their premises.

During the research the importance of the packaging material to the product and its quality was clearly shown. The results of the research will be utilized in the client's product and packaging development in the future regarding the packaging material results as well as the other emerging issues.

Keywords: food industry, fresh-cuts, packaging materials, quality

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Käytetyt termit ja lyhenteet	6
1 JOHDANTO	7
2 ELINTARVIKKEIDEN PAKKAAMINEN	8
2.1 Elintarvikepakkausten merkitys	9
2.2 Elintarvikepakkausten suunnittelu	9
3 ELINTARVIKEMUOVIT	11
3.1 Erilaiset elintarvikemuovit.....	12
3.2 Ympäristönäkökulma.....	13
4 KASVIKSET RAAKA-AINEENA	16
4.1 Kasvisten mikrobiologia	16
4.2 Kasvisten pilaantuminen ja patogeeniset bakteerit	17
5 MAP	18
5.1 Pakkaamisessa käytettävät kaasut	18
5.2 Kasvisten pakkaaminen	19
5.2.1 Kasvisten hengitys	19
5.2.2 Entsymaattinen ruskistuminen	20
6 AISTINVARAINEN ARVIOINTI	21
7 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT	23
8 KÄYTETYT VÄLINEET JA MENETELMÄT	24
8.1.1 Kalvot.....	24
8.1.2 Kaasut.....	24
8.2 Koeajossa käytetty laitteisto ja koneasetukset	25
8.3 Seuranta ja arviointi	25
8.3.1 Aistinvarainen arviointi	26
8.3.2 Mikrobiologiset testaukset.....	27
9 TULOKSET	28

10YHTEENVETO.....	29
LÄHTEET	30

Käytetyt termit ja lyhenteet

FCM	Food contact material: Elintarvikekontaktikäyttöön hyväksytty muovi
Flavori	Maitto, eli (maku)havainto, joka tehdään elintarvikkeesta maistamalla
Fresh-cut	Käsitelty (pesty, pilkottu) hedelmä/vihannestuote, joka valmis nautittavaksi sellaisenaan
Respiraatio	Kasvisten soluhengitys
MAP	Modified atmosphere packaging, muunneltu ilmakehäpakkaminen
PE	Polyeteeni
PET	Polyeteenitereftalaatti
PP	Polypropeeni
OTR	Oxygen transmission rate, hapen läpäisykyky
O₂	Happi
N₂	Typpi
CO₂	Hiilidioksidi
10/10/80	Kaasuseos, jossa 10 % happea, 10 % hiilidioksidia ja 80 % typpeä
20/80	Kaasuseos, jossa 20 % hiilidioksidia ja 80 typpeä
5/15/80	Kaasuseos, jossa 5 % happea, 15 % hiilidioksidia ja 80% typpeä

1 JOHDANTO

Työn toimeksiantajana toimi yritys, joka valmistaa osana tuotevalikoimaansa myös valmiita, sellaisenaan syötäväksi tarkoitettuja salaatteja rasiassa. Opinnäytetyö lähti toimeksiantajan tarpeesta testata laajemmin suljentakalvoja salaattirasioille. Salaattirasioiden materiaali muutettiin PET-muovista PP-muoviksi muiden rasiaan tehtävien muutosten yhteydessä.

Työssä tutkittavat suljentakalvot oli valikoitu etukäteen toimeksiantajan uusista pakkausmateriaaleista vastaavan henkilön toimesta, mutta valitut kalvot tuli testata käytettävyytensä ja niiden aikaan saaman aistinvaraisen laadun suhteen. Samaan työhön tahdottiin ottaa mukaan myös erilaisten pakkauskaasujen vertailu, jotta nähtäisiin miten erilaisen suojakaasuseokset vaikuttavat pakatun salaatin aistinvaraiseen ja mikrobiologiseen laatuun.

Työn kokeellinen osuus toteutettiin suhteellisin nopealla aikataululla, koska kalvovalinnan piti olla selvillä riittävän ajoissa, johtuen muun muassa tämäntyyppisten kalvojen toimitusajoista.

Työn tuloksia ja johtopäätöksiä ei tässä kirjallisessa versiossa esitetä, vaan ne jäävät toimeksiantajan tietoon.

2 ELINTARVIKKEIDEN PAKKAAMINEN

Elintarvikkeiden pakkaamisella haetaan yleensä pakatun tuotteen säilyvyyttä, jolloin mahdollistuu tuotteen kuljettaminen pitkiäkin matkoja sen ominaisuuksien eli ulkonäön, hajun ja maun kärsimättä, jotta tuotteen ostava kuluttaja saa kulutettavakseen hyvälaatuisen tuotteen (Marsh & Bugusu 2007, 1). Lisäksi pakkaus suojaa tuotetta erilaisilta ulkopuolisilta haitoilta ennen tuotteen päätymistä kuluttajalle.

Marsh ja Bugusu (2007,2) luokittelevat elintarvikkeisiin vaikuttavat ulkopuoliset haitat ovat kolmeen eri kategoriaan eli kemiallisiin, biologisiin ja fyysisiin. Pakkauksen antama kemiallinen suoja tarkoittaa yleensä tuotteen suojaamista kaasuilta kuten ilman hapelta, kosteudelta (erilaiset kuivatuotteet kuten pastat yms.) tai valolta. Biologisella suojalla taas saadaan estettyä haitallisten mikro-organismien siirtyminen tuotteeseen, jotka voisivat aiheuttaa pilaantumisen. Pakkauksen fyysinen suoja suojaa tuotetta ulkopuolisilta rasitteilta mitä tuotteen logistiikkaketjussa voi ilmetä, esimerkiksi kokonaisten hedelmien kolhiintumisen estäminen.

Sen lisäksi että pakkaukset suojaavat tuotetta sekä vähentävät elintarvikeketjussa syntyvää hävikkiä, pakkaukset antavat tietoa kuluttajille kyseisestä pakatusta tuotteesta ja sen ominaisuuksista (Marsh & Bugusu 2007, 2-3). Suomessa pakolliset pakkausmerkinnät on ilmoitettu lainsäädännössä ja Evira valvoo niiden oikeellisuutta. Tuotteesta ilmoitettavia tietoja ovat muun muassa elintarvikkeen nimi, ainesosaluettelo, johon eritelty allergeenit, sisällön määrä, viimeinen käyttöajankohta, vastuussa olevan toimijan nimi ja osoite, säilytys- ja käyttöohjeet (tarvittaessa) ja ravintoarvot (Evira 2014, 36). Osa näistä tiedoista on pakollisia, joita ilman tuotetta ei voi markkinoille päästää ja osa tiedoista on lisätietoja, joita valmistava yritys voi halutessaan kuluttajille antaa. Lisäksi on määritelty yksityiskohtaisempia sääntöjä tietojen antamisessa käytetystä kirjoitustavasta, esimerkiksi allergeenien tulee erottua selkeästi sisällysluettelosta ja fontin on oltava riittävän suuri ollakseen hyväksyttävä.

Elintarvikkeiden pakkaamiseen on valittavissa useampia eri materiaaleja, perinteisiä pakkausmateriaaleja elintarvikkeille ovat lasi, metallit, paperi, kartonki ja muovi. Usein pakkauksiin yhdistetään useampaa eri materiaalia, jotta saadaan hyödynnettyä kunkin materiaalin sille tyypillisiä ominaisuuksia (Marsh & Bugusu 2007, 4).

Monen pakkausmateriaalin käyttö on keskittynyt tietyn tyyppiseen käyttötarkoitukseen ja samantyyppiset tuotteet pakataan keskenään samanlaisiin pakkauksiin valmistajasta riippumatta. Esimerkiksi lasista tehdään pääasiassa joko pulloja, joihin pakataan nesteitä tai erilaisten laajempisuusia purkkeja, joihin pakataan monenlaisia tuotteita lasten ruuasta mausteisiin (Girling 2003, 153).

2.1 Elintarvikepakkausten merkitys

Elintarvikkeiden pakkausten on palveltava montaa eri käyttötarkoitusta: pakkauksen on taattava tuotteen säilyminen ja turvallisuus, mutta sen tulee olla myös sopiva jakeluketjussa. Tämän lisäksi pakkauksella on merkityksensä markkinoinnissa ja brändin ylläpitämisessä. (Coles 2003, 1.)

Kaikista suurin merkitys pakkauksilla on tuotteen laatuun ja säilyvyysaikoihin. Oikein valitulla pakkaustavalla ja materiaalilla pystytään vaikuttamaan sekä säilyvyyteen että tuotteen laatuun huomattavasti (Brown & Williams 2003, 65).

2.2 Elintarvikepakkausten suunnittelu

Pakkausten suunnittelussa on useita eri osia, jotka pakkausta suunnitellessa tulisi ottaa huomioon. Coles (2003, 12) esittää tietyt peruskohdat, jotka pakkausta suunnitellessa tulisi ottaa huomioon, jotta varmistetaan kaikki tarvittava tieto pakkauksen suunnitteluun ja kehittämiseen. Ensimmäisenä näistä on luonnollisesti pakattavan tuotteen vaatimukset eli on ymmärrettävä tuotteen ominaisuudet ja vaatimukset. Pakkaussuunnittelussa tulee huomioida myös logistiikan, markkinoinnin ja kuluttajien toiveet ja tarpeet eli pakkauksen tulisi muun muassa olla sellainen, että se kestää logistiikassa mahdolliset vahingot ja olla muodoltaan sellainen, että kuljettaminen on kustannustehokasta. Erityisesti pakkaussuunnittelussa tulisi huomioida pakkausten materiaali, koneet sekä yleisesti tuotannon prosessi, jossa pakkauksia käsitellään (Coles 2003, 16-18). Pakkauksen käyttökohde määrittää usein valitun pakkausmateriaalin ja tästä materiaalin valinnasta voi seurata valitulle materiaalille tyyppisiä ominaisuuksia, jotka pakkauksen suunnittelussa tulee huomioida. Pakkaus-koneet usein toimivat parhaiten tietyn tyyppisillä materiaaleilla, ja pienikin muutos

materiaalissa saattaa aiheuttaa ongelmia pakkausvaiheessa. Tämä tulisikin huomioida siten, että materiaalit testataan hyvin koneilla, joihin ne on tarkoitettu käytettäväksi ja viimeinen päätös materiaalista ja sen käyttöönotosta tehdään vasta sen jälkeen, kun testit ovat osoittaneet sen toimivaksi.

3 ELINTARVIKEMUOVIT

Elintarvikekäytössä olevien materiaalien valmistusta ja niiden käyttöä säädellään Euroopan Unionin jäsenmaissa EY-direktiiveillä. Kaikille elintarvikkeen kanssa kosketuksissa oleville materiaaleille on olemassa EY-asetus 1935/2004, joka toimii ns. kehysasetuksena kontaktimateriaaleille. (EY N:o 1935/2004). Tässä asetuksessa määritellään muun muassa, ettei materiaaleista saa tavallisissa tai ennakoitavissa olevissa olosuhteissa siirtyä elintarvikkeisiin ainesosia sellaisia määriä, että ne voisivat vaarantaa ihmisen terveyden, aiheuttaa muutoksia elintarvikkeen koostumukseen tai aiheuttaa elintarvikkeen aistinvaraisten ominaisuuksien heikentymistä. Tämän edellä mainitun direktiivin lisäksi on olemassa EY-asetus 10/2011, ns. muovi-asetus, joka määrittää tarkemmin elintarvikekäytössä olevien muovien vaatimuksia. Tässä asetuksessa määritellään, mitä muoveilla tarkoitetaan ja mitä vaatimuksia niiden laadulle asetetaan. (EY N:o 10/2011.) Lisäksi pakkausmateriaalien tuottajille on olemassa asetus, jossa määritellään elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuvien materiaalien ja tarvikkeiden hyvät tuotantotavat. (EY N:o 2023/2006).

Muovit ovat laajalti käytössä pakkausmateriaalina seuraavien ominaisuuksiensa vuoksi. Ne ovat:

- helposti muovattavia, jolloin niistä pystytään tekemään monenlaisia muotoja ja kalvoja
- pääasiassa kemiallisesti reagoimattomia
- hyvin kustannustehokas materiaali
- keveitä
- Muovilaaduista on mahdollista valita materiaali sen mukaan, mitä ominaisuuksia tarvitaan: väri, läpäisevyys, lämmön kesto vai läpäisemättömyys. (Kirwan & Strawbridge 2003, 174.)

Voidaan siis todeta, että muovit ovat hyvin monipuolisesti hyödynnettävä materiaali. Edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi muovin etuna on se, että sitä pystytään yhdistämään muiden materiaalien, kuten paperin ja alumiinin kanssa, jolloin saadaan taas uusia mahdollisuuksia luoda erilaisia pakkauksia (American Plastics

1996, 9). Lisäksi muoveista löytyy spesifejä vaihtoehtoja, joilla pystytään toteuttamaan pakkauksen lämpötilan kestävyys syväpakasteiden vaatimasta kylmäkestävyydestä korkeisiin sterilisointi lämpötiloihin (Kirwan & Strawbridge 2003, 175).

Elintarvikekäytössä olevat muovit ovat termoplastisia, eli niitä voidaan toistuvasti pehmentää tai sulattaa lämpötiloja nostamalla (Kirwan & Strawbridge 2003, 175). Tämä ominaisuus mahdollistaa monia tärkeitä ja elintarvikepakkauksille tarpeellisia ominaisuuksia kuten pakkausten muotoilun erilaisiin muotoihin, kalvojen valmistamisen ja pakkausten sulkemisen tiiviiksi lämmön avulla.

3.1 Erilaiset elintarvikemuovit

Elintarvikekäytössä on useita erilaisia muovilaatuja. Käytetyimmät näistä Euroopan pakkausmarkkinoilla ovat PE (polyeteeni), PP (polypropeeni), PET (polyeteenitereftalaatti, PS (polystyreeni) ja PVC (polyvinyylidikloridi). Muovit tunnistetaan tyypillisimmin niiden lyhenteistään. (Kirwan & Strawbridge 2003, 177.)

Jokaisella muovilaadulla on ominaisuuksia, jotka voivat vaikuttaa sen käyttökohteisiin koska kaasut eli happi, hiilidioksidi ja typpi sekä vesi kulkeutuvat muoveista läpi. Siihen millä nopeudella nämä kulkeutuvat muoveista läpi vaikuttaa muovin tyyppi, paksuus ja pinta-ala sekä säilytyslämpötila. (Kirwan & Strawbridge 2003, 175). Siispä tiivistä pakkausta tarvitseva tuote pakataan eri muoviin kuin tuote, joka tarvitsee läpäisevämmän muovin.

OTR. OTR eli *oxygen transmission rate* on ominaisuus, joka kertoo millä vauhdilla happi kulkeutuu filmin läpi. Se lasketaan hapen tilavuutena, joka läpäisee kalvon tietyllä alueella 24 tunnin aikana standardi oloissa (23 °C, suhteellinen ilmankosteus 0 %). Arvo ilmoitetaan cc/m²/24h. Karkeasti kalvoja voidaan luokitella kolmeen luokkaan sen mukaan, mikä niiden OTR-arvo on: high barrier -kalvojen ~1-10, keskitaason kalvojen ~1000 ja korkean hengittävyyden kalvojen ~10 000. (FLAIR Flexible Packaging Corporations 2005). Tyypillisesti kalvon OTR arvoon vaikuttaa muovityypin omat ominaisuudet ja se minkälaisien kerrosten kanssa muovi yhdistetään: onko kerroksissa mukana barrier-kerros tai esimerkiksi metallia. (Polyprint Inc. 2008).

OTR:ää voidaan kasvattaa tarpeen vaatiessa ilman, että lähdetään vaihtamaan materiaalia, koska materiaaleillakin päästään vain tiettyyn pisteeseen asti. Perforoinnilla tarkoitetaan sitä, että kalvoon tehdään pieniä reikiä, jolloin materiaalin OTR nousee. Perforointi voidaan tehdä mekaanisesti neulalla tai laserilla, joista jälkimmäinen on huomattavasti tarkempi ja aikaan saadaan hyvin pieniä reikiä, jopa 70 µm kokoisia. (Jensen, 18-20).

3.2 Ympäristönäkökulma

Muovien tuottamisessa käytetään energiaa ja sitä kautta syntyy kasvihuonekaasuja. Tämän lisäksi muovien valmistus tapahtuu pääasiassa uusiutumattomista luonnonvaroista. Kuitenkin muovien ominaisuudet muihin pakkausmateriaaleihin verrattuna tekevät siitä pakkausmateriaalin, jonka ympäristökuormitus jää pienemmäksi (Brandt & Pilz 2011, 2-3). Näiden muovin ominaisuuksien takia muovien korvaaminen muilla pakkausmateriaaleilla kuten metalleilla, lasilla tms., tarkoittaisikin pakkausten käyttööstä aiheutuvan energiankulutuksen sekä kasvihuonekaasujen tuplaantumista Euroopan alueella.

Vuonna 2016 Euroopan alueella kerättiin 16.7 miljoonaa tonnia pakkausmateriaaleista peräisin olevaa muovia, josta kierrätettiin 40,9 % (Plastic Europe 2017, 34). Suomessa muovinkierrätysprosentti vuonna 2017 oli 27 % sisältäen pantilliset ja pantittomat kuluttaja- ja yrityspakkaukset (Suomen Uusiomuovi 2018, 6). Vaikka muovien kierrätys olisi hyvällä tasolla, elintarviketeollisuudessa kierrätysmuovin käyttöä rajoittaa jossain määrin elintarvikemuoville asetetut laatuvaatimukset. EY asetus 282/2008 säätelee kierrätysmuovista valmistettavia elintarviketähteitä materiaaleja ja asetuksen mukaan käytettävän muovin tulee olla FCM-muovia. Tämän lisäksi uusiomuovimateriaalit saa valmistaa vain Euroopan komission hyväksymässä kierrätysprosessissa. (Eskelinen ym. 2016, 47.)

Kaikkien muovien ympäristö vaikutuksista keskustellaan koko ajan enenevässä määrin ja erityisesti muovin aiheuttamat ympäristövaikutukset käytön jälkeen ovat huolenaiheena. Vaikka esimerkiksi meriin joutuvista muovista ja mikromuoveista osa on lähtöisin muualta kuin suoraan muovin tuotannosta, niin esimerkiksi elintarvikkeiden muovipakkausten päätyminen mereen on mahdollista jokien yms. kautta

huonosti järjestetyn jätehuollon seurauksena. (Wagner ym. 2014, 6.) Muovin valmistajien ja muovituotteiden käyttäjien on hyvä seurata kehittyvää keskustelua, koska suuri osa kuluttajista ilmaisee huoltaan muovien ympäristövaikutusten suhteen. Lisäksi lainsäädännöllä tullaan ohjaaman kestävämpiin ratkaisuihin, joilla voitaisiin saavuttaa esimerkiksi huomattavasti nykyistä suurempi kierrätysprosentti. (Demesmaeker 2018, 8.) Esimerkkinä tästä on EU komission esitysluonnos muoveista Euroopan alueella, jossa otetaan kantaa ja asetetaan tavoitteita EU-alueella. Näitä tavoitteita on esimerkiksi kaikkien pakkausmateriaalin muuttaminen uudelleen käytettäväksi tai kierrätettäväksi vuoteen 2030 mennessä, yhteiset säädökset biopohjaisille ja biohajoaville muovivaihtoehdoille (Demesmaeker 2018, 9-11). Luonnoksessa mainitaan myös kierrätysmuoville tarvittavan kysynnän luominen ja mikromuovien lisäämisen kieltäminen esimerkiksi kosmetiikkatuotteisiin.

Kierrätyskelpoisen muovipakkauksen suunnittelu. Vaikka uudenlaisia muovin korvaavia ja muovin käytön vähentämiseen tähtääviä innovaatioita on jo tehty ja tulevaisuudessa tehdään paljon lisää, ei ole kovin todennäköistä, että muovi jäisi kokonaan pois käytöstä esimerkiksi elintarviketeollisuudessa. Muoviset pakkausmateriaalit voidaan kuitenkin pyrkiä suunnittelemaan niin, että niiden kierrätys olisi mahdollisimman helppoa, jonka myötä saadaan aikaan mahdollisimman hyvälaatuista uusiomuovia, jolla luonnollisesti on enemmän kysyntää kuin huonolaatuiselle uusiomuoville (Suomen Uusiomuovi 2018, 9). Yksinkertaisilla huomioilla voidaan muovipakkauksesta tehdä huomattavasti helpommin kierrätettävä. Muovien sopivuus laitospäiseen lajitteluun, jatkokäsittelyyn ja uusiomuovin markkinatilanne riippuu muovin laadusta. Siksi tulisikin valita sellainen muovilaji, joka täyttää kaikki kolme kohtaa kierrätettävyydeltään. (Suomen Uusiomuovi 2018, 14-15.)

Suomen Uusiomuovi (2018, 26-41) esittelee miten pakkaussuunnittelulla ja sen aikana tehtävillä valinnoilla voidaan edistää kierrätettävyyttä:

- Väritön muovi on parempaa kuin värillinen ja esimerkiksi hiilimustalla värjättyt pakkaukset eivät sovellu nykytekniikalla muovin erotteluprosessiin
- Erilaiset kerrokset (barrier-, alumiini-, metallointikerrokset) heikentävät kierrätettävyyttä eli monomateriaalit parhaimpia
- Lisäaineita mahdollisimman vähän

- Etiketin valinta: irrotettava (samaa materiaalia kuin muu pakkaus) tai helposti irtoava etiketti
- Painovärejä ja painatuksia mahdollisimman vähän ja painovärit mieluummin vesiliukoisia kuin liuotinpohjaisia. Lasermerkintä kaikista kierrätysystävällisin valinta
- Pakkauksissa käytettävä liima (esim. etikettien liimaukseen) olisi hyvä olla vesiliukoinen alle 60 °C
- Kaikki pakkauksen kannet, korkit ja sulkimet tulisi olla mahdollisuuksien mukaan samaa materiaalia kuin muukin pakkaus.

4 KASVIKSET RAAKA-AINEENA

Kasvikset ja erityisesti ns. fresh-cut tuotteet eli tuotteet, joita on käsitelty valmiiksi nautittavaksi, ovat haastavia pakattavia. Kasviksia pakkaamalla halutaan estää muutoksia, jotka heikentävät tuotteen laatua. Pakkaamalla kasviksia oikein vähennetään veden haihtumista, epätoivottuja aineenvaihdunta reaktioita sekä suojataan mikrobiologiselta kontaminaatiolta (Saltveit, 707). Käsiteltyjen, kuten esimerkiksi kuorittujen ja paloitetujen kasvien respiraatio on kiivaampaa kuin käsittelemättömien, jolloin aineenvaihdunta kasviksen soluissa on myös nopeampaa. Tämä tarkoittaa suoraan myös nopeampaa pilaantumista ja lyhyempää hylly-ikää eli säilyvyysaikaa (*engl. shelf life*). (Cantwell & Suslow, 1.)

Kasvien käsittelyssä onnistuneella korjuulla on merkityksensä myös prosessoinnin myöhemmissä vaiheissa. Kasviksilla on omat optimimaalisimmat korjuuvaiheensa riippuen kasviksen ominaisuuksista, istutusajasta, sijainnista, lämpötiloista ja maaperästä riippuen. Liian aikainen tai myöhäinen korjuu vaikuttaa merkittävästi kasviksen laatuun ja se voi aiheuttaa merkittäviä menetyksiä eri prosessoinnin vaiheissa. (Luh 1997, 8.)

4.1 Kasvien mikrobiologia

Kasvikset ovat haastavia mikrobiologisesti, koska niiden ominaisuudet tukevat monen tyyppisten mikrobien kasvua (Sumner & Peters 1997, 87.) Näitä ominaisuuksia ovat neutraali pH, korkea vesiaktiivisuus sekä kasvien sisältämät ravintoaineet. Tämän lisäksi kasvien ulkopuoli on usein valmiiksi kontaminoitunut bakteereista, hiivoista ja homeista.

Kasviksista suurin osa on tarkoitettu syötäväksi raakana, ilman lämpökäsittelyä. Tällöin on erittäin tärkeä pitää huolta puhtaudesta ja huomioida mikrobiologinen näkökulma sadonkorjuu käsittelystä alkaen. Jopa se, mihin viljelymaata on aiemmin käytetty voi vaikuttaa mikrobien esiintymiseen kasviksissa. Lisäksi kasvien mikrobimäärissä voi olla suuria vaihteluita jo päivä tasolla (Sumner & Peters 1997, 87-88.) Tuoreena nautittavien kasvien prosessointi mahdollisuudet pilaantumisen es-

tämiseksi ovat aika rajallisia (Sumner & Peters 1997, 88-89). Tällöin suuren merkitykseen nousee tuoreiden kasvien käsittelyn aikainen hygienia ja käsittely sekä valmiin tuotteen säilytys ja pakkauksen sisäiset olosuhteet. Riittävä koulutus, henkilökunnan sekä tehdastilojen hygienia, raaka-aineiden lähtölaadun sekä tuotannon laadun tarkkailu ja lämpötilojen seuranta koko toimitusketjussa ovat toimenpiteitä, joilla voidaan ehkäistä kasvituotteiden ennen aikainen pilaantuminen.

4.2 Kasvien pilaantuminen ja patogeeniset bakteerit

Kasvien pilaantumisen syitä on fyysinen vahingoittuminen, entsyymaattinen aktiivisuus ja mikrobiologinen pilaantuminen. Kasvien pilaantuminen voi esiintyä ennen tai jälkeen sadonkorjaamisen ja sadonkorjuun jälkeinen pilaantuminen on erityisesti kasvien prosessoijille ongelma. Yleisiä pilaajabakteereita ovat esimerkiksi *Bacillus*, *Clostridium*, *Erwinia* ja *Pseudomonas*. Homeiden pilaava vaikutus näkyy erityisesti sadonkorjuun jälkeen. (Sumner & Peters 1997, 90.)

Suurimpia patogeenisiä mikrobeja, jotka voivat suurina pitoisuuksina esiintyessä aiheuttaa kuluttajille haittaa ovat mm. *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Campylobakteerit*, *Listeria*, *Staphylococcus aureus* ja *Clostridium botulinum*. Vaikka näitä mikrobeja löytyy kasviksista, on niiden hallitseminen suhteellisen helppoa: huolellinen peseminen, hygieeniset työskentelytavat ja oikeat säilytyslämpötilat tuotteille. Tämän lisäksi on mahdollista käyttää aineita, jotka on todettu tehokkaiksi kyseisiä patogeenisiä mikrobeja vastaan mm. tuotantotilojen desinfiointiin pesujen jälkeen. (Vaclavik & Christian 2003, 121-122.)

Eviran mukaan (Evira, 2017) vihannes- ja hedelmätuotteita valmistavien elintarvikehuoneistojen on tutkittava kasvituotteista säännöllisesti vähintään *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli* riittävän hygienian ja turvallisuuden takaamiseksi. Lisäksi Evira suosittelee lisätutkimuksina *B. cereuksen* tutkimusta tuoreista kasviksista ja pitkään varastoiduista porkkanoista *yersinia*.

5 MAP

MAP (*eng. modified atmosphere packaging*) eli muunneltuun ilmakehään pakkaaminen tai suojakaasupakkaaminen tarkoittaa tuotteen pakkaamista ilmakehään, jota on muunneltu poikkeamaan normaalista huoneilman koostumuksesta (Mullan & McDowell, 2003, 303). Tällä saadaan yleensä tuotteen säilyvyysaikaa pidennettyä, sekä saavutetaan kuluttajalle parempana säilyvä ulkonäkö. Ensimmäiset sovellukset kaasujen käytössä on tehty 1930-luvulla, jolloin tutkittiin lihan säilymistä suojakaasu-ympäristössä (Mullan & McDowell 2003, 304.)

5.1 Pakkaamisessa käytettävät kaasut

Kuten Mullan ym. (2003, 304-306) toteaa, suojakaasupakkaamisessa käytetään useimmiten happea O_2 , hiilidioksidia CO_2 ja typpeä N_2 . Näitä kaasuja voidaan käyttää joko yhdessä erilaisina seoksina tai yksittäin ja jokaisella kaasulla on omat ominaisuutensa, joilla voidaan saavuttaa haluttu lopputulos pakkaamisessa. Myös hiilimonoksidia ja erilaisia jalokaasuja käytetään suojakaasupakkaamisessa jonkin verran, mutta läheskään niin suuressa mittakaavassa kuin edellä mainittuja kaasuja.

Kaasuja ja niiden seoksia valitessa täytyy huomioida niiden vaikutukset mikrobeihin ja niiden kasvuun. Aerobiset mikrobit tarvitsevat kasvaakseen happea, joten suuri hapen määrä pakkauksessa saattaa lisätä epätoivottujen bakteerien kasvua, mutta samalla löytyy bakteereja, jotka selviävät pienemmissä happipitoisuuksissa tai täysin hapettomissa oloissa, joten yksiselitteistä happipitoisuutta voi olla vaikea määrittää pelkästään mikrobien huomioiden. Mikrobien lisäksi kaasuilla voi olla erilaisia vaikutuksia tuotteen kemiallisiin, biokemiallisiin ja fyysisiin ominaisuuksiin kuten esimerkiksi etyleenituotannon kiihdyttäminen tai maun muuttuminen. (Mullan & McDonnell 2003, 306-309).

5.2 Kasvisten pakkaaminen

Kasvisten onnistunut pakkaaminen vaatii hyvät raaka-aineet optimaalisessa kypsyydessä, ilman vahingoittunutta solukkoa, hygieenisen prosessoinnin ja optimaalisen säilytyslämpötilan. Kun nämä asiat ovat kunnossa, voidaan suojakaasupakkaamisella saada aikaan lopputuotteen hyvä säilyvyys ja laatu. Suojakaasun koostumusta valitessa kuitenkin pitää tuntea raaka-aineen riittävän hyvin ja ymmärtää sen vaatimukset. Kasviksilla on omat toleranssirajansa hiilidioksidin ja hapen määrälle, joten näiden rajojen ylittäminen saattaa saada aikaan ei-toivottuja muutoksia kuten fyysinen vahingoittuminen kun hiilidioksidia on liikaa tai anaerobiset olosuhteet liian pienellä happimäärällä, jolloin tuote pilaantuu ja kehittää epätoivottuja makuja. (Zagory & Kader 1988, 70.) Näiden lisäksi kasvisten pakkaamiseen ja erityisesti niiden säilyvyyteen pakkauksessa vaikuttaa kasvisten oma hengitys eli respiiraatio, etyleenin tuotanto ja herkkyys sille sekä lämpötila, jossa säilytys tapahtuu (Zagory & Kader 1988, 71-72).

5.2.1 Kasvisten hengitys

Respiraatio on hapetusreaktio, jossa kasvis pyrkii tuottamaan itselleen energiaa hahpettamalla tärkkelystä ja sokereita, tuottaen samalla hiilidioksidia ja vettä (Saltveit 2016, 73). Kasviksia voidaan jakaa ryhmiin sen mukaan, mikä niiden luontainen respiiraatio on esimerkiksi perunoilla, sitrushedelmillä ja sipuleilla on matala respiiraatio, salaateilla ja tomaateilla respiiraatio on keskitasoa ja erittäin korkean respiiraation kasviksia ovat muun muassa pinaatti ja parsakaali. Tähän luontaiseen respiiraatiotasoon vaikuttaa kuitenkin monta ulkopuolista tekijää, joista merkittäviä on erityisesti lämpötila ja fyysinen stressi. Lämpötilan noustessa myös respiiraatio kasvaa ja sama tapahtuu silloin kun kasvis kohtaa fyysistä stressiä ja vahingoittuu esimerkiksi pajoitteluvaiheessa. (Saltveit 2016, 68-70.)

Kuten on jo todettu, kasvisten aineenvaihdunta jatkuu riippumatta siitä missä vaiheessa prosessointia kasvis on. Koska respiiraatio nopeuttaa kasvisten nahistumista ja lopulta pilaantumista, sitä pyritään pakkausvaiheessa säätämään. Kun kasviksia pakataan ilmatiivisti niin ajan kuluessa happi muuttuu hiilidioksidiksi, respiiraatiosta johtuen (Jensen, 6). Tämän tapahtuman nopeus riippuu aina siitä minkä

verran happea tilanteessa on läsnä: korkeammassa happipitoisuudessa respiraatio on kiivaampaa kuin matalassa. Lopulta, jos happipitoisuus laskee riittävän alhaiseksi tuote ei pysty enää hengittämään ja pilaantuu. Jensen (2014, 3-4), opastaa miten respiraation aiheuttama hapen kulutus voidaan laskea eri tavoin, yksinkertaisimmillaan pelkän tiiviin lasipurkin ja kaasumittarin avulla Tämä mittaus suoritetaan tietyn mittaisena ajan jaksona, jonka jälkeen saatu data voidaan tulkita mallintamisohjelman avulla. Näiden mallinnusten avulla voidaan löytää optimaalinen perforointi pakattavalle tuotteelle, jolloin pakkausmateriaalissa olevien reikien kautta tasapainotetaan pakkauksen sisäinen atmosfääri eli liika hiilidioksidi pääsee poistumaan ja kasviksen tarvitsemaa happea pääsee tilalle. (Jensen, 8).

5.2.2 Entsymaattinen ruskistuminen

Kasvisten entsyymaattinen ruskistuminen tarkoitetaan kasviksessa tapahtuvaa värimuutosta, joka useimmiten tapahtuu silloin kun kasvis leikataan paloiksi. Tämä reaktio johtuu kasvisten entsyymeistä, polyfenoleista ja niiden reagoinnista hapen kanssa. (Vaclavik & Christian 2003, 110.) Esimerkiksi jäävuorisalaatin pakkaaminen liian korkeaan happipitoisuuteen saattaa aiheuttaa leikkauspintojen punertumista tai ruskistumista, jolloin salaatin laatu näyttää huomattavasti heikommalta.

6 AISTINVARAINEN ARVIOINTI

Perinteinen aistinvarainen tutkimus tarkoittaa elintarvikkeiden maun, hajun, ulkonäön ja rakenteen arviointia. Aistinvaraista arviointia käytetään esimerkiksi teollisuudessa laaduntarkkailussa, tuotekehityksessä ja markkinatutkimuksissa sekä valvonnassa, jolloin arvioidaan tuotteiden kelpoisuutta ja sen virheiden arviointia. (Tuorila & Appelbye 2008, 18, 21).

Tuorilan ym. (2008, 20) mukaan elintarvikkeita arvioidessa havainnot tehdään ulkonäön, aromin, flavorin, rakenteen ja lämpötilan perusteella. Kunkin aistin tärkeys arvioinnissa vaihtelee, riippuen siitä minkälaista elintarviketta ollaan tutkimassa. Haju ja maku ovat usein hallitsevia ominaisuuksia juomissa, rakenne on tärkeä mm. leivässä, lihassa sekä salaattissa ja ulkonäöllä on merkitys hedelmiä, marjoja ja vihanneksia arvioidessa.

Aistinvaraisen arvioinnin apuna käytetään mitta-asteikkoja, jolla arvioidaan aistein havaittavaa ominaisuutta. Arviointi voidaan suorittaa pistein, sanallisesti tai graafisesti. (Mustonen ym. 2008, 59).

Aistinvarainen laadun tarkkailu. Ihanteellisessa tilanteessa yrityksessä on ainakin yksi henkilö, joka on koulutettu aistinvaraisen laadun tutkintamenetelmien käyttöön ja joka vastaa toiminnasta eli raadin koostamisesta sekä kouluttamisesta, tulosten seurannasta ja menetelmien kehittämisestä. Tutkimusmenetelmien ja niiden tulosten tehokas hyödyntäminen vaatii sitä, että organisaatio on sitoutunut tuottamaan hyvää aistittavaa laatua sekä sitä, että aistinvaraisen tutkimuksen tuloksia hyödynnetään myös päätöksen teossa ja tuotannon ohjaamisessa. Lisäksi raadin muodostamiseen tulisi panostaa riittävästi henkilömäärän ja koulutuksen suhteen, vaikka hyvin usein raadin koko on 3-5 henkilöä tai vielä vähemmän. (Lapveteläinen & Appelbye 2008, 121).

Aistinvaraisen arvioinnin pohjana pitäisi aina olla tuotespesifikaatiot, joissa esitetään tuotteen tavoite taso, sen kemialliset, fysikaaliset, mikrobiologiset ja aistinvaraiset ominaisuudet ja näiden kaikkien ominaisuuksien hyväksyttävät raja-arvot. Usein kuitenkin voi olla, että aistinvaraisia mittaustavoitteita ei kuvata spesifikaatioi-

hin lainkaan, jolloin myös aistinvaraisen raadin kouluttaminen voi olla haastavampaa, jos ei olla selvillä siitä mikä on hyväksyttävää ja mikä ei. (Lapveteläinen & Appelbye 2008, 122).

Aistinvaraisissa tutkimuksissa on mahdollista käyttää kolme erilaista raatia: kuluttajaraatia, asiantuntijaraatia tai koulutettua raatia. Näistä tyypeistä koulutettu raati on erittäin käyttökelpoinen, kun toteutetaan aistinvaraista laadunvalvontaa. Kälviäinen ym. (2008, 157) korostaa että oikein valitut raadin jäsenet ja heille annettu riittävä koulutus takaa yhtenäisemmät tulokset ja paremman asteikon käyttämisen arvioinneissa. Tällä riittävällä koulutuksella vältetään arviointitulosten vääristyminen, joita aiheutuu arvioijien tekemistä psykologisia virheitä esimerkkinä näistä keskihakuisuusvirhe, jossa vältetään käyttämästä arvosteluasteikon ääripäitä ja käytetään vain sen keskiosaa.

Aistinvarainen arviointi on tärkeä myös silloin kun suoritetaan tutkimuksia tuotteen säilyvyyssajan määrittämiseksi. Tällöin aistinvaraisia arviointeja tarvitaan mikrobiologisten mittaustulosten tulkinnan avuksi, koska pelkkien mikrobiologisten tulosten perusteella laatua ei pystytä suoraan määrittämään. (Elintarviketeollisuusliitto 2017, 3).

7 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT

Tutkimuksen toimeksiantaja oli tehnyt hankintapäätöksen uusista rasioista, uudelta toimittajalta. Samalla rasian valmistusmateriaalia vaihtui PET-muovista PP-muoviksi. Tämän takia tahdottiin löytää ja testata PP-muovista valmistetulle rasialle sopiva yläkalvo, joka sulkee rasian, koska vanhalla rasialla käytössä oleva kalvo ei ole yhteensopiva uuden materiaalin kanssa.

Koska toimeksiantajalla on tuotevalikoimassa erilaisia rasiapakattuja salaatteja, päädyttiin tutkimuksen kohteeksi valitsemaan tuotevalikoimasta tuote, jolle materiaalivaihdon ajateltiin tuovan eniten hyötyä. Kyseinen tuote on haastava siitä syystä, että nykyisellä rasia- ja suljentakalvoyhdistelmällä, kalvo pullistuu aika ajoin ennen viimeistä käyttöpäivää. Aikaisempien testien perusteella, jossa on seurattu rasioiden suojakaasukoostumuksen muuttumista, pullistuminen johtuu hiilidioksidin kertymisestä rasiaan. Vaikka kyseinen seikka ei vaikuta tuotteen säilyvyysaikaan negatiivisesti, ei tällainen tuote ole asiakkaan mielestä välttämättä se kaikista houkuttelevin vaihtoehto, koska monessa tuotteessa pullistuminen on merkki pilaantumisesta.

Testaukseen valikoitiin kuusi eri valmistajan kalvoa, joista osa oli ominaisuuksiltaan lähempänä toisiaan ja osa erilaisempia. Kalvon eroavaisuudet tulivat muun muassa siitä, miten OTR oli kalvoon saatu aikaan, osassa se oli kalvokerrosten yhdistelmästä, yhdessä oli laserperforoitu jana, jolla kalvolle saatiin ilmoitettu OTR aikaiseksi.

Samaan tutkimukseen tahdottiin ottaa mukaan suojakaasujen tarkastelu, jotta nähtäisiin, miten erilaiset suojakaasuyhdistelmät käyttäytyvät erilaisten suljentakalvojen kanssa esimerkiksi, aiheuttaisiko jokin suojakaasuyhdistelmä kalvon pullistumisen ja voitaisiinko aistinvaraiseen tai mikrobiologiseen laatuun vaikuttaa toisenlaisella kaasuseoksella parantavasti ja osoittautuisiko näitä seikkoja tarkastellessa jokin suojakaasuyhdistelmä muita yhdistelmiä paremmaksi.

8 KÄYTETYT VÄLINEET JA MENETELMÄT

8.1.1 Kalvot

Testaukseen oli valikoitu kuusi eri valmistajan kalvoa, joista kaksi oli samalta valmistajalta, mutta erilaisilla OTR-arvoilla: 1000 ja 10 000. Kolmessa kalvossa valmistajan ilmoittama OTR oli 150 ja kuudes kalvoista oli ns. barrier-kalvo, jossa OTR oli 4,5.

Jotta kalvojen valmistajilla tai kaasuilla ei olisi merkitystä mielipiteeseen käytettiin merkintöihin muita tunnisteita. Kaasut merkittiin aakkosilla ja kalvot merkittiin numeroilla:

- A = 10/10/80
- B = 20/80
- C = N₂
- D = 5/15/80
- 1 = Valmistaja 1
- 2 = Valmistaja 2
- 3 = Valmistaja 3
- 4 = Valmistaja 4 A, OTR 10 000
- 5 = Valmistaja 4 B, OTR 1000
- 6 = Valmistaja 5.

8.1.2 Kaasut

Kaasut, jotka tutkimukseen otettiin mukaan olivat seuraavat:

- 20/80, kaasuseos jossa 20% CO₂ ja 80% N₂
- 10/10/80, kaasuseos jossa 10% O₂, 10% CO₂ ja 80% N₂
- N₂-kaasu, jossa alle 5% O₂
- 5/15/80, kaasuseos, jossa 5% O₂, 15% CO₂ ja 80% N₂

8.2 Koeajossa käytetty laitteisto ja koneasetukset

Koeajossa käytettiin yrityksessä jo ennestään käytössä olevia koneita ja laitteita.

Koneasetukset. Koska kalvojen ominaisuudet olivat hyvin lähellä toisiaan, pystyttiin lähtemään yhdestä aloitusarvosta, jonka voitiin olettaa soveltuvan kaikille testattaville kalvoille. Aloitusarvoiksi laitettiin 160 °C ja 0,7 sekuntia eli 700 mikrosekuntia. Jokaisen kalvon kohdalla testattiin erikseen, että lämpötila ja suljenta-aika on ollut riittävä kyseiselle kalvolle. Testaus tehtiin rasiolla, joka suljettiin koneessa normaalisti ja suljennan jälkeen annettiin hetki jäähtyä. Jäähtymisen jälkeen kalvoa painettiin käsin ja katsottiin, että saumaus oli riittävän tiukka eli saumaus ei rikkoudu paineesta tai siinä ei ollut havaittavissa ilmavuotoja. Vain yhden kalvon, nro 6, saumauslämpötilaa jouduttiin nostamaan viidellä asteella 165 °C asteeseen, jotta saatiin riittävän pitävät saumat kyseiselle kalvolle.

Nämä testaukset kalvon saumauksesta tehtiin vain ensimmäisellä ajokerralla, seuraavilla kerroilla käytettiin samoja arvoja, jotka oltiin todettu riittäviksi kalvon saumaamiseksi.

8.3 Seuranta ja arviointi

Kaikista rasioista seurattiin kaasujen suhteiden muutoksia valmistuksen jälkeen. Kaasumittaukset suoritettiin valmistuspäivänä, 24 tunnin sisällä, kolmannen, kuudennen, yhdeksännen ja kymmenennen päivän kohdalla. Aina kaasumittauksien yhteydessä suoritettiin pääsääntöisesti aistinvaraista arviointia salaattikomponenteista: onko rasiaan kertynyt vettä, onko salaatti lähtenyt ruskistumaan ja näyttääkö yleisesti salaatin komponentit siltä, että niitä voisi syödä esimerkiksi ulkonäössä ei havaittavissa limaisuutta tai epämiellyttäviä hajuja. Lisäksi arvioitiin käytetyn kalvon käytettävyys: miten hyvin kalvo irtoaa rasiasta (kuluttajan kannalta erittäin olennainen ominaisuus), miten hyviltä saumat vaikuttavat: onko ehjä saumausjälki näkyvissä kalvossa ja että saumauksissa ei ole vuotoja.

Tämän lisäksi suoritettiin koeajosarjoista isompi aistinvarainen arviointi, jossa oli myös muuta toimeksiantajan henkilöstöä paikalla. Tällöin arvioitiin kalvon käytettävyyttä, ulkonäköä, makua ja hajua erillisellä lomakkeella, joihin kirjattiin arvioinnin tulokset ylös niin, että jokainen arvostelija täytti oman lomakkeen. Aistinvaraisessa arvioinnissa käytettiin viisiportaista asteikkoa, jossa 1=huono, 3=heikentynyt ja 5=ei huomautettavaa. Myös puolikkaat pisteet sallittiin arvostelussa. Arvosteltavana oli ulkonäkö, haju ja maku, johon arvioitiin kurkku, salaatti ja salaattijuusto, jotka ovat herkkiä makuvirheille. Arvostelussa myös verrattiin tutkittavia salaatteja normaali-tuotannon vastaavaan tuotteeseen.

8.3.1 Aistinvarainen arviointi

Aistinvarainen arviointi suoritettiin yhdessä toimeksiantajan henkilökunnan kanssa. Osallistujat olivat työstä kiinnostuneita henkilöitä, joten osallistujia aistinvaraisessa arvioinnissa oli mukana kolmesta seitsemään henkeä. Näitä arviointeja tehtiin kahdesti jokaisesta sarjasta. Ensimmäinen arviointi suoritettiin tuotteelle säilyvyysajan puitteissa, jolloin oletuksena oli, että tuote on edelleen täysin priimakuntoinen eikä siinä ilmene seikkoja, jotka estäisivät tuotteen säilymisen viimeiseen käyttöpäivään asti.

Toinen aistinvarainen arviointi suoritettiin yksi päivä viimeisen käyttöpäivän jälkeen, jolloin oletuksena oli, että tuotteen aistinvarainen laatu olisi jo jonkin verran heikentynyt.

Aistinvaraisessa arvioinnissa arvioitiin ulkonäkö: pisteytys annettiin salaatin ulkonäön eli ruskistumisen perusteella. Kommentteihin saattoi kuitenkin lisätä huomioita muidenkin komponenttien ulkonäöstä. Haju arvioitiin yleisesti rasiaa haistellen ja maku arvioitiin kriittisimpien komponenttien eli kurkun, salaatin ja juustokuutioiden perusteella. Jokainen pisteytti kyseiset ominaisuudet asteikolla yhdestä viiteen, jossa 5 = hyvä, 3= heikentynyt ja 1= huono. Myös puolikkaat pisteet sallittiin.

8.3.2 Mikrobiologiset testaukset

Mikrobiologiset analyysit suoritti ulkopuolinen akkreditoitu laboratorio, jota toimeksiantaja muutenkin käyttää mikrobiologisissa tutkimuksissaan, koska yrityksellä ei ole omaa laboratoriota. Jokaisesta rasiasta tehtiin viimeisenä käyttöpäivänä säilyvyystestaukset, jossa tutkittiin seuraavat:

- UM0V2 – E. coli, menetelmä: ISO 16649-2:2001
- UMD60 – Enterobakteerit, menetelmä NKML 144:2005
- UMRWW – Listeria monocytogenes, menetelmä sisäinen Rapid L mono
- UMRWW – Hiivat ja homeet, menetelmä NKML 98:2005 Mod.
- UMVHC - Alustava Bacillus Cereus, menetelmä NMKL 67:2010

Mikrobiologisia tuloksia tulkittiin samalla tavalla kuin omavalvontanäytteitäkin ja käytettiin samoja raja-arvoja mikrobiarvoille, jotka toimeksiantaja on määritellyt kyseisen laisille säilyvyystestauksille.

9 TULOKSET

Poistettu, sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

10 YHTEENVETO

Opinnäytetyöstä on poistettu osia tekstistä niiden sisältämien liike- ja ammattisalaisuuksien takia. Tuloksista voidaan kuitenkin tarkastella yleisiä huomioita. Kokeellisen osan tutkimusten perusteella löydettiin salaattirasian suljentaan soveltuva kalvo, joka toimii niin toimeksiantajalle tuotannollisesti kuin myös käyttäjän näkökulmasta sekä on tarkoitukseensa sopiva niin, että saavutetaan laadulle asetetut tavoitteet mikrobiologisesti ja aistinvaraisesti. Näin ollen saavutettiin työn päätavoite.

Työn tarkkuuden kannalta olisi pitänyt huomioida joitakin seikkoja. Tuloksia tarkastellessa huomattiin, että koesarjat olisivat voineet olla vielä isommat, jolloin oltaisiin päästy paremmin eroon esimerkiksi kaasumittauksissa tapahtuneista virheistä. Kaasumittausten suorittaminen on haastavaa siitä syystä, että seuranta ei onnistu vain yhdestä rasiasta tarkastelun alusta loppuun asti, vaan jokainen mittaus on suoritettava uudesta rasiasta. Tällä kertaa kaasumittaus tehtiin vain yhdestä rasiasta per kerta, jolloin mahdolliset virheet suljennassa näkyivät vasta tulosten yhteenkoonnissa. Jos jokaiselle mittaus kerralle olisi ollut useampi rasia, olisi näiden keskiarvotuloksista voinut saada vielä tarkempaa dataa. Toisaalta kokeellisessa osassa olleet tarkastelu tavat riittivät työn päätarkoituksen täyttymiseen eli sopivan suljentakalvon löytämiseen. Lisäksi kaasuista tehdyt tarkastelut antoivat pienestä epätarkkuudestaan huolimatta lisätietoa toimeksiantajalle pakkauskaasuseosten erilaisuudesta ja sopivuudesta heidän tuotteensa pakkaamiseen, niin että tuloksia pystyttiin vertaamaan yrityksessä aiemmin tehtyihin testeihin.

Tutkimusten suorittamisen ja tulosten tarkastelun aikana löydettiin seikkoja, joiden huomioiminen parantaisi jatkossa tuote- ja pakkauskehitystä sekä tuotteiden aistinvaraisia ominaisuuksia ja säilyvyyttä toimeksiantaja yrityksessä. Osa näistä seikoista on jo otettu osaksi toimeksiantajan prosesseja.

LÄHTEET

- American Plastics. 1996. Understanding plastic films: Its uses, benefits and waste management options. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 20.1.2018]. Saatavana: <https://plastics.americanchemistry.com/Understanding-Plastic-Film/>
- Brandt B. & Pilz, H. 2011. Impact of plastic packaging on life cycle energy consumption and greenhouse gas emission in Europe. [Verkkójulkaisu]. Denkstatt GmbH. [Viitattu 16.1.2018]. Saatavana: http://www.plasticseurope.org/documents/document/20111107113205-e_ghg_packaging_denkstatt_vers_1_1.pdf
- Brown, H. & Williams, J. 2003. Packaged product quality and shelf life. In: R. Coles, D. Mcdowell, M.J. Kirwan (ed.) Food packaging technology. Blackwell Publishing Ltd. 65-94.
- Cantwell, M. & Suslow, T. Ei päiväystä. Fresh-cut fruits and vegetables: Aspects of physiology, preparation and handling that affect quality. [Verkkójulkaisu]. Post-harvest Technology Horticultural Products, publ. 3311. [Viitattu 19.12.2017]. Saatavana: <http://ucanr.edu/datastoreFiles/608-357.pdf>
- Coles, R. 2003. Introduction. In: R. Coles, D. Mcdowell, M.J. Kirwan (ed.) Food packaging technology. Blackwell Publishing Ltd. 1-31.
- Demesmaeker, M. 2018. Draft report on a European strategy for plastics in a circular economy (2018/2035(INI)). [Verkkójulkaisu]. Committee on the Environment, Public Health and Food Safety. [Viitattu 10.4.2018]. Saatavana: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-%2f%2fEP%2f%2fNONSGML%2bCOMPARL%2bPE-619.271%2b01%2bDOC%2bPDF%2bV0%2f%2fEN>
- Elintarviketeollisuusliitto. 2017. Elintarvikkeiden mikrobiologisia ohjausarvoja viimeisenä käyttöpäivänä. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 22.10.2018]. Saatavana: <http://www.etl.fi/media/aineistot/suosituksset-ja-ohjeet/elintarvikkeiden-mikrobiologisia-ohjausarvoja-viimeisena-kayttopaivana-2017-suositus.pdf>
- Eskelinen, H., Haavisto, T., Salmenperä H. & Dalhbo, H. 2016. Muovien kierrätyksen tilanne ja haasteet. [Verkkójulkaisu]. Helsinki: CLIC Innovation raportti nro. D4. 1-3. [Viitattu 9.4.2018].
- Evira. 2014. Eviran ohje 17068/1. Elintarvikeopas elintarvikevalvojille ja elintarvikealan toimijoille. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 11.1.2018]. Saatavana: https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/julkaisut/oppaat/elintarviketietopas_eviran_ohje_17068_1.fi.pdf

- Evira. 2017. Eviran ohje 10501/2. Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaatimukset komission asetuksen (EY) No 2073/2005 soveltaminen sekä yleisiä ohjeita elintarvikkeiden mikrobiologisista tutkimuksista. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 9.7.2018]. Saatavana: https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/julkaisu/oppaat/mikrob_vaatimukset/eviran_ohje_10501_2.pdf
- (EY) N:o 1935/2004. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1935/2004. 2004. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 27.11.2017]. Saatavana: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:338:0004:0017:fi:PDF>
- (EY) N:o 10/2011. Komission asetus (EY) N:o 10/2011. 2011. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 27.11.2017]. Saatavana: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN>
- (EY) N:o 2023/2006. Komission asetus (EY) N:o 2023/2006. 2006. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 27.11.2017]. Saatavana: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:384:0075:0078:FI:PDF>
- FLAIR Flexible Packaging Corporation. 2005. Oxygen Transmission Rate (OTR). [Verkkosivu]. [Viitattu 11.7.2018]. Saatavana: [http://www.flair-packaging.com/pages/packaging_for_dairy_and_deli_flair-flexible_packag/resources/packaging101_meat/Oxygen%20Transmission%20Rate%20\(OTR\)/2](http://www.flair-packaging.com/pages/packaging_for_dairy_and_deli_flair-flexible_packag/resources/packaging101_meat/Oxygen%20Transmission%20Rate%20(OTR)/2)
- Girling, P.J. 2003. Packaging of food in glass containers In: R. Coles, D. Mcdowell & M.J. Kirwan (ed.) Food packaging technology. Blackwell Publishing Ltd. 152-173.
- Jensen, K. Ei päiväystä. Guide Packaging Fresh Fruit and Vegetables.
- Jensen, K. 2014. Handbook for measuring respiration and how to determine the needed permeability in a packing film for optimum shelf-life of fruit, vegetables and salad.
- Kirwan, M.J. & Starwbridge J. 2003. Plastics in food packaging. In: R. Coles, D. Mcdowell, M.J. Kirwan (ed.) Food packaging technology. Blackwell Publishing Ltd. 174-240.
- Kälviäinen, N., Roininen, K. & Appelbye, U. 2008 Raadin valinta, harjaannuttaminen ja seuranta. Teoksessa: H. Tuorila & U. Appelbye (toim.). Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. Helsinki. 157-174.
- Lapveteläinen, A. & Appelbye, U. 2008. Aistinvarainen laaduntarkkailu. Teoksessa: H. Tuorila & U. Appelbye (toim.). Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. Helsinki. 119-137.

- Luh, B.S. 1997. Principles and applications of vegetable processing. In: D.S. Smith, J.N. Cash, W.-K. Nip & Y.H. Hui (ed.) Processing vegetables: Science and technology. Switzerland: Technomic Publishing AG. 3-48.
- Marsh, K. & Bugusu, B. 2007. Food Packaging – Roles, materials and environmental issues. [Verkkoartikkeli]. Journal of Food Science volume 72, issue 3. [Viitattu 27.11.2017]. Saatavana: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2007.00301.x/full>
- Mullan, M., McDowell, D. 2003. Modified atmosphere packaging. In: R. Coles, D. McDowell & M.J. Kirwan (ed.) Food packaging technology. Blackwell Publishing Ltd. 303-339.
- Mustonen, S., Appelbye U. & Vehkalahti, K. 2008. Aistinvarainen mittaaminen. Teoksessa: H. Tuorila & U. Appelbye (toim.). Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. Helsinki. 54-69.
- Plastic Europe. 2018. Plastics – the Facts 2017. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 9.4.2018]. Saatavana: https://www.plasticseurope.org/application/files/5715/1717/4180/Plastics_the_facts_2017_FINAL_for_website_one_page.pdf
- Polyprint Inc. 2008. Oxygen transmission rate. [Verkkosivu]. [Viitattu 22.10.2018]. Saatavana: <http://www.polyprint.com/flexographic-otr.htm>
- Saltveit M.E. Ei päiväystä. Fresh-cut Vegetables. [Verkkojulkaisu] University of California, Davis, Davis, California, U.S.A. 691-709. [Viitattu 18.12.2017]. Saatavana: http://irrec.ifas.ufl.edu/postharvest/HOS_5085C/Reading%20Assignments/BartzBrecht-29-Fresh-Cut%20Veggies.pdf
- Saltveit, M.E. 2016. Respiratory Metabolism. In: Agricultural Research Service. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks. United States Department of Agriculture. 68-75. Saatavana: <https://www.ars.usda.gov/is/np/CommercialStorage/CommercialStorage.pdf>
- Sunmer, S. & Peters, D. 1997. Microbiology of vegetables. In: D.S. Smith, J.N. Cash, W.-K. Nip, Y.H. Hui (ed.) Processing vegetables: Science and technology. Switzerland: Technomic Publishing AG. 87-114.
- Suomen Uusiomuovi. 2018. Opas kierrätyskelpoisen muovipakkauksen suunnitteluun. Helsinki. Taitto Kiriprintti Oy, 1. painos.
- Tuorila, H. & Appelbye U. 2008. Aistinvarainen tutkimus: tieteenala ja käyttöalueet. Teoksessa: H. Tuorila & U. Appelbye (toim.). Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. Helsinki. 17-31.

Vaclavik, V.A. & Christian E.W. 2003, Essentials of food science. New York. Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Wagner M. 2014. Microplastics in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know. [Verkköjulkaisu] Environmental Sciences Europe Bridging Science and Regulation at the Regional and European Level. [Viitattu 9.4.2018] Saatavana: <https://enveurope.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s12302-014-0012-7>

Zagory, D. & Kader, A.A. 1988. Modified Atmosphere Packaging of Fresh Produce. [PDF-tiedosto]. Reprinted from Food Technology 42(9): 70-74 & 76-77. [Viitattu 25.10.2018]. Saatavana: <https://ucanr.edu/datastoreFiles/234-400.pdf>

