

Niina Aarnisalo

# Suojakaasun vaikutukset täytettyjen leipien säilyvyyteen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja elintarviketekniikka

Insinöörityö

21.12.2017

Tekijä Otsikko	Niina Aarnisalo Suojakaasun vaikutukset täytettyjen leipien säilyvyyteen
Sivumäärä Aika	40 sivua + 1 liite 21.12.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Bio- ja elintarviketekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Lehtori Pia-Tuulia Laine Yliopettaja Veli-Matti Taavitsainen
<p>Insinööriyössä verrattiin suojakaasuun ja ilmaan pakattujen täytettyjen leipien säilyvyyttä. Tavoitteena oli selvittää, onko suojakaasulla vaikutusta tuotteen säilyvyyteen ja laatuun. Opinnäytetyön toimeksiantajan kannalta tavoitteena oli tehostaa tuotantoprosessia ja saada mahdollisia säästöjä. Työssä tutkittiin neljää sisällöltään erilaista täytettyä leipää, joilla kaikilla oli suuret valmistusvolyymit. Työn alussa suoritettiin myös kartoitus markkinoilla olevista täytetyistä leivistä. Kartoituksen avulla saatiin tietoa muiden yritysten tuotteista ja pakkausmenetelmistä.</p> <p>Näyteleiville tehtiin viisi päivää kestävä säilyvyyskoe. Näytteiden aistinvaraiset ominaisuudet tutkittiin 5–9 päivän ikäisistä näytteistä. Mikrobiologiset ominaisuudet tutkittiin kahdeksan ja yhdeksän päivän ikäisistä näytteistä. Kaikki näytteet valmistettiin samana tuotantopäivänä. Puolet näyteleivistä pakattiin ilmaan ja puolet suojakaasuseokseen. Tulosten luotettavuuden lisäämiseksi kaikista näytteistä otettiin samasta erästä myös rinnakkaisnäytteet jokaiselle tutkimuspäivälle (päivät 5–9). Mikrobiologisiin analyyseihin valmistettiin kolme osanäytettä. Näytteitä säilytettiin 5 °C:ssa. Suojakaasun vaikutusta tuotteen säilyvyyteen ja aistittavaan laatuun selvitettiin yleisellä kuvailevalla menetelmällä. Näytteistä arvioituja ominaisuuksia olivat haju, ulkonäkö, kasvisten ulkonäkö, rakenne, kasvisten rakenne ja maku. Arviointeja tekevä raati koostui yrityksen leipätuotteet tuntevista asiantuntijoista. Tuotteiden mikrobiologiset analyysit (<i>E. coli</i>, <i>L. monocytogenes</i>, <i>Salmonella</i>, <i>S. aureus</i>) teetettiin akkreditoidussa laboratoriossa.</p> <p>Suojakaasulla oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus ainoastaan D-leivän hajuun (<math>p=0,02</math>) ja C-leivän rakenteeseen (<math>p=0,03</math>). Suhteessa säilytysaikaan ei suojakaasulla ollut tilastollisesti merkittävää vaikutusta minkään leipänäytteen aistittaviin ominaisuuksiin. Aistinvaraiselta laadultaan parhaiten (viimeiseen arviointipäivään asti) säilyvät B- ja C-leivät. Mikrobiologisissa tuloksissa näytteistä ei löytynyt tutkittuja bakteereita. A- ja D-leipien kaikissa osanäytteissä oli korkeat hiivapitoisuudet. Kahdessa osanäytteessä myös homepitoisuus oli korkea. D-leivässä suojakaasulla näytti olevan hillitsevä vaikutus hiivojen kasvuun.</p> <p>Tulosten perusteella suojakaasun pois jättämistä voidaan harkita. Suojakaasun pois jättäminen olisi kannattavaa mm. kustannusten vähentämiseksi. Suositeltavaa olisi vielä toistaa täytettyjen leipien arviointi ja tämän jälkeen tehdä päätös suojakaasun tarpeellisuudesta.</p>	
Avainsanat	suojakaasu, suojakaasupakkaus, aistinvarainen arviointi, täytetyt leivät

Author Title Number of Pages Date	Niina Aarnisalo Effect of protective atmosphere on the preservation of filled breads 40 pages + 1 appendix 21 Dec 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biotechnology and Food Engineering
Specialisation option	
Instructor(s)	Lecturer Pia-Tuulia Laine Principal lecturer Veli-Matti Taavitsainen
<p>In this thesis the purpose was to compare the preservation of the protective gas and air packaged filled breads. The aim was to find out whether the protective gas has an effect to products self life and quality. The clients aim was to make the production process more efficient and to make possible savings. The thesis studied four different types of filled breads, all of which had high production volumes. At the beginning of the thesis, a survey was also performed on filled breads on the market. The survey provided information on the products and packaging methods of other companies.</p> <p>A five-day shelf life test was performed on the samples. Sensory evaluation was made on 5–9 days old samples. Microbiological quality was studied on eight- and nine-day-old samples. All samples were produced on the same production day. Half of the samples were packed into the air and half into the protective gas mixture. To increase the reliability of the results, replicates were taken from all samples of every batch for each evaluation day (days 5–9). Three incremental samples were prepared for microbiological analyses. Samples were stored at 5 °C. The effect of the protective gas on the product's self life and sensory quality was determined by a general descriptive method. The estimated qualities of the samples were the smell, the appearance, the appearance of the vegetables, the structure, the structure of the vegetables and the taste. The evaluation team consisted company's experts who knew the bread products. The microbiological analyses of the products (<i>E. coli</i>, <i>L. monocytogenes</i>, <i>Salmonella</i>, <i>S. aureus</i>) were performed in an accredited laboratory.</p> <p>The protective gas had a statistically significant effect on the smell (<math>p=0,02</math>) of Bread D and the structure (<math>p=0,03</math>) of Bread C. Relative to storage time, protective gas was not statistically relevant to the sensory properties of any bread samples. Bread B and Bread C were preserved the best (until the last evaluation date). No bacteria were found in the microbiological results. All incremental samples of Bread A and Bread D had high yeast concentrations. In two samples, the mold content was also high. The protective gas seemed to have a retardant effect on yeast growth in Bread D.</p> <p>On the basis of the results, the exclusion of the protective gas can be considered. The exclusion of protective gas would also be profitable. It would be advisable to repeat the evaluation and then to make a decision on the need for protective gas.</p>	
Keywords	protective gas, modified atmosphere packing, sensory evaluation, filled breads

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Elintarvikkeiden pakkaaminen suojakaasuun	2
2.1	Pakkauksen merkitys elintarvikkeen laadulle	2
2.2	Määritelmä ja lainsäädäntö	2
2.3	Suojakaasupakkaamisessa käytettävät kaasut	3
2.4	Suojakaasupakkaamisessa käytettävät pakkausmateriaalit ja -koneet	5
3	Suojakaasuun pakatut täytetyt leivät	6
3.1	Suojakaasun hyödyt	6
3.2	Säilyvyyteen vaikuttavat tekijät	7
3.3	Markkinoilla olevat täytetyt leivät	10
3.4	Suojakaasupakkaamisen kustannukset	15
4	Kuvaileva menetelmä	16
4.1	Kuvailevan menetelmän periaate	16
4.2	Raati	17
4.3	Näytteiden arviointi ja tulosten analysointi	17
4.4	Varianssianalyysi	18
5	Materiaalit ja menetelmät	20
5.1	Leipänäytteet	20
5.2	Säilyvyyskokeen järjestelyt	20
5.3	Aistinvarainen arviointi	22
5.4	Mikrobiologiset analyysit	24
6	Tulokset ja tulosten tarkastelu	25
6.1	Raadin toimivuus	25
6.2	Säilytysajan vaikutukset	26
6.3	Pakkaustavan vaikutukset	29
6.4	Havainnot eri leipätyypeistä	32
6.4.1	A-leipä	34

6.4.2	B-leipä	35
6.4.3	C-leipä	36
6.4.4	D-leipä	37
6.5	Mikrobiologiset tulokset	38
7	Yhteenveto	39
	Lähteet	41
	Liitteet	
	Liite 1. Aistinvarainen arviointilomake	

## Lyhenteet

MAP Modified atmosphere packaging eli suojakaasupakkaaminen.

Flowpack Pakkauskone ja -menetelmä, jossa pakkauskalvosta muodostetaan tuotteelle pakkaus.

## 1 Johdanto

Suojakaasupakkaaminen on luonnollinen, elintarvikkeiden säilyvyyttä parantava menetelmä, jota käytetään kaikkialla maailmassa. Suojakaasua käytetään mm. täytettyjen leipätuotteiden pakkaamisessa, jotta tuotteelle saadaan pidempi säilyvyys kuin ilmaan pakattaessa. Suojakaasupakkaamisessa normaali ilma muutetaan kaasuseoksen avulla poikkeavaksi. Tuotteelle sopivaan suojakaasuseokseen pakattuna sen laatu, ulkomuoto, rakenne ja maku muuttuvat hitaammin kuin normaalissa ilmassa. Sopiva kaasuseos määritetään aina tuotteen mukaan. (1; 2.)

Täytetyt leivät koostuvat monesta erityyppisestä komponentista (tyypillisesti majoneesista, lihasta tai juustosta ja kasviksista), mikä vaikuttaa oleellisesti leipien säilyvyyteen. Leipäin käytetyillä raaka-aineilla on usein korkean veden aktiivisuus, mikä aiheuttaa nopeaa pilaantumista (hapettuminen, ruskistuminen ja rakennemuutokset). Pilaantumiseen vaikuttaa muutkin tekijät kuten lämpötila, pH, happi ja tuotantohygienia. Laatu-  
muutoksia voivat olla leivän kostuminen tai kuivuminen, kasvien nahistuminen ja täytteen kuivuminen. Laatu-  
muutoksia voidaan estää oikealla pakkaustavalla, säilytyksellä, raaka-aineiden valinnoilla tai kasaamisjärjestyksellä.

Insinööriyön tavoitteena oli selvittää, onko suojakaasulla merkitystä flowpakattujen (menetelmä, jossa pakkauskalvosta muodostetaan pakkaus) täytettyjen leipien säilyvyyteen ja aistittavaan sekä mikrobiologiseen laatuun. Työn tavoitteena oli saada yrityksen tuotantoon tehokkuutta (vähemmän ohjelman vaihteluja) ja mahdollisia säästöjä, jos suojakaasusta voitaisiin luopua. Työssä tutkittiin neljää sisällöltään erilaista täytettyä leipää, joilla kaikilla oli suuret valmistusvolyymit. Kaikki leivät sisälsivät tuoreita kasviksia. Kaikki näytteet valmistettiin samana tuotantopäivänä. Puolet valmistetuista näyteleivistä pakattiin ilmaan ja puolet suojakaasuseokseen. Tulosten luotettavuuden lisäämiseksi kaikista näytteistä otettiin samasta erästä myös rinnakkaisnäytteet jokaiselle tutkimuspäivälle (päivät 5–9). Suojakaasun vaikutusta tuotteen säilyvyyteen ja laatuun selvitettiin aistinvaraisin (yleinen kuvaileva menetelmä) ja mikrobiologisin menetelmin.

## 2 Elintarvikkeiden pakkaaminen suojakaasuun

### 2.1 Pakkauksen merkitys elintarvikkeen laadulle

Elintarvikkeiden pakkaukset ovat tärkeä tekijä koko elintarvikeketjussa. Pakkausmateriaali ja pakkaustapa ovat olennainen osa koko tuotetta. Elintarvikkeen pakkaukselta edellytetään, että se suojaa tuotetta likaantumiselta, mikrobisaastumiselta, kemiallisilta muutoksilta, kosteuden siirtymiseltä, hajuilta ja muilta vaurioilta, kuten kolhuilta. Pakkauksen tärkein tehtävä on säilyttää tuote aistittavilta, mikrobiologiselta ja ravitsemukselliselta laadultaan hyvässä kunnossa kuluttajalle asti. Sopiva pakkaustekniikka riippuu erilaisista tekijöistä kuten tuotteesta, säilytysolosuhteista, yrityksen koosta, markkina-alueesta ja asiakasryhmästä. (3, s. 266–267.)

Oikeanlaisella pakkauksella varmistetaan tuotteen hyvä laatu määritetyn myyntiajan. Säilyvyyttä lisäävää pakkaustekniikkaa ei tule käyttää pidentämään tuotteen elinikää loputtomiin. Etenkin tuoretuotteiden pakkauksessa tärkeää on myös tuotantohygienia sekä katkeamaton kylmäketju. Elintarvikkeen aistittava laatu saattaa olla huono viimeisenä myyntipäivänä mikä saattaa johtua esimerkiksi tuotteen huonosta lähtölaadusta, väärästä säilytyslämpötilasta tai väärästä pakkauskasuseoksesta. Suojakaasupakatussa tuotteessa jäännöshappipitoisuus tai hiilidioksidipitoisuus on saattanut myös olla liian korkea. (3, s. 266–267.)

### 2.2 Määritelmä ja lainsäädäntö

Suojakaasupakkaaminen (*Modified atmosphere packing* eli MAP-pakkaaminen) on luonnollinen, elintarvikkeiden säilyvyyttä parantava menetelmä, jota käytetään kaikkialla maailmassa. Suojakaasupakkaamisessa normaali ilma muutetaan kaasuseoksen avulla poikkeavaksi. Käytettyjen kaasujen tulee olla aina elintarvikelaatua. 47/1989 asetuksen (6 b §) mukaan ”*Pakkaamisen yhteydessä lisättävänä kaasumaisena säilöntäaineena saa käyttää hiilidioksidia, happea ja typpeä yksin tai seoksena*” (4). EU:ssa sallittuja kaasuja ovat myös argon, helium ja ilokaasu. (1; 2.)

Elintarvikkeiden pakkauskasuja ei tarvitse ilmoittaa aineosaluettelossa, vaikka ne luokitellaan lisäaineiksi. Pakkauskasun käytöstä on kuitenkin ilmoitettava merkinnällä. (5.) Kauppa- ja teollisuusministeriön elintarvikkeiden pakkausmerkintä asetuksen



1084/2004 mukaan ”*Elintarvikkeen, jonka säilyvyyttä on lisätty elintarvikelisiä aineista annetun asetuksen (521/1992) mukaisesti sallitulla pakkauskaasulla, pakkaukseen on tehtävä merkintä ’pakattu suojakaasuun’*” (6).

### 2.3 Suojakaasupakkaamisessa käytettävät kaasut

Suojakaasuseos määritetään aina pakattavan tuotteen mukaan. Jokaiselle tuoteryhmälle on niille sopiva kaasuseos. Oikea kaasuseos voidaan määrittää säilyvyyskokeiden ja ennakkotietojen tai tutkimustulosten avulla. Kosteille valmisteille käytetään hiilidioksidin ja typen seosta. Pakkauksessa käytettävät hiilidioksidin ja typen määrät määräytyvät pääasiassa tuotteen kosteuspitoisuuden mukaan. Tämä määrittää mikrobikasvun, hapettumisen ja entsyymaattisen aktiivisuuden nopeuden. Mitä suurempi tuotteen veden aktiivisuus on, sitä enemmän pakkauksessa tulisi olla hiilidioksidia. Kosteille valmisteille 20–30 % hiilidioksidia on usein sopiva. (1; 3, s. 270.)

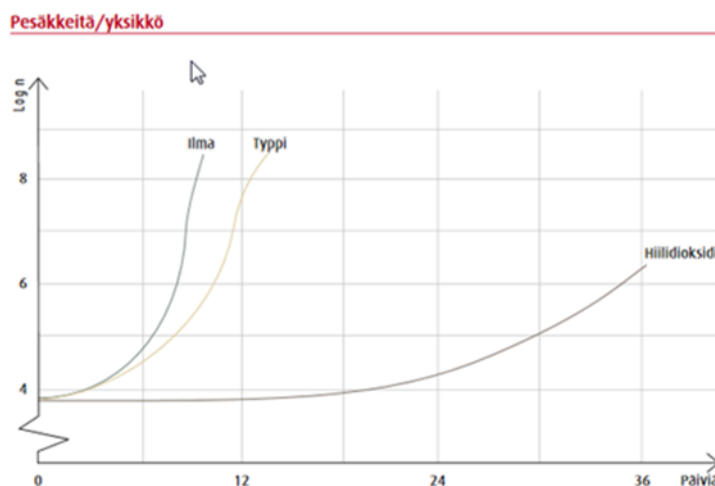
Täytettyjen leipien suojakaasupakkaaminen on haasteellista, koska ne sisältävät paljon erilaisia aineksia (kuten majoneesia, margariinia, lihaa, kalaa, juustoa, kasviksia), joista jokaisella aineksella on erilaiset säilyvyysominaisuudet. Lisäksi erilaiset ainekset vaikuttavat toisiinsa ja tarjoavat bakteereille erilaisen kasvualustan. Täytetyille leiville suositeltu suojakaasuseos on 30 % hiilidioksidia + 70 % typpeä. Tällöin pakkaukseen jäävän hapen pitoisuuden tulisi olla 1–2 %. Jos jäännöshappipitoisuus on korkeampi, MAP-pakkaus ei pysty suojaamaan tuotetta hapettumiselta. (1; 3, s. 269.)

#### Typpi (N<sub>2</sub>)

Jokaisella kaasulla on eri tehtävä pakkauksessa. Typpi on lähes inertti (reagoimaton) kaasu. Se liukenee huonosti veteen tai rasvaan. Typpi on täysin hajuton ja mauton. Tyypellä ei sinällään ole vaikutusta mikrobien kasvuun, mutta se syrjäyttää pakkauksesta hapen. Hapen poistaminen on tärkeää koska happi edistää pilaajamikrobien (*pseudomonaksien*, homeiden ja hiivojen) kasvua. Happea ei kuitenkaan saada kokonaan pois, etenkin huokoisten tuotteiden kohdalla. Tämä tarkoittaa, että mikrobiologinen pilaantuminen ja hapettuminen ovat mahdollisia. Typpi estää myös rasvojen ja väriainneiden hapettumista sekä makumuutosten syntymistä. Hiilidioksidin kanssa typpi toimii myös täytekaasuna. (3, s. 269; 7, s. 105.)

## Hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>)

Hiilidioksidi on tärkein leipien suojakaasupakkaamisessa käytettävistä kaasuista. Se tehokkaasti estää ja hidastaa pilaajamikrobien (homeiden, hiivojen, gram-negatiivisten bakteerien) kasvua. Hiilidioksidin toiminta perustuu siihen, että se liukenee elintarvikkeen vesifaasiin ja laskee pH:ta, mikä hidastaa mikrobien kasvua. Hiilidioksidi liukenee matalassa lämpötilassa tuotteeseen enemmän ja sen vaikutus tehostuu. Parhaiten hiilidioksidi toimii 0 °C:ssa. Yli 5 °C:ssa sen mikrobien kasvua estävä vaikutus on vähäinen. Käytetty hiilidioksidipitoisuus on yleensä 20–100 %. Suurta hiilidioksidipitoisuutta käytetään kun pakataan mm. leipomotuotteita tai kovia juustoja. Muiden tuotteiden kohdalla korkea hiilidioksidipitoisuus voi aiheuttaa pistävää makua ja hajua tai värihaittoja. (3, s. 269; 7, s. 104.) Kuvassa 1 on esitetty hiilidioksidin bakteerinkasvua estävä vaikutus. Tällöin hiilidioksidin pitoisuuden tulee olla yli 20 %.



Kuva 1. Suojakaasupakkaamisessa käytettyjen kaasujen vaikutus bakteerien kasvuun sianlihassa 4 °C:ssa (1).

## Happi (O<sub>2</sub>)

Pakkauksista halutaan yleensä hapesta eroon, koska se aiheuttaa tuotteen härskiintymistä ja edistää mikrobien kasvua. Kuitenkin on tapauksia, joissa hapesta on hyötyä ja sitä tarvitaan. Tuoreet kasvikset, hedelmät ja punainen liha (väri) tarvitsevat happea, jotta ne säilyvät. Täytettyjen leipien suojakaasupakkaamisessa hapesta ei päästä kokonaan eroon vaan jäännöshappipitoisuuden tulisi olla 1–2 %. Pakkaukseen jäävän hapen avulla myös tuoreet kasvikset pystyvät säilymään suojakaasupakkauksessa. (7, s. 105; 8; 9.)

## 2.4 Suojakaasupakkaamisessa käytettävät pakkausmateriaalit ja -koneet

Pakkausmateriaalit ovat keskeisessä osassa elintarvikkeiden laadun ja säilyvyyden turvaamisessa. Suojakaasua voidaan käyttää pakkauksiin, joiden materiaali ei läpäise kaasuja. Pakkaukset täytyy sulkea tiiviisti. Pakkauksen avaamisen jälkeen suoja häviää. Pakkausmateriaaleiksi soveltuvat vakuumpakkauskalvot, joiden hapen läpäisevyys on 50–100 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> 24h 101,3 kPa, 23 °C, ja tiiviit kalvot, joiden hapen läpäisevyys on alle 10 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> 24 h 101,3 kPa, 23 °C. Tuotteen säilyvyyden kannalta kaasupakkauksissa hapenläpäisevyydellä ei ole yhtä suurta merkitystä kuin vakuumpakkauksissa. (7, s.103; 3, s. 270.)

Suojakaasupakkaamiseen käytettävä konetyyppi riippuu pakattavasta tuotteesta. Pakkaustekniikka on kuitenkin usein sama. Ensin muodostetaan pakkaus, joka täytetään pakattavalla tuotteella. Pakkauksessa oleva ilma korvataan kaasuseoksella ja tämän jälkeen pakkaus suljetaan tiiviisti. Kaasutus voidaan suorittaa kahdella eri tavalla. Ensimmäinen tapa on tyhjiöinti + kaasutus ja toinen tapa on kaasuseoksella huuhtelu. Tyhjiöinti on kaksivaiheinen ja siksi huuhtelua hitaampi, mutta pakkaukseen jäävän hapen määrä on alhaisempi. Huuhtelussa kaasun kulutus on suurempi ja sitä käytetään tuotteille, jotka eivät kestä tyhjiöintiä. Tällaisia tuotteita ovat mm. leipomotuotteet. Huuhtelu on kuitenkin nopeampi tapa pakata, koska kaasuvirtaus on jatkuvaa. (1; 3, s. 269; 7, s. 104.)

Kaasupakkaamiseen on olemassa erilaisia koneita, kuten dynokoneita, snorkkelikoneita ja ratakoneita (syväveto- ja flowpack-koneet). Flowpack-kone valmistaa yhdestä pakkauskalvorullasta tuotteelle pakkauksen, joka suljetaan kahdella päätysaumalla. Pakkauskalvosta muodostuu koneessa putki, jonka sisällä menee kaasunpuhallusputki. Kaasua menee jatkuvalla syötöllä kalvosta muodostuneen putken sisään. Kaasuseoksen analysointiin tarvitaan analysaattori, jonka avulla voidaan tarkistaa pakkauksen sisältämä O<sub>2</sub>- ja CO<sub>2</sub>-pitoisuus. Hiilidioksidipitoisuutta analysoitaessa on huomattava, että se liukenee nopeasti tuotteeseen. Kaasutilan CO<sub>2</sub>-pitoisuus voi laskea esimerkiksi vuorokaudessa lähes puoleen, jolloin O<sub>2</sub>-pitoisuus nousee. Kaasupakkauksen vuotamista onkin vaikea huomata ennen kuin tuote on pilaantunut. (1; 3, s. 270–271; 7, s. 105.)

### 3 Suojakaasuun pakatut täytetyt leivät

#### 3.1 Suojakaasun hyödyt

Suojakaasua käytetään täytettyjen leipien pakkaamisessa, jotta tuotteelle saadaan parempi säilyvyys kuin ilmaan pakattaessa. Suojakaasupakkaamisella onkin monenlaisia etuja. Se antaa mahdollisuuden tuoda markkinoille uusia tuotteita, saada laajempi markkina-alue, parantaa logistiikkaa (voidaan toimittaa harvemmin ja pidemmälle) ja lisätä joustoa tuotannon suunnitteluun. Suojakaasupakkauksen avulla saatavat lisämyyntipäivät tarkoittavat myös kasvavia myyntilukuja. (1.)

Oikeanlaiseen suojakaasuseokseen pakattuna tuotteiden laatu, ulkomuoto, rakenne ja maku muuttuvat hitaammin kuin normaalissa ilmassa (2). Taulukosta 1 voidaan nähdä erilaisten tuotteiden säilyvyysaikoja ilmaan tai suojakaasuun pakattuina.

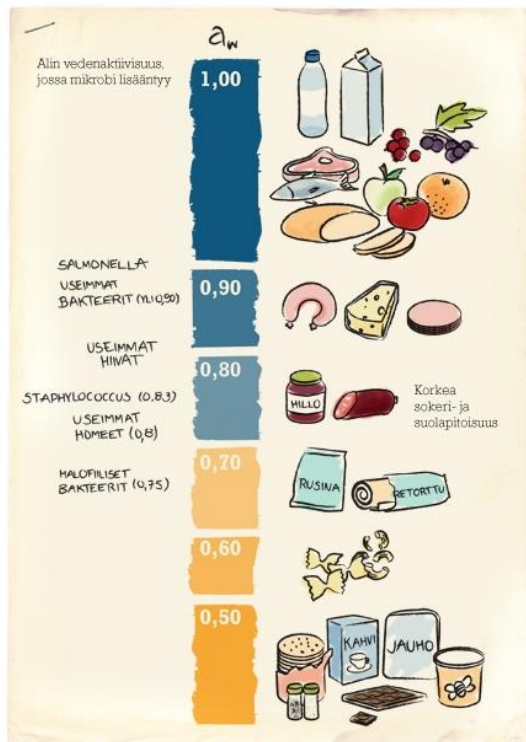
Taulukko 1. Säilyvyysaikojen vertailu ilmaan tai MAP-menetelmällä pakattujen tuotteiden välillä (1).

<b>Elintarvike</b>	<b>Tyypillinen säilyvyysaika ilmaan pakattuna</b>	<b>Tyypillinen säilyvyysaika MAP- menetelmällä</b>
Kypsä liha (viipaloitu)	2–4 vrk	2–5 viikkoa
Kypsä kala	2–4 vrk	3–4 viikkoa
Kovat juustot	2–3 viikkoa	4–10 viikkoa
Pehmeät juustot	4–14 vrk	1–3 viikkoa
Leipä	Muutamia päiviä	2 viikkoa
Tuoresalaatti	2–5 vrk	5–10 vrk
Valmiit voileivät	2–3 vrk	7–10 vrk
Valmisateriat	2–5 vrk	7–20 vrk

Suojakaasupakkausmenetelmällä voidaan siis saada esimerkiksi valmiille voileiville lisää säilyvyyttä muutamasta vuorokaudesta yli viikkoon. MAP-pakkauksen lisäksi toivottu säilyvyys ja hyvä laatu ovat mahdollisia vain jos tuotteiden ja pakkaustilan lämpötilaa on seurattu. Tärkeää on myös käyttää laadukkaita raaka-aineita ja käsitellä niitä huolellisesti ja mahdollisimman vähän. (1.)

### 3.2 Säilyvyyteen vaikuttavat tekijät

Täytetyt leivät on koottu useasta eri komponentista, mikä vaikuttaa oleellisesti tuotteen säilyvyyteen. Leivät voivat olla ns. komponenttileipiä, eli ne sisältävät esimerkiksi leikkeleitä, juustoa, margariinia ja kasviksia. Leivät voivat myös olla ns. massaleipiä, eli ne sisältävät esimerkiksi liha-majoneesitäytteen ja mahdollisesti kasviksia. Pidemmän säilyvyyden tuotteissa on harvoin kuitenkaan tuoreita kasviksia, koska ne vaikuttavat oleellisesti tuotteen säilyvyyteen. Täytettyjen leipien komponenteilla, kuten kasviksilla on suuri veden aktiivisuus (kuva 2). Veden aktiivisuudella tarkoitetaan vettä, joka on vapaata mikrobien käytettäväksi. Yksi iso tekijä tuotteen pilaantumisessa onkin käytettyjen raaka-aineiden veden aktiivisuus. Muita säilyvyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat lämpötila, pH ja happi. (10.)

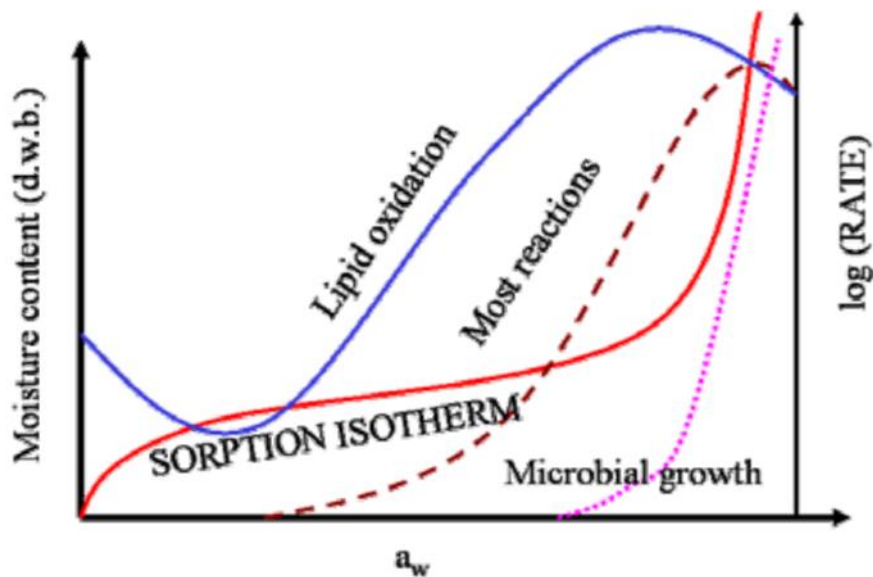


Kuva 2. Veden aktiivisuus jolla mikrobit lisääntyvät (10).

Elintarvikkeen veden aktiivisuus ei ole suoraan riippuvainen sen vesipitoisuudesta. Vesimolekyylit voivat sitoutua eri tavoin erilaisissa elintarvikkeissa. Jos materiaalissa on paljon vettä sitovia yhdisteitä tai molekyyliyhdisteitä, vesimolekyylit sitoutuvat materiaaliin lujemmin. Elintarvikkeen rakenne vaikuttaa myös sen veden aktiivisuuteen. Kapillaareissa olevan veden aktiivisuus on matalampi kuin suoralla pinnalla olevan. Paljon

pieniä huokosia sisältävän materiaalin veden aktiivisuus on matalampi kuin sellaisen materiaalin, jossa ei ole huokosia tai jossa on vain suurempia huokosia. (11.)

Veden aktiivisuus vaikuttaa elintarvikkeissa tapahtuvien laatuun vaikuttavien muutosten nopeuteen (kuva 3). Muutoksia ovat esimerkiksi hapettuminen, ei-entsymaattinen ruskeutumisen ja entsymaattiset muutokset. (11.)



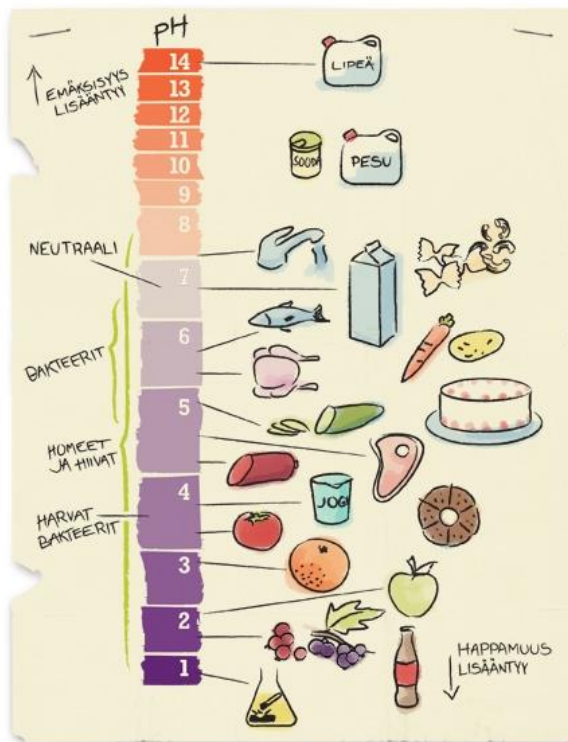
Kuva 3. Elintarvikkeiden veden aktiivisuuden vaikutukset reaktioiden nopeuteen (12, s.20).

Matalissa veden aktiivisuuksissa vesi on sitoutuneena rakenteeseen ja molekyylien liikkuvuus on vähäistä, joten erilaiset muutokset eivät pääse tapahtumaan materiaalisissa. Veden aktiivisuus vaikuttaa myös elintarvikkeiden rakenteessa tapahtuviin muutoksiin. Korkea veden aktiivisuus mahdollistaa myös mikrobitoiminnan, jos vain muut mikrobitoimintaan vaikuttavat tekijät (lämpötila, pH ja hapen läsnäolo) ovat suotuisia. Kun elintarvike koostuu erilaisista komponenteista, joilla on erilaiset veden aktiivisuudet, säilytyksen aikana tapahtuu veden siirtymistä. Vesi siirtyy aina kosteammasta komponentista kuivempaan, kunnes tasapainotila saavutetaan eli kaikkien komponenttien veden aktiivisuus on yhtä suuri. (11; 12, s.20.)

Lämpötilaa laskemalla voidaan laskea tuotteen veden aktiivisuutta. Jos tuote on suljettu vesihöyryä läpäisemättömään pakkaukseen ja tuotteen säilytyslämpötila nousee, tuotteen veden aktiivisuus kasvaa. Veden siirtymistä tapahtuu, kunnes elintarvikkeen veden höyrynpaine on sama kuin elintarviketta ympäröivän ilman vesihöyrynpaine. Pakatun ruuan veden diffuusio voi rajoittaa sen stabiilisuutta. Kosteus

voi diffundoitua esimerkiksi salaatinlehden ja leivän välillä, tehden leivästä pehmeän. Kosteuden diffuusiota voidaan rajoittaa sovittamalla komponenttien veden aktiivisuudet samaksi. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi vettä sitovilla yhdisteillä. Toisena vaihtoehtona on pakata komponentit erilleen tai asettaa niiden välille kosteutta läpäisemätön este, esimerkiksi juusto leivän väliin. (11; 12, s.21.)

Tuotteen happamuus vaikuttaa myös sen säilyvyyteen. Useimmat mikrobit kasvavat parhaiten neutraalissa ympäristössä, pH-alueella 6,6–7,5. Bakteerien kasvu on pH:n suhteen rajoittuneempaa kuin hiivojen ja homeiden kasvu, kuten kuvasta 4 voidaan todeta. Vain harvat bakteerit kasvavat alle pH:ssa 4. Homeet viihtyvät happamissa olosuhteissa (pH 3–5) hyvin. Hiivat viihtyvät parhaiten pH:ssa 5. (13.)



Kuva 4. Elintarvikkeiden happamuuden vaikutukset mikrobien kasvuun (14).

Suurin osa elintarvikkeista on happamuudeltaan neutraaleja. Lihan, kalan ja äyriäisten pH on yleensä vähintään 5,6 ja maidon noin 6,0. Kasvisten pH on huomattavasti suurempi kuin hedelmien, ja niitä pilaavat hiivojen ja homeiden lisäksi myös bakteerit. (13.)

Useimmat mikrobit tarvitsevat myös happea. Tavallisimmat elintarvikkeita pilaavat bakteerit ovat happea tarvitsevia eli aerobeja. Hapettomissa olosuhteissa viihtyviä eli anaerobibakteereja ovat *Clostridium*-suvun bakteerit. Jotkin bakteerit pystyvät lisääntymään sekä happipitoisessa että hapettomassa ympäristössä. Homeet tarvitsevat happea kasvuunsa. Sen vuoksi homeet kasvavatkin elintarvikkeiden pinoilla. Myös hiivat tarvitsevat happea lisääntyäkseen, mutta ne pystyvät toimimaan myös hapettomissa olosuhteissa. (13.)

### 3.3 Markkinoilla olevat täytetyt leivät

Täytetyt leivät on usein tarkoitettu välipalaksi, lounaaksi tai evääksi matkalle. Täytettyjä leipiä myydään ympäri Suomea kioskeissa, kaupoissa, kahviloissa ja ravintoloissa. Opinnäytetyön yhtenä osana oli kartoittaa markkinoilla olevat täytetyt leivät. Tähän kartoitukseen mukaan otetut tuotteet rajattiin niin, että ne ovat vastaavanlaisia tuotteita kuin tutkimuksessa olevat täytetyt leivät. Vastaavanlaisia tuotteita katsottiin olevan kolmioleivät, täytetyt ciabatat, patongit, ruisleivät ja muut täytetyt leivät. Samantapaisiksi tuotteiksi laskettiin myös täytetyt wrap- ja tortillatuotteet. Kartoituksen ulkopuolelle jätettiin kaupan itse valmistamat täytetyt leivät.

Kartoitus suoritettiin heinäkuussa 2017 ja siihen otettiin mukaan kolmelta eri ketjulta kuusi erikokoista ruokakauppaa. Kartoitus suoritettiin kauppojen sen hetkisestä myyntivalikoimasta. Yritysten Internet-sivuilta löytyviä tuotteita ei otettu mukaan kartoitukseen, koska tuotteiden tiedosta puuttui usein valmistusmaa ja /tai tieto siitä, onko tuote pakattu suojakaasuun. Kartoituksessa kerättyjä tietoja olivat valmistaja, valmistusmaa, suojakaasun käyttö ja pääraaka-aineet.

Täytettyjä leipiä valmistavia yrityksiä on mm. Atria, Saarioinen, Lunden Ab ja HK. Suoritetun kartoituksen perusteella markkinoilla on paljon vastaavia tuotteita kuin opinnäytetyössä tutkittavat leivät. Valituissa ruokakaupoissa eniten myyntitilaa saivat Makula-, Pirkka-, Rainbow- ja Saarioinen Eväs -tuotepäerheet.

Kartoitukseen saatiin yhteensä 47 erilaista täytettyä leipä- ja wrap-tuotetta (taulukko 2), joista 49 % oli pakattu suojakaasuun. Tuotteiden tarkemmat tiedot ovat nähtävissä taulukosta 2.



Taulukko 2. Markkinakartoituksen tulokset.

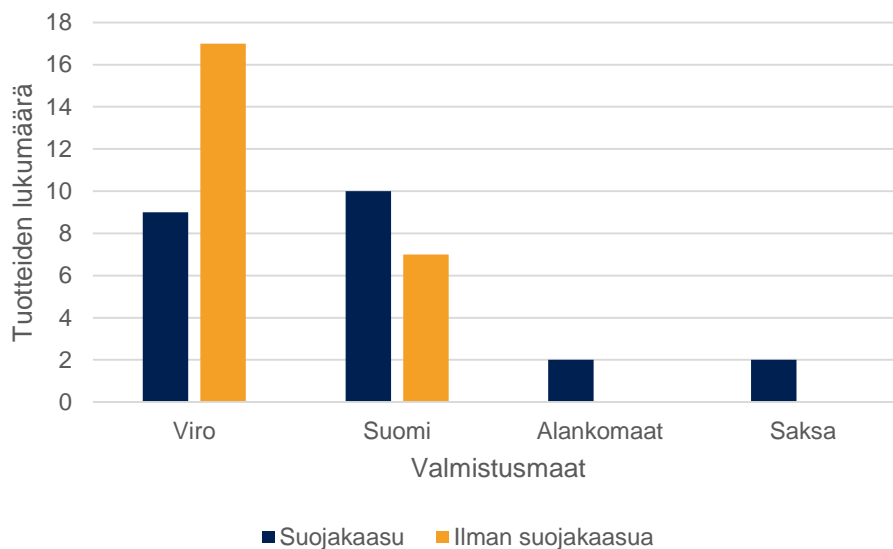
<b>Kauppanimi</b>	<b>Valmistaja</b>	<b>Valmistus- maa</b>	<b>Pakattu suoja- kaasuun</b>	<b>Pakattu ilmaan</b>	<b>Pääraaka-aineet</b>
Kana-caesarciabatta	Makula	Viro		X	Broileri, tomaatti, salaatti, majoneesi
Kinkku-juustociabatta	Makula	Viro		X	Kinkku, juusto, majoneesi, paprika, salaatti
Kylmäsavulohi-patonki	Makula	Viro		X	Kananmuna, kylmäsavulohi, salaatti, majoneesi
Naudanpaistipatonki	Makula	Viro		X	Naudanpaisti, juusto, marinoitu kurkku, majoneesi, salaatti
Tulinen kanapatonki	Makula	Viro		X	Salaatit, broileri, kastikkeet
Maxi patonki	Härmän snack point	Suomi		X	Majoneesi-broileritäyte, ananas, tomaatti, salaatti
Karkkipossuwrap	Makula	Suomi		X	Possu, paputahna, jääsalaatti, majoneesi, kaalit, porkkana
Falafelwrap	Makula	Viro		X	Falafel-pyörykkä, jääsalaatti, juuressalsa, majoneesi
Loimulohiwrap	Makula	Suomi		X	Loimulohi, jääsalaatti, kurkku, majoneesi, retiisi
Kana-caesawrap	Makula	Suomi		X	Broileri, salaatti, majoneesi, tomaatti, kastike, parmesan
Kana-BBQ-wrap	Makula	Suomi		X	Broileri, salaatti, majoneesi, kastike, paprika
Beef&Salsa burrito	HK	Viro		X	Naudanliha, salsa
Chicken&Mango burrito	HK	Viro		X	Siipikarja, maissi, mangose
Chili con vege burrito	HK	Viro		X	Kikherne, maissi, paprika, kidneypapu
Eväs Kana-lehitkaali wrap	Saarioinen	Viro	X		Broileri, tuorejuusto, lehtikaalipesto, porkkana
Eväs Fetawrap	Saarioinen	Viro	X		Salaatti, fetajuusto, tuorejuusto, majoneesi, kurkku, paprika, oliivi
Eväs Kanawrap	Saarioinen	Viro	X		Broileri, tuorejuusto, salaatti, salaattiseos, säilötty tomaatti, majoneesi
Eväs Kana-caesarwrap	Saarioinen	Viro	X		Broileri, salaatti, tuorejuusto, caesar-kastike
Eväs Kirjolohiwrap	Saarioinen	Viro	X		Lämmin savukirjolohi, tuorejuusto, salaatti, majoneesi
Eväs Jauheliha texmexwrap	Saarioinen	Viro	X		Tuorejuusto, säilötty tomaatti, naudanliha, salaatti, majoneesi,

cheddar, maissilastu

Broileri-caesar wrap	Pirkka	Viro	X	Broileri, kastikkeet, salaatti, juusto
Kinkku-cheddar wrap	Pirkka	Viro	X	Palvikinkku, cheddar-juusto, kurkkusalaatti, majoneesi, salaatti
Vuohenjuusto wrap	Härmän snack point	Suomi	X	Tuorejuusto, salaatti, vuohenjuusto, tomaatti, cantaloupe
Spicy Chicken wrap	Lidl	Alankomaat	X	Paneerattu broileri, chilikastike, porkkana, suippokaali
Chicken Pesto wrap	Lidl	Alankomaat	X	Broileri, suippokaali, majoneesi, tomaatti, pesto
Lohileipä	Makula	Viro	X	Lämmin savulohi, kurkku, margariini, salaatti
Tulinen kanapekoni-leipä	Makula	Viro	X	Broileri, majoneesi, paprika, salaatti, pekoni, säilykepaprika, kastike
Eväs Muna-kinkku ruisleipä	Saarioinen	Viro	X	Kinkku, muna, säilötty kurkku, majoneesi, tuorejuusto
Eväs Kultakalkkuna kauraleipä	Saarioinen	Viro	X	Tuorejuusto, kalkkuna, majoneesi, juusto, paprika
Eväs Saariston savulohileipä	Saarioinen	Viro	X	Lämmin savukirjolohi, tuorejuusto, majoneesi
Kana kolmioleipä	Rainbow	Suomi	X	Broileri-majoneesi täyte
Kinkku-juusto kolmioleipä	Rainbow	Suomi	X	Majoneesi-kinkku-juusto täyte
Katkarapu kolmioleipä	Rainbow	Suomi	X	Katkarapu-majoneesi täyte
Tonnikala kolmioleipä	Rainbow	Suomi	X	Tonnikala-säilyke kurkkumajoneesi täyte
Kinkku kolmioleipä	Rainbow	Suomi	X	Majoneesi-kinkkusinappikurkkusalaatti täyte
Salami kolmioleipä	Rainbow	Suomi	X	Majoneesi-kestomakkarasinappikurkku täyte
Kinkku-juustosandwich	Makula	Viro	X	Kinkku, juusto, tomaatti, margariini, salaatti
Katkarapusandwich	Makula	Viro	X	Kananmuna, majoneesi, katkarapu, salaatti, margariini
Savulohisandwich	Makula	Viro	X	Lämminsavulohimassa, tomaatti, kananmuna
Vuohenjuusto-tomaattichutney sandwich	Makula	Viro	X	Tomaatti, punasipuli, vuohenjuusto, margariini, pinaatti, kurpitsansiemen
Tonnikala- kolmioleipä	Pirkka	Suomi	X	Majoneesi, tonnikala, purjo
Savulohikolmioleipä	Pirkka	Suomi	X	Majoneesi, lämmin savu-

				lohi, purjo
Kanakolmioleipä	Pirkka	Suomi	X	Majoneesi, broileri
Kinkku-juustokolmioleipä	Pirkka	Suomi	X	Majoneesi, kinkku, juusto
Pekoni-munakas toast	Kruunu Herkku	Suomi	X	Pekoni, kananmuna, remoulade, punasipuli
Kalkkuna-kananmuna sandwich	Lidl	Saksa	X	Kalkkuna, majoneesi, kananmuna, säilötty paprika
Gouda sandwich	Lidl	Saksa	X	Remoulade, gouda, säilötty paprika

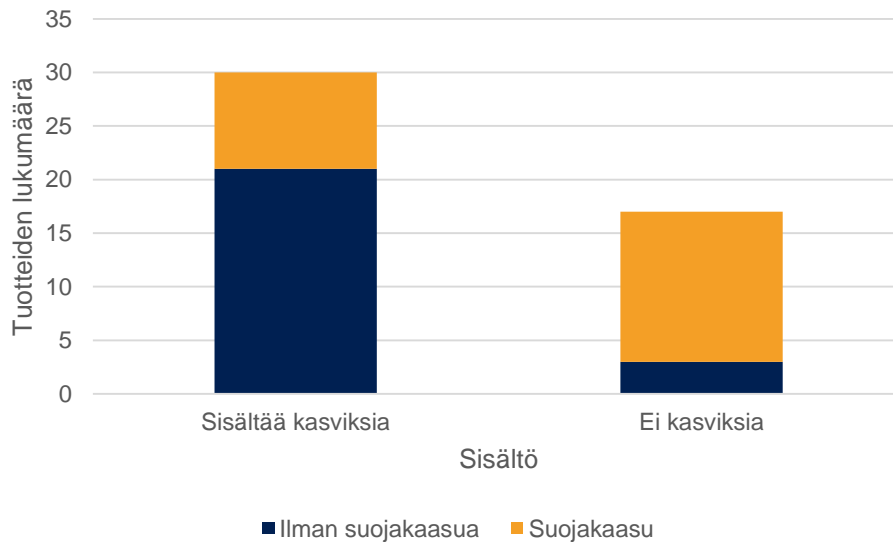
Suurin osa markkinoilla olevista tuotteista on valmistettu Virossa tai Suomessa (kuva 5). Suojakaasun käyttö on Virossa selkeästi vähäisempää kuin Suomessa, mikä saattaa johtua pakkauskaluston puutteesta tai sen kalleudesta. Myös lyhyet kuljetusmatkat Suomeen ja Viron sisällä saattavat vaikuttaa suojakaasun käyttöön. Saksassa ja Alankomaissa valmistettuja tuotteita on muutamia, ja ne on pakattu suojakaasuun. Kauempana tulevilla tuotteilla on pidempi kuljetusmatka, joten pidempiä säilyvyksiä tarvitaan ja tämän vuoksi suojakaasun käyttäminen on varmasti välttämätöntä.



Kuva 5. Markkinakartoituksen tuotteiden (n=47) valmistusmaat ja suojakaasun käyttö.

Kartoituksessa otettiin huomioon myös tuotteiden sisältö, koska se saattaa vaikuttaa oleellisesti tuotteiden säilyvyyteen ja suojakaasun käyttöön. Täytettyjen leipien ja wrapien raaka-aineista herkimmin pilaantuva komponentti on yleensä tuoret kasvikset. Kuvasta 6 voidaan nähdä, että kasviksia sisältävistä tuotteista enemmistö (70 %) on pakattu ilmaan. Tuoreita kasviksia sisältämättömissä leivissä ja wrapeissa suojakaasua

oli käytetty lähes poikkeuksetta (82 % tuotteista). Kasviksia sisältävien tuotteiden säilyvyys on lähtökohtaisesti matalampi kuin pelkän majoneesitäytteen sisältävien tuotteiden, joten suojakaasulla ei välttämättä saada haluttua hyötyä säilyvyyttä ajatellen. Tuoteryhmällä (patongit, ciabatat, kolmioleivät, sämpylät, ruisleivät, wrapit, burritot) tai pakkaustavalla (muovikääre, laminaatti, muovi- tai kartonkirasia ja näiden yhdistelmät) ei ollut suurta vaikutusta suojakaasun käyttöön.



Kuva 6. Suojakaasun käyttö tuoreita kasviksia sisältävissä tuotteissa (n=47).

Kartoituksen perusteella voidaan todeta, että yritysten suojakaasun käyttö tuotteiden pakkaamisessa ei ole yhtenäistä. Kasviksia sisältävien tuotteiden pakkaaminen ilmaan oli kuitenkin yleisempää kuin suojakaasuun pakkaaminen. Suojakaasulla haetaan tuotteille lisää säilyvyyttä, mutta kartoituksessa ei saatu selville tuotteiden säilyvyysaikaa. Suojakaasun käyttöön eniten näyttäisi vaikuttavan valmistavan yrityksen oma linjaus, tuotteita valmistavan tehtaan toimintapa ja tuoreiden kasvien käyttö. Esimerkiksi kaikki Makula-tuotteet (n=16) oli pakattu ilman suojakaasua. Näistä tuotteista 25 % oli valmistettu Suomessa ja loput Virossa. Saarioisen Eväs -tuoteperheen kaikki tuotteet (n=9) oli pakattu suojakaasuun ja valmistettu Virossa. Pienempien valmistajien, kuten Härmän snack pointin ja Kruunu Herkun (n=3) valmistus tapahtuu Suomessa ja ilman suojakaasua.

### 3.4 Suojakaasupakkaamisen kustannukset

Suojakaasupakkaamisessa kuluja aiheuttaa suojakaasut eli typpi ja hiilidioksidi sekä pakkausmateriaali. Tämän työn laskelmat on tehty yrityksen vuoden 2016 tietojen perusteella. Laskelmiin on otettu huomioon ainoastaan käytetyt kaasut ja materiaali. Kustannuslaskelmien ulkopuolelle on jätetty työkustannukset eli kustannukset, jotka aiheutuvat pakkauskalvojen ja koneen ohjelmien vaihdosta. Kustannuksissa ei myöskään ole otettu huomioon suojakaasujen kuljetus-, nouto- tai huoltomaksuja. Näitä maksuja ei pysty erittelemään/poistamaan, koska yrityksessä käytetään myös toisilla tuotantolinjoilla suojakaasua.

Suojakaasukalvo on kolme kertaa arvokkaampaa kuin tavallinen kalvo (taulukko 3). Kalvon vaihtamisella säästöjä saataisiin vuodessa 113 413 euroa.

Taulukko 3. Pakkauskalvojen hinnat.

<b>Materiaali</b>	<b>Määrä (kg)</b>	<b>Hinta (€/kg)</b>	<b>Yhteensä (€)</b>
Kaasukalvo	19724	8,40	165 681
Tavallinen kalvo	19724	2,65	52 268
Erotus		5,75	113 413

Suojakaasun kulutusta ja hintaa ei pystytty laskemaan tarkalleen, koska samoista kaasupulloista menee useampaan koneeseen suojakaasua. Laskelma on siis arvio. Suojakaasuista typpi ostetaan kuutiona, ja alla olevaan taulukkoon 4 kuutiot on muutettu kiloiksi. Yksi typpi kuutiometri painaa 1,19 kg. (20.) Suojakaasujen kustannukset vuoden ajalta ovat noin 37 380 euroa.

Taulukko 4. Suojakaasujen kulutus.

<b>Kaasu</b>	<b>Yksikkö (kg)</b>	<b>Kulutus (kg)</b>	<b>Arvo</b>
Biogon N	142,8	6577,4	29 190,7
Biogon C	390,0	3780,0	8189,1

## 4 Kuvaileva menetelmä

### 4.1 Kuvailevan menetelmän periaate

Kuvailevilla menetelmillä selvitetään, mitkä ominaisuudet ja kuinka paljon tuotteet eroavat toisistaan. Kuvailevien menetelmien avulla arvioidaan tuotteiden aistittavaa laatua kokonaisuutena. Niiden avulla pystytään myös selvittämään, kuinka paljon esimerkiksi raaka-aineen vaihtaminen/lisääminen/vähentäminen tai valmistusprosessin muutokset vaikuttavat tuotteen ominaisuuksiin. Menetelmät sopivat hyvin myös säilyvyyden aikana tapahtuvien muutosten määrittämiseen. Kuvailevista menetelmistä on olemassa erilaisia muunnelmia, kuten yleinen kuvaileva menetelmä. Yleisessä kuvailevassa menetelmässä tarkastellaan näytteen kaikkia ominaisuuksia. Menetelmään kuuluvat kuvailevien sanojen tuottaminen ja eri ominaisuuksien voimakkuuksien arviointi. Raati tulee kouluttaa sovittujen ominaisuuksien ja asteikon käyttöön. (15, s. 77, 85; 16, s. 93–94.)

Kuvailevan menetelmän pohjana toimii tuoteryhmän kuvaamiseen soveltuvat kuvaavat sanat. Ennen varsinaista arviointia onkin luotava sanasto. Sanaston luomisessa tunnistetaan ominaisuudet, nimetään ja määritellään ne. Kuvailevien sanojen tavoitteena on erotella näytteitä. Siksi sanastoon valitaan vain sellaiset kuvailut, joissa näytteiden välillä on havaittavissa eroa. Kaikkien raatilaisten tulee ymmärtää sanat ja termit, joten niiden tulee olla selkeitä. (16, s. 96–98.)

Sanaston luomisen jälkeen siirrytään ominaisuuksien voimakkuuden arviointiin. Voimakkuuksien arvioinnin perusteella saadaan selville, minkä verran kutakin ominaisuutta on näytteessä. Yleensä voimakkuutta arvioidaan suhteessa muihin näytteisiin. Käytettyjä asteikkoja ovat jana-asteikot, numeeriset asteikot, sanalliset asteikot ja näiden yhdistelmät. Numeerinen asteikko on ankkuroitu päistään, esimerkiksi 1=heikko ja 9=voimakas ominaisuus. Yksinapaisessa asteikossa päätepisteet kuvaavat samaa ominaisuutta. Ominaisuuden voimakkuus kasvaa vasemmalta oikealle. Kaksinapaisessa asteikossa päätepisteet ovat saman ominaisuuden vastakohtia. (16, s. 68, 98.)

## 4.2 Raati

Aistinvaraisessa arvioinnissa toimivat arvioijat ja heillä työvälineinä ovat heidän aistinsa. Arvioijien muodostamaa ryhmää kutsutaan raadiksi. Yleisessä kuvailevassa menetelmässä käytetään usein raatia, joka on yli 10 hengen kokoinen ryhmä. Ryhmä koostuu aistinvaraiseen arviointiin koulutetusta ja harjaantuneesta osaajista. (15, s. 106, 109.)

Ihminen ei ole luonnostaan laitteen kaltainen, ja se onkin otettava huomioon mm. arvioinnin toteuttamisessa ja tulosten tulkinnassa. Yleisesti ihmisellä on taipumus arvioida kokonaisuuksia kuin rajattuja yksittäisiä ominaisuuksia. Ihmisellä on myös taipumus arvioida vertailemalla. Arviointi ilman vertailunäytettä onkin hankalaa. Arviointiin osallistuvien henkilöiden mielentila, vireys ja fyysinen tila saattavat myös vaikuttaa arviointiin. Mitä vähemmän arvioija tuntee näytteitä ja arviointimenettelyä, sitä helpommin mieltymykset ja vastenmielisyydet sekaantuvat arviointiin. Arvioinnin luotettavuus myös vähenee, jos se on liian kuormittava. Arviointi onkin suunniteltava niin, että suorittaminen ei ole liian rasittavaa. (15, s. 110 – 111.)

## 4.3 Näytteiden arviointi ja tulosten analysointi

Näytteet esitetään arvioijille koodattuna ja satunnaistetussa järjestyksessä. Satunnais-taminen voidaan tehdä arpomalla tai satunnaislukutaulukon avulla. Näytteiden merkitsemisessä koodit eivät saa antaa arvioijalle tietoa näytteiden laadusta, eivätkä ne saa olla johdattelevia. Aakkosjärjestyksessä olevat kirjaimet, suurusjärjestyksessä olevat numerot tai nimikirjaimet saattavat vaikuttaa arviointiin. Siksi onkin suositeltavaa käyttää kolminumeroisia satunnaislukuja. (15, s. 116.)

Arvioinneissa noudatetaan aina normaaleja laboratorioarvioinnin käytäntöjä. Ensimmäiset arviointikerrat ovat raadin toistettavuuden selvittämiseen. Näiden tulosten avulla selvitetään arvioijien välisiä yhdysvaikutuksia. Arvioinneissa jokaisen raatilaisen tulisi arvioida näytteet vähintään kahdesti. Näytteet olisi hyvä arvioida yhdellä kertaa. Toistoarvioinnit taas suositellaan tehtäväksi eri päivinä. Yleensä näytteet arvioidaan ominaisuus kerrallaan eli kaikkien näytteiden ominaisuus arvioidaan ja siirrytään seuraavaan kohtaan. Ulkonäkö ja haju arvioidaan aina ennen maistoa. (15, s. 86: 16, s. 99.)

Yleisen kuvailevan menetelmän avulla saadaan laadullista ja määrällistä tietoa. Ominaisuuksien voimakkuus lasketaan keskiarvona raatilaisten arvioista. Ominaisuudet ja niiden voimakkuudet muodostavat tuotteen profiilin. Profiili voidaan esittää graafisina viivakuviaina, pylväinä tai tähtikuviaina. Tilastollinen tarkastelu on myös osa kuvailevien menetelmien tulosten käsittelyä. Tavallisesti käytetään varianssianalyysia, jonka voi tehdä yhdelle ominaisuudelle kerrallaan. Toistomittausten varianssianalyysi on myös mahdollista. Se onnistuu niin, että samaan analyysiin otetaan eri tavoin ankkuroidulla asteikolla arvioidut ominaisuudet ja tutkitaan näytteiden sekä ominaisuuksien pää- ja yhdysvaikutuksia. Tässä yhdysvaikutukset tuovat hyvin esille profiilien erot. (16, s 100–101.)

#### 4.4 Varianssianalyysi

Tilastollisessa testauksessa kyse on havainnoista tapahtuvasta päätöksenteosta. Hypoteesia pidetään oikeana, jos testattava hypoteesi pystyy selittämään havainnoissa esiintyvät poikkeamat. Jos havaitaan poikkeama, jota ei hypoteesin avulla voida selittää, on hypoteesi asetettava kyseenalaiseksi. Poikkeama, jota ei pystytä selittämään asetetulla hypoteesilla, on tieteellisesti merkitsevä poikkeama. Nollahypoteesin valinta riippuu tilanteen päätöksenteon ongelmasta. Nollahypoteesi ( $H_0$ ) on yleensä perusoletamus tai vallitseva tilanne, kuinka asia on. Nollahypoteesia pidetään totena, kunnes voidaan osoittaa toisin. (18, s. 25, 29.)

Jos poikkeama on sellainen, jonka sattuma voi aiheuttaa, niin poikkeama selitetään sattuman aiheuttamaksi. Jos sattuma voi aiheuttaa havaitun suuruisen poikkeaman vain hyvin pienellä todennäköisyydellä, niin sattumatulkinta hylätään. Poikkeama tulkitaan merkitseväksi, jos sattuman mahdollisuudet ovat hypoteesin pätiessä korkeintaan 0,05. Tällaista poikkeamaa sanotaan tilastollisesti merkitseväksi merkitsevyydellä 0,05. Sattuman mahdollisuutta mittaavaa todennäköisyyden arvoa kutsutaan P-arvoksi. P-arvon ollessa pienempi tai yhtä suuri on havaittu poikkeama tilastollisesti merkitsevä. P-arvon merkitsevyydellä voi olla sovelluksen mukaan myös jokin muu arvo kuin 0,05. Mitä pienempi p-arvo on, sitä merkitsevempi muuttuja on. (18, s. 25–26.)

Tutkimuksen alussa määritetään ne ominaisuudet, joita halutaan mitata. Kun ominaisuuden mittaustapa on kiinnitetty, puhutaan muuttujasta. Kaikki muuttujat eivät käytädy samalla tavalla, eikä niihin voi soveltaa samoja laskutoimituksia. Siksi onkin tär-



keää ymmärtää muuttujien väliset erot, jotta osataan käyttää oikeaa menetelmää. Muuttujat eroavat toisistaan mitta-asteikkonsa perusteella. Kvalitatiiviset eli kategoriset mitta-asteikot ovat nominaaliasteikollisia tai järjestysasteikollisia. Kvantitatiivisia asteikkoja ovat välimatka- ja suhdeasteikot. (17.)

Kyse on nominaaliasteikollisesta muuttujasta, jos tilastoyksikkö voi muuttujan osalta kuulua kerrallaan vain yhteen luokkaan ja kaikki yksiköt kuuluvat johonkin luokkaan. Luokkien välillä ei ole mitään järjestystä, eikä niiden välillä voida suorittaa laskutoimituksia. Järjestysasteikon ero nominaaliasteikkoon on, että luokkien välille on löydettävissä yksiselitteinen järjestys. Kvantitatiivisella välimatka-asteikolla on mahdollista mitata havaintoarvojen eroja. Asteikon nollakohta on sopimuksenvarainen. Suhdeasteikko eroaa välimatka-asteikosta juuri siitä syystä. Suhdeasteikolla on absoluuttinen nollakohta. (17.)

Tilastollisten testien avulla tutkitaan onko tehty oletukset eli hypoteesit paikkansapitäviä. Varianssianalyysia (ANOVA) käytetään, kun tutkitaan, eroavatko kahden tai useamman ryhmän keskiarvot tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. Varianssianalyysissä tarkasteltavat muuttujat ovat vähintään välimatka-asteikollisia ja muuttujien arvojen populaatiossa oletetaan olevan normaalijakautuneita. Lisäksi oletetaan, että varianssit ovat yhtä suuria ja havainnot toisistaan riippumattomia. Linearisessa regressioanalyysissä on yksi Y-muuttuja ja yleensä useampia selitettäviä X-muuttujia. Yksisuuntaisessa varianssianalyysissä on selittäjänä vain yksi luokkamuuttuja. Useita selitettäviä luokkamuuttujia sisältävästä käytetään nimitystä monisuuntainen varianssianalyysi. Jos selitettäviä luokkamuuttujia on kaksi, tehdään kaksisuuntainen varianssianalyysi. Varianssianalyysissä arvioidaan tasoeroja ja tutkitaan mitattavien tekijöiden vaikutuksia. Regressiomallissa arvioidaan regressiokertoimia. Kertoimen arvo kertoo, kuinka suuri muutos tapahtuu selitettävän odotusarvossa, kun selittäjän arvo kasvaa yhdellä yksiköllä. (17; 18, s.161.)

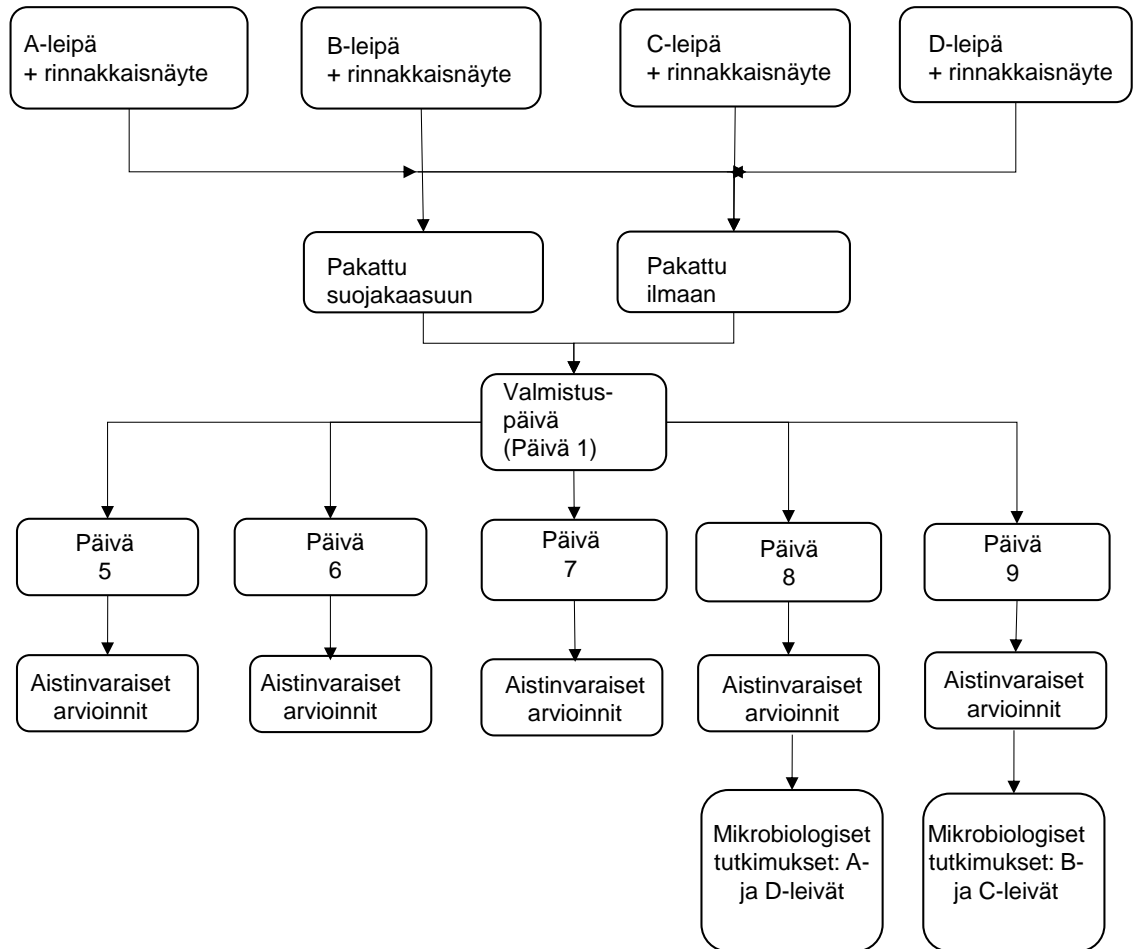
## 5 Materiaalit ja menetelmät

### 5.1 Leipänäytteet

Työssä tutkittavat näytteet valittiin yrityksen sisällä toimivan projektiryhmän (4 henkilöä) kanssa. Työhön valittiin neljä erilaista täytettyä leipätuotetta, joissa kaikissa on suuret valmistusvolyymit, mutta erilaiset raaka-aineet. Leivät pakataan tällä hetkellä suojakaasuun ja niiden säilyvyys on 7–8 päivää. Yrityksen aiemmissa mikrobiologisissa tuloksissa tai aistinvaraisissa arvioinneissa ei laadussa ole havaittu poikkeamia. Työn alussa olettamuksena oli, että ilmaan pakatut näytteet säilyisivät huonommin kuin suoja-kaasuun pakatut.

### 5.2 Säilyvyyskokeen järjestelyt

Kaikki näytteet valmistettiin samana tuotantopäivänä (valmistuspäivä 1) ja samalla linjastolla (kuva 7). Leivät pakattiin flowpack-koneella, jossa pakkauskalvosta muodostettiin tuotteelle pakkaus. Suojakaasuun pakatut leivät pakattiin kaasuhuuhelumenetelmällä. Näytteiden pakkauksessa käytettiin kaasuseosta, jossa oli typpeä 70 % ja hiilidioksidia 30 %. Puolet valmistetuista näyteleivistä pakattiin ilmaan ja puolet suojakaasuseokseen (kuva 7). Kaikki näytteet pakattiin kirkkaaseen kaasukalvoon (OPP-laminaattikalvo), jotta kalvon laadusta ei erottaisi ilmaan pakattuja näytteitä.



Kuva 7. Säilyvyyskokeen asetelma ja tutkimusajankohdat.

Tulosten luotettavuuden lisäämiseksi kaikista näyte-eristä otettiin rinnakkaisnäytteet jokaiselle tutkimuspäivälle (päivät 5–9). Jäännöshapen ja hiilidioksidin määrät tarkistettiin heti pakkaamisen alussa, jotta saatiin varmuus pakkauksien sisältämästä kaasun määrästä. Tarkistus tehtiin kaasuanalysointorilla (Oxybaby, Wittgas Saksa). Taulukosta 5 nähdään eri näytteiden jäännöshapen ja hiilidioksidin määrät tuotantopäivänä.

Taulukko 5. Jäännöshapen ja hiilidioksidin määrät tuotantopäivänä.

Näyte	Happi	Hiilidioksidi
A-leipä	0,1 %	17,1 %
B-leipä	0,4 %	16,8 %
C-leipä	0,5 %	16,7 %
D-leipä	3,2 %	14,5 %

Jäännöshapen ja hiilidioksidin pitoisuudet tarkistettiin myös jokaisena arviointipäivänä ennen arviointien aloitusta. Poikkeuksena oli ensimmäinen arviointipäivä, silloin jäännöshapen määrää ei huomattu tarkistaa.

Valmiit leivät säilytettiin kylmiössä, jonka lämpötila oli koko ajan noin 5 °C. Leipien aistinvaraiset arvioinnit aloitettiin, kun näytteet olivat viiden päivän ikäisiä. Tuotantopäivää ei laskettu säilyvyyspäiväksi. Ulkopuolinen laboratorio teki mikrobiologiset analyysit kahdeksantena ja yhdeksäntenä säilyvyyspäivänä kuvan 7 mukaisesti.

### 5.3 Aistinvarainen arviointi

Näytteiden välisiä aistinvaraisia eroja arvioitiin yleisellä kuvailevalla menetelmällä. Arvioinnin tavoitteena oli selvittää suojakaasun vaikutukset näytteiden säilyvyyteen. Säilyvyyttä havainnoitiin aistinvaraisesti arvioimalla näytteen laadullisia muutoksia. Ennen varsinaisia arviointeja kokoonnuttiin projektiryhmän eli esiraadin kanssa ja käytiin läpi arviointisanasto sekä tuotteiden ominaisuudet, joiden avulla saataisiin parhaiten esille näytteiden väliset erot. Esiraati koostui yrityksen tuotteen asiantuntijoista (4 henkilöä).

Raadin kanssa keskusteltiin näytteiden välisistä eroista ja ominaisuuksista sekä alustavan arviointilomakkeen toimivuudesta. Tämän perusteella arviointilomakkeeseen tehtiin muutoksia ja päätettiin tarkasteltavat ominaisuudet. Leipien arvioitaviksi ominaisuuksiksi valittiin hajun tuoreus, ulkonäön tuoreus, kasvien ulkonäön tuoreus, rakenteen/suutuntuman tyyppisyys tuotteelle, kasvien rakenteen/suutuntuman rapeus ja maun tuoreus. Valitut ominaisuudet arvioitiin yksi kerrallaan numeerisella asteikolla (1–7). Asteikon ääripäät oli kuvattu sanallisesti. Tuoreuden näkökulma valittiin, koska arvioidtavat tuotteet olivat erilaisia ja arvioinnin tarkoitus oli seurata tuotteiden säilyvyyttä. Kasvien ulkonäkö ja rakenne päätettiin arvioida erikseen, koska kasvikset pilaantuvat herkästi ja vaikuttavat näin helposti kokonaisarvosanaan. Kasvien rapeuden arviointi päätettiin jättää kokonaan pois leipä B kohdalla, koska tuote sisälsi ainoastaan rucolaa, joka ei ole luonnostaankaan rapea.

Ennen arviointien aloitusta käytiin läpi näytteet, arviointimenetelmä ja lomakkeen täyttäminen. Raadin kanssa käytiin läpi arvioitavat ominaisuudet ja tulosten merkitseminen sekä avoimien kommenttien kirjaaminen lomakkeeseen (liite 1). Arviointia varten näytteet koodattiin kolminumeroisin satunnaisluvuin ja saman tuotteen näytteiden tarjoilu-

järjestys satunnaistettiin. Raati ohjeistettiin arvioimaan ensin näytetarjotin 1 ja tämän jälkeen näytetarjotin 2. Ensin arvioitiin aina alarivin näytteet ja tämän jälkeen yläriivi. Näytteiden arviointijärjestykseen päädyttiin, jotta miedommat tuotteet arvioitaisiin ensiksi. Näytteiden lisäksi arviointitilaan oli katettu vesimuki, lautanen ja veitsi, sylkylautanen, arviointilomake ja kirjoitusvälineet (kuva 8). Näytteet sai niellä tai sylkeä.



Kuva 8. Arviointitilaisuuden esillepano.

Arvioinnit suoritettiin itsenäisesti arviointitiloissa. Yhtenä arviointipäivä arvioitiin kaikki neljä eri näytettä ja niiden rinnakkaisnäytteet eli yhteensä 16 näytettä. Näytteet otettiin 5 °C:n kylmiöstä, minkä jälkeen arvioinnit suoritettiin. Raatilaisten aikatauluista johtuen arviointeja suoritettiin eri aikoihin päivästä.

Ominaisuuksista, joissa havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja tai saivat heikoimmat arvosanat, laskettiin keskiarvot ja tehtiin kuvaajat. Kaikkien näytteiden aistinvaraisen arvioinnin tulosten pohjalta tehtiin tuotteille aistinvaraiset profiilit. Suojakaasuun ja ilmaan pakatuille näytteille tehtiin omat profiilit. Jokaisesta leivästä tehtiin myös tähtikuvio. Tulosten tilastollisen analysointitavan valitsi yliopettaja Veli-Matti Taavitsainen. Hän myös suoritti analyysit. Analysointiin käytettiin R-ohjelman kolmisuuntaista varianssi-analyysiä. Varianssianalyysillä haettiin vastausta kysymykseen, onko leipien pakkaustavalla tilastollisesti merkitseviä eroja luottamustasolla 95 % määritettyjen ominaisuuksien suhteen. Lisäksi haluttiin saada tilastollinen selvitys pakkaustavan vaikutuksista ominaisuuksiin leipien säilyvyysajan pidentyessä.

## 5.4 Mikrobiologiset analyysit

Mikrobiologisen varmuuden saamiseksi näytteet lähetettiin akkreditoituun laboratorioon. Kaikkia näytteitä lähetettiin kolme osanäytettä. Tuotteiden säilyvyys on leivästä riippuen joko seitsemän tai kahdeksan vuorokautta. Tämän vuoksi näytteet tutkittiin kahtena eri päivänä. Näytteet tutkittiin yhden päivän yli määritetyn säilyvyyden eli kahdeksan ja yhdeksän päivän ikäisinä. Leiville tehtävät analyysit valittiin laboratorion suositusten perusteella (taulukko 6). Suositeltujen analyysien lisäksi tutkitutettiin myös hiivat ja homeet.

Taulukko 6. Mikrobiologiset analyysit ja ohjearvot.

<b>Analyysi</b>	<b>Ohjearvot m</b>	<b>Ohjearvot M</b>
Escherichia coli	≤ 100 pmy/g	≤ 1000 pmy/g
Listeria monocytogenes		≤ 100 pmy/g
Salmonella		negat.
Staphylococcus aureus	≤ 100 pmy/g	≤ 1000 pmy/g
Hiivat	≤ 10000 pmy/g	≤ 100000 pmy/g
Homeet	≤ 1000 pmy/g	≤ 10000 pmy/g

Taulukosta 6 nähdään näytteille annetut raja-arvot, jotka perustuvat elintarvikeasetukseen (EY 2073/2005). Mikrobikriteeriasetuksen vaatimukset perustuvat joko 2-luokkaiseen tai 3-luokkaiseen näytteenottosuunnitelmaan. (19.) Tulosten tulkinnassa käytettiin 3-luokkaisen näytteenottosuunnitelman vaatimuksia.

Kolmeluokkaisessa näytteenottosuunnitelmassa tulosten tulkinta perustuu kahteen raja-arvoon, jotka ovat alempi raja-arvo m ja ylempi raja-arvo M. Näytteet jaetaan osanäytteiden tulosten perusteella kolmeen luokkaan. Näyte on hyväksyttävä, jos kaikkien osanäytteiden tulokset ovat < m. Näyte on varauksin hyväksyttävä, jos sallittu määrä osanäytteistä antaa tuloksen, joka on välillä m–M ja muiden näytteiden tulokset ovat < m. Tulos ei ole hyväksyttävä, jos yksi tai useampi osanäyte antaa tuloksen > M. Tulos ei myöskään ole hyväksyttävä, jos useampi osanäyte (kuin mitä sallitaan), antaa tuloksen, joka on välillä m–M. (19.)

## 6 Tulokset ja tulosten tarkastelu

### 6.1 Raadin toimivuus

Aistinvaraisen arvioinnin tiedonkerääjänä toimii arviointia tekevä ryhmä eli raati. Raati toimii siis arvioinnissa mittalaitteena. Tulokset ovat luotettavia ja vertailtavissa, jos arvioinnit on suoritettu sovittujen käytäntöjen mukaisesti. (15, s. 76.) Tämän vuoksi varianssianalyysissä otettiin huomioon myös arvioijien vaikutukset saatuihin tuloksiin. Varianssianalyysin perusteella arvioijalla oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus ( $p < 2e-16$ ) arviointien tuloksiin. Ainakin yhden arvioijan antamat arvioinnit erosivat siis muiden arvioinneista. Poikkeuksena oli D-leivän rakenneominaisuus, jossa arvioijalla ei ollut tilastollista merkitystä ( $p = 0,339$ ).

Arviointien eroavaisuuksille syynä saattaa olla esimerkiksi liian pieni raati ( $n=4$ ) tai liian vähäinen koulutus. Aikatauluista johtuen koulutus ja arviointilomakkeen täytön ohjeistus saattoi olla liian suppea. Useita ominaisuuden arviointeja jäi analyysistä pois, koska arviointi oli jätetty tekemättä tai merkitsemättä. Täytettyjä lomakkeita ei arvioinnin järjestäjän puolesta tarkistettu heti, koska arviointeja suoritettiin eri aikoihin. Tarkistusta ei huomattu tehdä jälkikäteenkään. Osa näytteistä oli arvioijien mukaan pilaantuneita ennen säilytysajan päättymistä, ja siitä syystä osa ominaisuuksista jätettiin arvioimatta. Kun näytteiden pilaantuminen havaittiin aistinvaraisesti, arvioijien kanssa sovittiin, että tuotteita ei ole tässä tapauksessa pakko syödä. B-leivän kohdalla raadin kanssa erikseen sovittiin, että kasvisen rakennetta ei arvioida vaan jätetään kohta tyhjäksi.

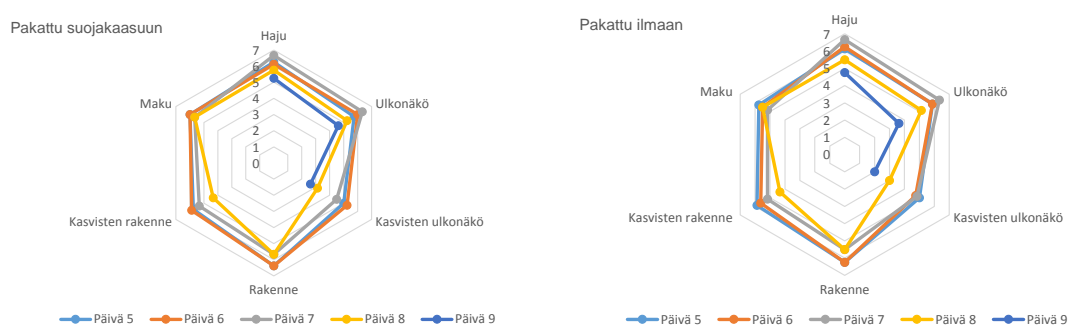
Aistinvarainen arviointi saattoi olla myös liian kuormittava, koska näytteitä oli arviointipäivää kohden 16 kappaletta. Muutamana arviointipäivänä, aikatauluista johtuen, osa arvioijista suoritti arvioinnit kahdessa osassa. Arvioinnin luotettavuus vähenee jos se on liian kuormittavaa. Henkilöiden mielentila, vireys ja fyysinen tila saattavat myös vaikuttaa arviointiin. (15, s. 110–111.)

Suurimmat tulosten poikkeamat keskimääräisestä tuloksesta olivat B-leivän ja D-leivän arvosanoissa. D-leivän suurin poikkeama oli hajuominaisuudessa, jossa poikkeama oli 3,9 pisteyksikköä ylöspäin. B-leivässä suurin poikkeama oli makuominaisuudessa, jossa poikkeama oli 3,0 pisteyksikköä ylöspäin.

## 6.2 Säilytysajan vaikutukset

Näytteiden säilytysajalla eli arviointipäivillä oli tilastollinen merkitys melkein kaikkien näytteiden, kaikkiin arvioituihin ominaisuuksiin (haju  $p < 2e-16$ , ulkonäkö  $p = 2e-16$ , kasvien ulkonäkö  $p = 2e-16$ , rakenne  $p < 2e-16$ , kasvien rakenne  $p = 1.93e-14$  ja maku  $p = 3.21e-09$ ). Poikkeuksena oli A-leivän maku ( $p = 0,118$ ), B-leivän rakenne ( $p = 0,314$ ) sekä maku ( $p = 0,671$ ) ja D-leivän kasvien rakenne ( $p = 0,270$ ), joihin säilytysajalla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Tulokset eivät vastanneet odotuksia, koska odotuksena oli, että näytteiden vanhentumisella olisi merkitystä kaikkiin arvioituihin ominaisuuksiin. Huomioitavaa on, että ainoastaan B- ja C-leivät säilyivät viimeiseen arviointipäivään asti, joka siis oli yhdeksän päivää valmistuksesta ja yhden päivän yli virallisesta säilyvyysajasta.

Kuvasta 9 voidaan todeta A-leivän maun ( $p = 0,118$ ) muuttumattomuus säilytysajan pidentyessä. A-leivän makua oli kommentoitu ensimmäisestä arviointipäivästä lähtien oudoksi. Tunkkaista ja pilaantuneen makua oli havaittu jo kuudennesta päivästä lähtien. Kommenttien perusteella A-leipä maistui siis arviointien alusta asti jo hieman oudolle ja vanhalle, joten saattaa olla, että siksi säilytysajalla ei ole ollut tilastollista merkitystä makuun. Jos näytteiden tutkiminen olisi aloitettu leipien ollessa tuoreempia, voisi maussakin näkyä tilastollisesti merkitsevä ero säilytysajan pidentyessä.

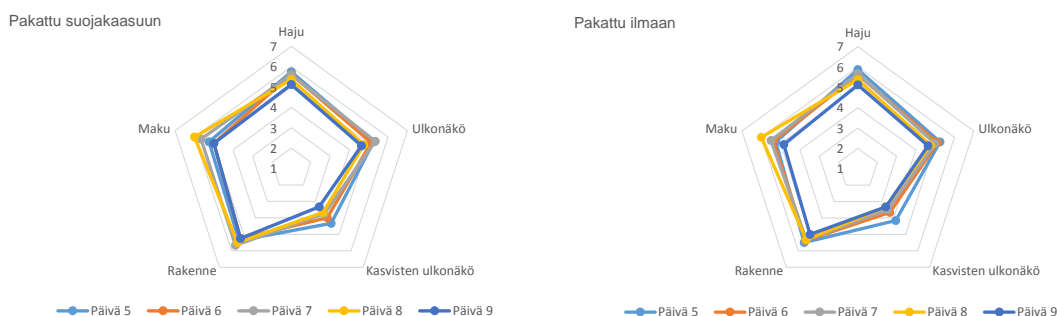


Kuva 9. Suojakaasuun ja ilmaan pakattujen A-leivänäytteiden aistinvaraisen arvioinnin ( $n=4$ ) tulosten keskiarvoista tehdyt aistinvaraiset profiilit.

B-leivän rakenteen ( $p = 0,314$ ) ja maun ( $p = 0,671$ ) säilyminen samankaltaisena ensimmäisestä arviointipäivästä viimeiseen arviointipäivään asti (kuva 10) voi selittyä tuotteen sisällöllä. Tiiviin moniviljasämpylän rakenteeseen säilytysaika ei välttämättä vaikuta niin paljoa kuin huokoisen vehnä- tai rieskaleivän rakenteeseen. Moniviljaleipä ei kostu tai kuivu niin helposti kuin vehnäsämpylä tai rieska. Rakenteesta on arvioitu

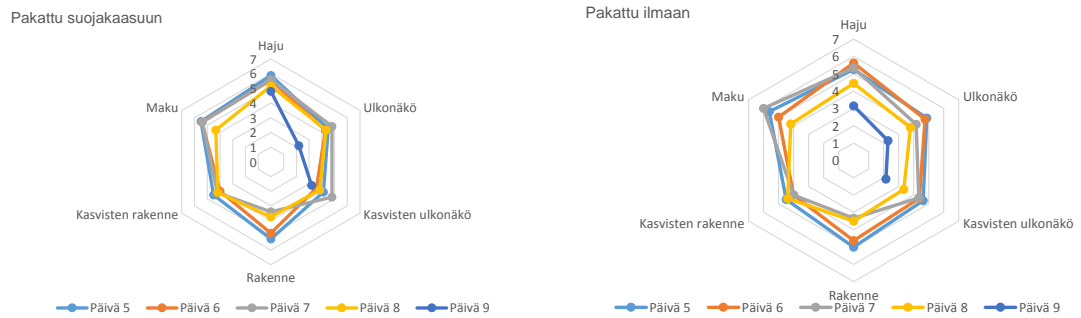


myös sämpylän majoneesitäytteen rakennetta, jota arvioijat eivät ole kommentoineet. Täytteen rakenne on siis mahdollisesti ollut aika samankaltainen säilyvyysajan edetessä. Tällainen majoneesimassatäyte säilyy varmasti paremmin kuin esimerkiksi A-leivän komponenttitäytteet. Hyvä säilyvyys voi olla myös syynä siihen, että maussa ei ole havaittu tilastollisesti merkitsevää vaikutusta säilytysajan pidentyessä. Leivän täytteessä on myös vahva valkosipulin maku, jolla voi myös olla vaikutusta maun säilymisellä samankaltaisena.



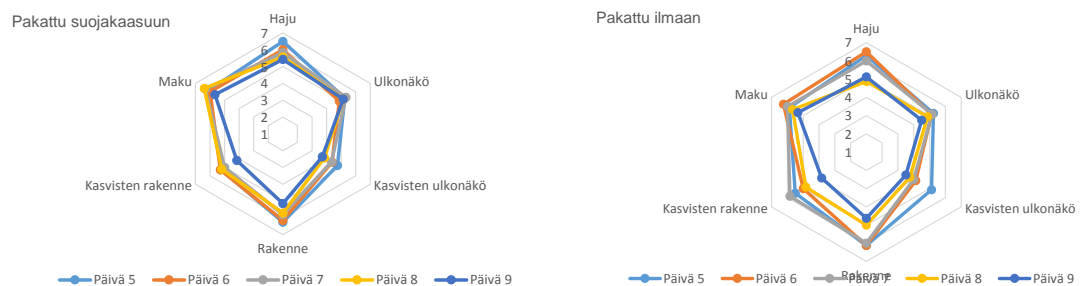
Kuva 10. Suojakaasuun ja ilmaan pakattujen B-leipänäytteiden aistinvaraisen arvioinnin (n=4) tulosten keskiarvoista tehdyt aistinvaraiset profiilit.

Säilytysajalla ei ollut vaikutusta D-leivän kasvisten rakenteeseen ( $p=0,270$ ), kuva 11. Salaattia on kuvailtu ensimmäisestä arviointipäivästä lähtien mm. sitkeäksi, pehmeäksi, vetistyneeksi ja nahistuneeksi. Punasipulien rakennetta on kuvailtu kaikkina arviointipäivinä rapeaksi. Salaatti ja punasipulien rakenteet olivat kommenttien perusteella kaikkina arviointipäivinä samankaltaista. Salaatin huono rakenne voi selittyä salaatin huonolla lähtölaadulla tai liiallisella käsittelyllä. Liian kostea salaatti voi myös vaikuttaa sen nopeaan pilaantumiseen.



Kuva 11. Suojakaasuun ja ilmaan pakattujen D-leipänäytteiden aistinvaraisen arvioinnin (n=4) tulosten keskiarvoista tehdyt aistinvaraiset profiilit.

Säilytysajalla oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus kaikkiin C-leipien ominaisuuksiin. Kuvasta 12 voidaan nähdä, että näytteiden ominaisuuksien keskiarvot laskevat näytteiden iän kasvaessa, lukuun ottamatta muutamia pieniä keskiarvon nousuja. Säilytysajan kasvaessa keskiarvojen nousuja on havaittavissa maun arvioinneissa ja ilmaan pakattujen näytteiden hajun arvioinneissa. Keskiarvojen erot ovat kuitenkin pieniä, joten syynä tähän voi olla pienet laadulliset erot eri päivien leivissä.



Kuva 12. Suojakaasuun ja ilmaan pakattujen C-leipänäytteiden aistinvaraisen arvioinnin (n=4) tulosten keskiarvoista tehdyt aistinvaraiset profiilit.

B- ja C-leipien laadullinen säilyminen pidemmälle voi johtua niiden vähäisemmästä kasvisten määrästä kuin A- ja D-leivissä. Kasviksilla on erittäin korkea veden aktiivisuus ( $a_w=1,00$ ), mikä nopeuttaa pilaantumista. Veden aktiivisuus vaikuttaa elintarvikkeissa tapahtuvien laatuun ja rakenteeseen vaikuttavien muutosten (hapettuminen, ruskettuminen ja rakennemuutokset) nopeuteen. Korkea veden aktiivisuus mahdollistaa myös mikrobitoiminnan, jos vain muut mikrobitoimintaan vaikuttavat tekijät (lämpötila, pH ja hapen läsnäolo) ovat suotuisia. (11.) Tuotteen happamuus vaikuttaa myös sen säilyvyyteen. B- ja C-leipien täytteen majoneesi sisältää etikkaa, joka on pH-arvoltaan noin 3 eli hapaa. Majoneesin happamuus ja alhainen veden aktiivisuus sekä oikea säi-

lytyslämpötila säilyttää täytteen hyvin. Leipiin käytetyn majoneesin rasvapitoisuus oli 78 %, mikä taas voi aiheuttaa hapettumista. Jos näytteet olisi säilytetty vielä alhaisemmassa lämpötilassa, niin säilyvyys olisi saattanut olla parempi. Täytettyjen leipätuotteiden optimi säilytyslämpötila on 2–4 °C.

### 6.3 Pakkaustavan vaikutukset

Suojakaasuun pakattujen A-leipien jäännöshappi- ja hiilidioksidipitoisuudet olivat kaikkina arviointipäivinä tavoitellut (taulukko 7). C-leipien jäännöshappipitoisuudet olivat osassa näytteitä hieman korkeat ja hiilidioksidin määrät hieman matalat. Yhdessä suojakaasulliseksi C-leiväksi merkityssä näytteessä ei ollut suojakaasua. Yhden näytteen jäännöshappipitoisuus oli 13 %, joten kaasutus ei ollut onnistunut tämän näytteen kohdalla. Osassa B-leipänäytteitä jäännöshappipitoisuudet olivat myös hieman korkeat ja hiilidioksidin määrät matalat. D-leipien jäännöshappipitoisuuksissa oli eniten heittoa. Osassa näytteitä jäännöshapen määrät olivat todella korkeat (taulukko 7). Vastaavasti hiilidioksidin määrät olivat liian matalat. Lisäksi seitsemässä suojakaasulliseksi merkityssä D-leivässä kaasutus ei ollut onnistunut, koska mitatut jäännöshapenmäärät olivat niin suuret. Syynä tähän on saattanut olla kaasutuksen epäonnistuminen tai kaasullisten ja kaasuttomien näytteiden sekaantuminen. Leipien hiilidioksidipitoisuudet olivat selkeästi yhteydessä hapen määrän kanssa. Näytteissä, joissa hapen määrä oli matala, oli hiilidioksidin määrä korkeampi.

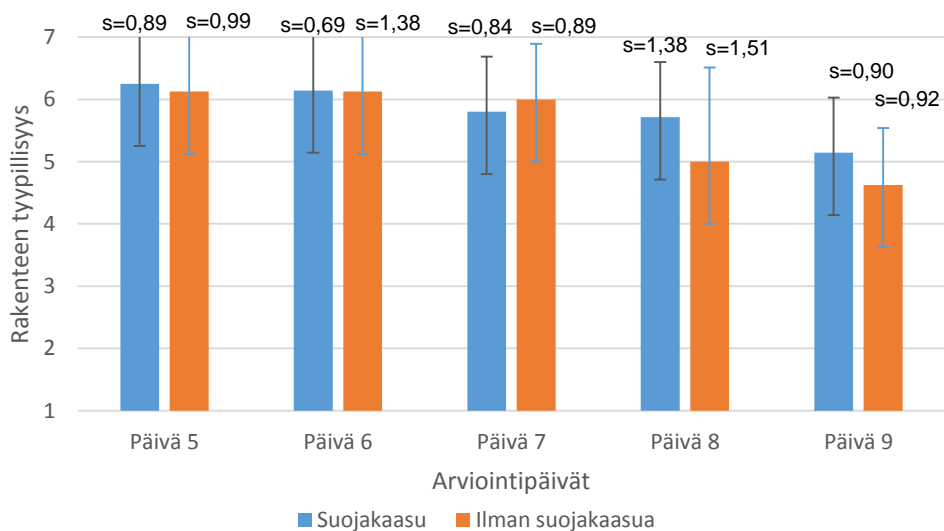
Taulukko 7. Suojakaasuseokseen pakattujen näytteiden hapen ja hiilidioksidin määrät arviointipäivinä (5–9).

<b>Näyte</b>	<b>Happi</b>	<b>Hiilidioksidi</b>
A-leipä	0,0–0,8 %	16,4–28,9 %
B-leipä	0,2–6,3 %	10,8–13,6 %
C-leipä	0,3–5,1 %	12,2–16,1 %
D-leipä	0,1–10,7 %	6,8–14,1 %

Jäännöshappi- ja hiilidioksidipitoisuuksien kannalta A-leipien suojakaasupakkaaminen oli onnistunein. B- ja C-leipien sekä D-leipien jäännöshappipitoisuudet olivat hieman korkeammat kuin A-leipien, mikä saattaa johtua ruisleivän tiiviimmästä rakenteesta. Tuotantopäivänä B- ja C-leipien jäännöshapen määrät olivat 0,4 % ja 0,5 %. Hiilidioksidin määrät olivat 16,8 % ja 16,7 %. D-leivän jäännöshappipitoisuus oli jo tuotantopäivänä hieman korkeampi 3,2 % ja hiilidioksidipitoisuus oli vain 14,5 %. Arvioinnit aloitettiin

viiden päivän kuluttua valmistuksesta, joten hiilidioksidi on saattanut liueta tänä aikana osittain tuotteeseen. Hiilidioksidin liuetessa tuotteeseen happipitoisuus vastaavasti nousee. Hiilidioksidipitoisuuden tulisi olla yli 20 %, jotta se ehkäisee tehokkaasti bakteerien ja homeiden kasvua. (1.) Viiden säilytyspäivän jälkeen säilytysajalla ei havaittu olevan vaikutusta jäännöshapen tai hiilidioksidin määriin.

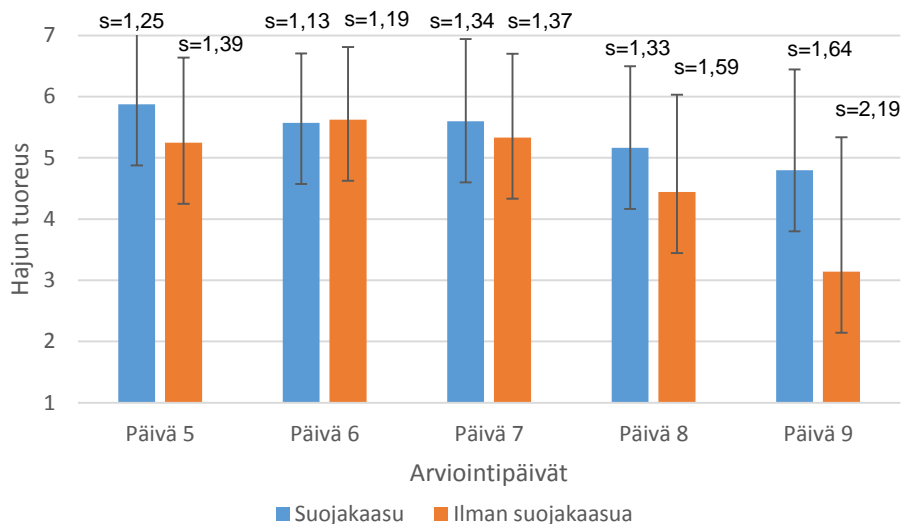
Pakkaustavalla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta kuin kahden eri leivän yhteen arvioituun ominaisuuteen. Suojakaasulla oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus C-leivän rakenteeseen ( $p=0,03$ ). Kuvasta 13 nähdään leivän rakenteelle annettujen arviointien keskiarvot sekä keskiarvoista lasketut keskihajonnat  $s$ . Suojakaasun vaikutukset rakenteeseen on parhaiten nähtävissä kahtena viimeisenä arviointipäivänä.



Kuva 13. Suojakaasuun ja ilmaan pakattujen C-leivänäytteiden rakenteen tyyppillisyyden tulokset. Pylväsdiagrammissa on leivän rakenteen tyyppillisyyden (1=ei näytteelle tyyppillinen rakenne ja 7=näytteelle tyyppillinen rakenne) arviointien keskiarvot ja keskiarvojen keskihajonnat  $s$ . Arvioinnit suoritettiin viidennestä säilytyspäivästä alkaen yhdeksänteen päivään asti.

Suojakaasulla oli tilastollinen merkitys myös D-leivän haju ominaisuuteen ( $p=0,02$ ). Kuvasta 14 nähdään D-leivän hajulle annettujen arviointien keskiarvot sekä keskiarvoista lasketut keskihajonnat  $s$ . Ilmaan pakattujen näytteiden haju on saanut kaikkina arviointipäivinä matalammat keskiarvot kuin suojakaasuun pakattujen, pois lukien kuudes päivä. Arvioijien antamista kommentteissa ei kuitenkaan eroa ole aina havaittavissa. Arvioijat olivat kommentoineet ilmaan ja suojakaasuun pakattujen näytteiden hajua ensimmäisenä arviointipäivänä (näytteet viiden päivän ikäisiä) neutraaliksi. Ilmaan pakattujen D-leipien hajua oli kuvailtu seitsemäntenä säilytyspäivänä ”mädän” hajuseksi.

Kahdeksantena säilytyspäivänä hajua oli kuvattu miedoksi molempien pakkausmenetelmien näytteille. Yhdeksäntenä säilytyspäivänä ilmaan pakattujen D-leipien hajua oli kuvailtu pilaantuneeksi.



Kuva 14. Suojakaasuun ja ilmaan pakattujen D-leipänäytteiden hajun tuoreuden tulokset. Pylväsdiagrammissa on hajun tuoreuden (1=ei tuore ja 7=tuore) arviointien keskiarvot ja keskiarvojen keskihajonnat s. Arvioinnit suoritettiin viidennestä säilytyspäivästä alkaen yhdeksänteen päivään asti.

D-leivässä suojakaasua tarvitaan säilyttämään etenkin kalan laatu. Kala on raaka-aineena todella herkkä pilaantumaan. Kalan pilaantumiseen vaikuttaa sen korkea veden aktiivisuus, neutraali pH ja entsyymit, jotka huonontavat nopeasti sen hajua sekä makua. Rasvaisen lohien tyydyttymättömät rasvat myös härskiintyvät helposti. Pakkauksen hiilidioksidilla on suuri merkitys näiden reaktioiden nopeudelle. Tärkeässä osassa on myös säilytyslämpötila. (1.) Osan D-leipien mitatuista jäännöshappipitoisuuksista oli liian korkeat ja hiilidioksidin määrät liian matalat (tavoite 20 %). Ilmeisesti hiilidioksidia on kuitenkin ollut sen verran, että se on vaikuttanut positiivisesti näytteiden hajuun. Mahdollista on, että onnistuneemmalla suojakaasutuksella vaikutukset olisivat näkyneet myös leivän muissa ominaisuuksissa.

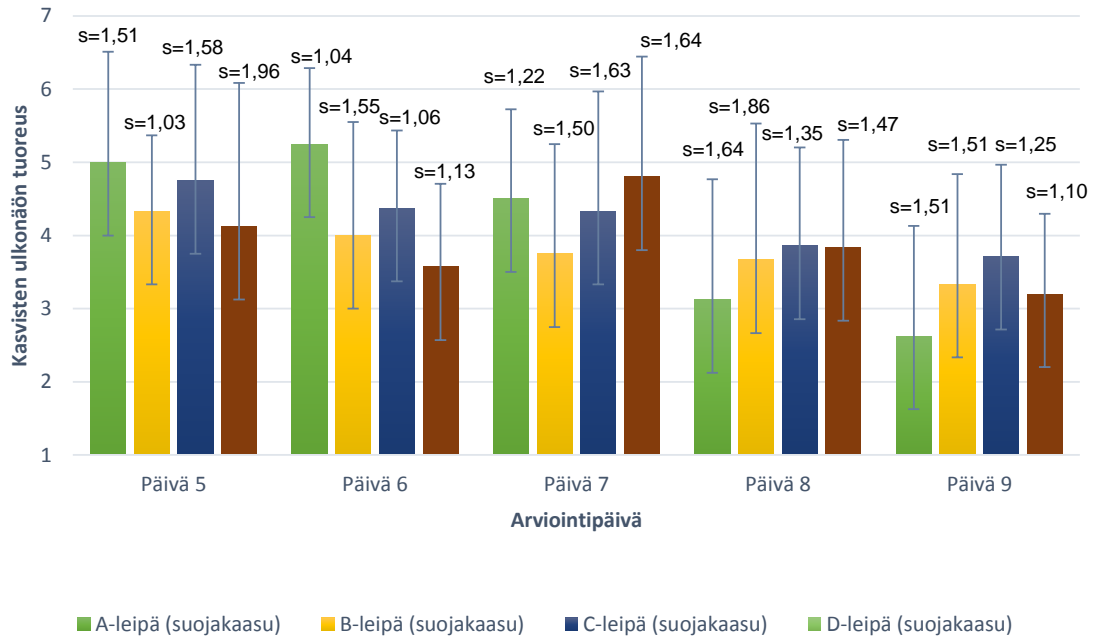
Muihin C- tai D-leipien ominaisuuksiin suojakaasulla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Mihinkään A- tai B-leipien arvioituihin ominaisuuksiin pakkaustavalla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Syynä suojakaasun vähäiselle vaikutukselle saattaa olla esimerkiksi pakkausten liian korkeat jäännöshappipitoisuudet ja liian matalat hiilidioksidipitoisuudet. Elintarvikepakauksen jäännöshappipitoisuuden tulisi olla 1–2 %.

Jos jäännöshappipitoisuus on korkeampi, MAP-pakkaus ei pysty suojaamaan tuotetta hapettumiselta. (3, s. 270.) Hapettuminen voi aiheuttaa esimerkiksi rasvojen kemiallista hajoamista ja kasvien värjäytymistä ruskeaksi.

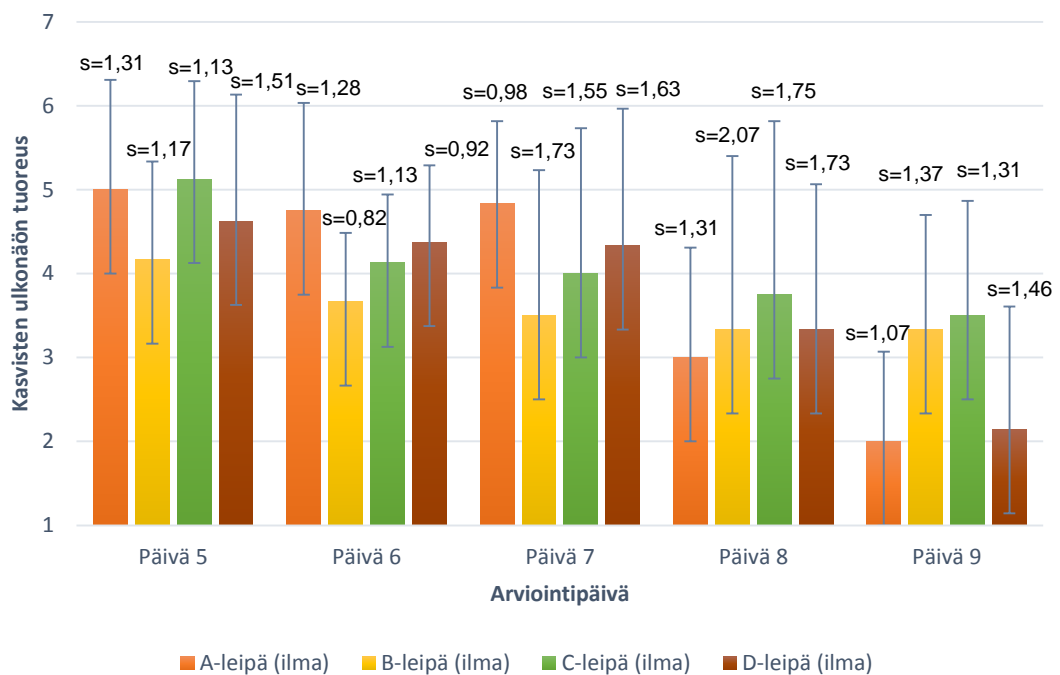
Pakkaustavalla suhteessa säilytysaikaan ei ollut minkään näytteen ominaisuuksien kohdalla tilastollisesti merkitsevää eroa (haju  $p=0,163$ , ulkonäkö  $p=0,070$ , kasvien ulkonäkö  $p=0,152$ , rakenne  $p=0,143$ , kasvien rakenne  $p=0,676$  ja maku  $p=0,8188$ ). Alussa olettamuksena oli, että ilmaan pakatut näytteet säilyisivät huonommin kuin suojakaasuun pakatut, etenkin säilytysajan pidentyessä. Oikeanlaiseen suojakaasuseokseen pakattuna tuotteiden laadun, ulkomuodon, rakenteen ja maun pitäisi muuttua hitaammin kuin normaalissa ilmassa (2). Lähellä suojakaasun tilastollisesti merkitsevää vaikutusta suhteessa säilytysaikaan oli D-leivän kasvien ulkonäkö ( $p=0,108$ ) ja A-leivän ulkonäkö ( $p=0,113$ ). Suojakaasuun pakattujen D-leipien kasvien ulkonäköön on saattanut vaikuttaa näytteiden hieman korkeammat jäännöshappi- ja matalammat hiilidioksidipitoisuudet kuin muilla leivillä. Salaatin säilöntään suositeltu hapen määrä on 5 % ja hiilidioksidia 5–20 %. Suojakaasun vaikuttaminen A-leipien ulkonäköön saattaa johtua paremmin onnistuneesta suojakaasutuksesta verrattuna muihin tutkittuihin leipiin.

#### 6.4 Havainnot eri leipätyypeistä

Kaikkien leipätyyppien (suojaasuun ja ilmaan pakattujen) arvioitujen ominaisuuksien kohdalla matalimmat arvosanat saivat kasvien ulkonäön tuoreus. Kuten jo aiemmin todettiin, pakkaustavalla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta kasvien ulkonäköön. Kuvista 15 ja 16 nähdään kaikkien suojakaasuun (kuva 15) ja ilmaan (kuva 16) pakattujen eri leipänäytteiden kasvien ulkonäöstä annettujen arviointien keskiarvot sekä keskiarvoista lasketut keskihajonnat s. Suojakaasuun ja ilmaan pakattujen näytteiden arvosanojen keskiarvot ovat olleet ensimmäisestä arviointipäivästä (päivä 5) lähtien  $\leq 5$ . Poikkeuksena on suojakaasuun pakatun A-leivän keskiarvo kuudentena arviointipäivänä ja ilmaan pakatun C-leivän keskiarvo viidentenä arviointipäivänä.



Kuva 15. Suojakaasuun pakattujen leipien, kasvien ulkonäkö arviointien tulokset. Pylväsdiagrammissa on kasvien ulkonäön tuoreuden (1=ei tuore ja 7=tuore) arviointien keskiarvot ja keskiarvojen keskihajonnat s. Arvioinnit suoritettiin viidennestä säilytyspäivästä alkaen yhdeksänteen päivään asti.



Kuva 16. Ilmaan pakattujen leipien, kasvien ulkonäkö arviointien tulokset. Pylväsdiagrammissa on kasvien ulkonäön tuoreuden (1=ei tuore ja 7=tuore) arviointien keskiarvot ja keskiarvojen keskihajonnat s. Arvioinnit suoritettiin viidennestä säilytyspäivästä alkaen yhdeksänteen päivään asti.

## 6.4.1 A-leipä

Arvioijien antamien kommenttien perusteella A-leivän kasvikset (kurkku, paprika, salaatti) koettiin jo heti ensimmäisenä arviointipäivänä hieman vanhentuneeksi (taulukko 8). Kasvisten ulkonäön heikentyminen on huomattavissa etenkin säilytysajan pidentyessä. Suojakaasuun ja ilmaan pakattujen A-leipien kasvisten ulkonäön keskiarvot laskevat viimeiseen arviointipäivään mennessä näytteistä eniten, kuva 15 ja 16. Kurkun ja paprikan katsottiin olevan pilaantuneita/homeessa kahden viimeisen arviointipäivän kohdalla. Kommentit homeisista kasviksista koskivat ainoastaan näytteitä, jotka oli pakattu ilman suojakaasua. Kurkun ja paprikan säilyminen tuoreena on selkeästi heikkoa näin pitkällä säilyvyydellä.

Taulukko 8. Arvioijien (n=4) antamia kommentteja A-leipänäytteiden (suojakaasuun ja ilmaan pakattujen) arvioituista ominaisuuksista.

Päivä	Suojakaasu	Ilman suojakaasua
5	Kurkku paleltunut, kuivunut, limaisen näköinen	Salaatti vetinen, nuutunut, nahistunut
	Paprika tuore Salaatti nuhjuinen, nahistunut Kasvikset hieman nahistuneilta, mutta rapeus tallella. Outo sivumaku	Outo sivumaku Maku neutraali
6	Mieto maku	Salaatti ruskeaa, nuutunutta Kurkku nuutunut Kasvikset nuhjuisia Paprika maistuu hieman vanhalle Outo sivumaku Tunkkainen maku
	Kurkku, salaatti ja paprika nuutuneita Kurkku, paprika ja salaatti limaista	Outo sivumaku Juustossa ja paprikassa hieman vanhan makua
8	Tuoksu neutraali	Tuoksu neutraali, paras salaatti, kurkku homeessa? Muuten raikkaimman näköinen
	Kurkku lötkö, limainen Tuoksui hapanleivälle	Kurkku parempi kuin parissa muussa, paprika huono (homeessa?) Paprika huonoa, homeessa
9	Neutraali tuoksu Salaatti ihmeen hyvä Paprika huono Juusto sulanut	Neutraali tuoksu Paprikassa hometta, kasvustoa Juusto pehmentynyt kohdista joissa paprika osuu siihen Salaatti yllättävän hyvä Kurkku lötkö, homeessa



Annettujen arviointien ja kommenttien perusteella A-leivän leipäkuori ja juusto säilyivät seitsemänten arviointipäivään asti suhteellisen tuoreina. Ruisleivän hyvälle säilyvyydelle syynä voi olla erilainen koostumus ja happamuus kuin vehnäleivällä. Kemiallinen vanheneminen on nopeinta vesipohjaisissa vehnäleivissä. Ruisleivissä kosteutta sitovat kuituaineet sitovat tärkkelyksen vapauttaman veden ja estävät kemiallinen vanhenemisen. Tärkkelyksen amyloosiosa alkaa kiteytyä luovuttaen vettä. Tärkkelyksen kiteytyessä leivästä tulee kuiva ja vanhan makuinen. Myös leivän kosteuspitoisuus vaikuttaa leivän kemialliseen vanhenemiseen. (21.)

#### 6.4.2 B-leipä

Suojakaasuun ja ilmaan pakattujen B-leipänäytteiden kasvisten eli rucolan ulkonäköä on arvioitu heti ensimmäisenä arviointipäivänä noin 4,2 keskiarviolla (kuva 15 ja 16). Säilytysajan pidentyessä arvioinnit hieman laskevat, mutta lasku ei kokonaisuudessaan ole kuin yhden yksikön. Arvioijat ovat kuvailleet rucolaa ensimmäisenä ja toisena arviointipäivänä harmaaksi ja hieman vetistyneeksi sekä märäksi, taulukko 9. Muina päivinä rucolasta ei ole kirjattu kommentteja. Säilytysajan pidentyessä keskiarvot alenevat vain hieman, joten voidaan päätellä, että rucola on ollut laadultaan aika samankaltaista viimeiseen arviointipäivään asti.

Taulukko 9. Arvioijien (n=4) antamia kommentteja B-leipänäytteiden (suojakaasuun ja ilmaan pakattujen) arvioituista ominaisuuksista.

Päivä	Suojakaasu	Ilman suojakaasua
5	Massa vaaleaa, väritöntä Rucola harmaata  Leipä pehmeää	Massa vaaleaa, väritöntä Rucola hieman vetistynyt  Massan maku ei ole tunnistettava. Leipä dominoi.
6	Hieman jääkaapin makua Leipä kuivahkoa	Paha maku, ei osaa maistella massaa kun on leivän kanssa niin pahaa Rucola harmaata, märkää  Valkosipulin tuoksu, massa juoksettuneen näköistä
7	Vanha haju	
8		Pehmeämpi leipä kuin muissa näytteissä
9		Paha valkosipulin tuoksu Leipä pehmeä, kostunut, kostea Outo makea maku

B-leivän arvioinneissa sämpylän ja täytteen yhdistelmää ei koettu maultaan toimivaksi ja se on saattanut vaikuttaa annettuihin arviointeihin. Yhdistelmä koettiin huonoksi ja maku oudoksi. Ilmeisesti yhdistelmä vaikutti myös tuoreus näkökulman arvioimiseen negatiivisesti.

#### 6.4.3 C-leipä

Suojakaasuun ja ilmaan pakattujen C-leipänäytteiden kasvisen ulkonäölle annettujen arvosanojen keskiarvot laskivat tasaisesti viimeiseen arviointipäivään mentäessä (kuva 15 ja 16). Kuvasta 15 ja 16 voidaan nähdä, että ensimmäisenä arviointipäivänä ilmaan pakatun C-leivän kasvikset eli salaatti on saanut hieman paremman keskiarvon kuin suojakaasuun pakattujen. Muina arviointipäivinä arvosanojen keskiarvot ovat olleet tasaisia. Arvioijien kommenttien perusteella salaatti on ollut jo ensimmäisenä arviointipäivänä nahistunutta ja harmaata, taulukko 10. Muita kommentteja salaatin ulkonäöstä on ollut limainen ja kuivunut.

Taulukko 10. Arvioijien (n=4) antamia kommentteja C-leipänäytteiden (suojakaasuun ja ilmaan pakattujen) arvioituista ominaisuuksista.

Päivä	Suojakaasu	Ilman suojakaasua
5	Maistuu tuoreemmalta mitä näyttää	Salaatinlehti nahistunut, harmaa
	Massa kuivan näköistä	Leipä pehmennyt, vettynyt
6	Hieman tunkkainen maku	Vetisen oloinen leipä
7	Salaatti rouskuu, mutta on sitkeää	Neutraali haju
	Vähän sitkeää Maku miedontunut	Outo maku Massa reunoilta vanhan näköistä
8	Leipä pehmeä, vettynyt	Leipä pehmeä, vettynyt
	Kuiva leipä (hyvä) erottuu muista selkeästi	Salaatti näyttää huonolta Hapan maku
9	Leipä pehmennyt	Leipä pehmentynyt, vettynyt
	Salaatti limainen, sitkeää Paha jälkimaku	Salaatti limainen, kuivunut

Arvioijien antamissa kommentteissa esille nousi myös leipäkuoren kestävyys. Leipäkuoren havaittiin pehmenevän/vettyvän heti arviointien alusta lähtien. Leipäkuoren vettymisen on saattanut aiheuttaa kosteuden siirtyminen salaattista leipään tai täytteen asetuminen leivälle.

#### 6.4.4 D-leipä

Suojakaasuun pakattujen D-leipien kasvisten eli salaatin ja punasipulin ulkonäkö on saanut arviointien alussa matalimmat keskiarvot. Suojakaasuun ja ilmaan pakattujen D-leipänäytteidien kasvisten ulkonäkö laski säilytysajan edetessä, kuva 15 ja 16. Salaattia on kuvailtu ensimmäisestä arviointipäivästä lähtien mm. nahistuneeksi ja pehmeäksi, taulukko 11.

D-leivän sanallisissa arvioinneissa esille nousi useasti myös rieskan vettyminen. D-leivän vettyminen on mahdollisesti johtunut veden siirtymisestä kasviksista rieskaan. Rieska on leipänä rakenteeltaan hauras, ja kosteuden siirtyminen vaikuttaa varmasti leivän rakenteeseen helpommin kuin esimerkiksi ruisleivän kohdalla. Kun elintarvike koostuu erilaisista komponenteista, joilla on erilaiset veden aktiivisuudet, säilytyksen aikana tapahtuu veden siirtymistä. Vesi siirtyy aina kosteammasta komponentista kuivempaan, kunnes tasapainotila saavutetaan. (11.) Lisäksi A-leivät oli pakattu pahvialustoille (muovipinnoite) ja D-leipiä ei. Pahvialustan käyttö saattaa vaikuttaa osittain myös kosteuden siirtymiseen. Pahvialusta saattaa sitoa ympärillä olevaa kosteutta itseensä.

Taulukko 11. Arvioijien (n=4) antamia kommentteja D-leipänäytteidien (suojakaasuun ja ilmaan pakattujen) arvioituista ominaisuuksista.

Päivä	Suojakaasu	Ilman suojakaasua
5	Haju neutraali	Haju neutraali
	Hieman vettynyt leipä	Majoneesi kuivunut
6	Salaatti vanhan ja vetisen näköistä	Leipä pehmentynyt
	Majoneesi reunoilta vanhan näköistä	Salaatti pehmeä ja nahistunut
	Majoneesi läpikuultavaa	Majoneesi kirkasta reunoilta, kuivunutta
7	Majoneesi reunoilta kirkasta, läpinäkyvää, kuivaa	Sipulit vanhan näköisiä, pahanmakuisia, rouskuvia
	Sipuli rouskuu, sipulit vanhan näköisiä	Salaatti parempaa, tuoreen näköistä
	Salaatti pehmeää, huonoa, hirveää	Salaatti sitkeää/pehmeää
	Kala tuoreen näköistä	Kalan jälkimaussa vähän vanhan kalan makua
7	Rieska hieman pehmeää	Rieska kostea ja pehmeä
	Leivät vettyneet	Leipien rakenne vetinen ja hajoava
	Vettynyt, venyvä salaatti	Salaatti ei katkea
7	Paha sipuli	Haisee "mädälle"
		Kala alkaa maistua

		Sipuli hieman tummunut
8	Leipä kostea ja pehmeä	Kostea, hajoaa käsiin
	Mieto tuoksu	Mieto tuoksu
	Majoneesi reunoilta kuultavaa	Majoneesi reunoilta kuultavaa
	Salaatti mätää?	Hieman vanhan makua
	Sipuli rapea	Sipuli rapea, salaatti ei
9	Leipä pehmeää, kosteaa, vettynyttä	Leipä pehmeää, kosteaa, vettynyttä
	Majoneesi läpikuultavaa	Läpikuultava majoneesi
		Pilaantunut tuoksu
		Sipuli ruskeaa, mätää
		Salaatti limainen, ruskea, mätää

## 6.5 Mikrobiologiset tulokset

Laboratoriotuloksissa kaikkien näytteiden ruokamyrkytyksiä aiheuttavien bakteerien *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* ja *Staphylococcus aureus* arvot olivat alle raja-arvojen m ja M. Kaikkien kinkku- ja kanasämpylöiden osanäytteiden (n=1–3) hiiva- ja home määrät olivat alle raja-arvojen (taulukko 13).

Taulukko 12. Hiivojen ja homeiden määrät täytetyissä leivissä. B- ja C leivät on tutkittu yhdeksän ja A- sekä D leivät kahdeksan säilytyspäivän jälkeen. Näytteet on säilytetty kylmäsäilytyksessä (5 °C). Numeroarvo leivän perässä kertoo osanäytteen numeron ja lukumäärän.

Pakattu suojakaasuun			Pakattu ilman suojakaasua		
Näyte	Hiivat pmy/g	Homeet pmy/g	Näyte	Hiivat pmy/g	Homeet pmy/g
C-leipä 1	3800	100	C-leipä 1	600	< 100
C-leipä 2	400	< 100	C-leipä 2	3000	< 100
C-leipä 3	1300	< 100	C-leipä 3	5400	< 100
B-leipä 1	8800	100	B-leipä 1	2100	100
B-leipä 2	6200	< 100	B-leipä 2	1800	100
B-leipä 3	2400	100	B-leipä 3	1100	100
A-leipä 1	140000	2000	A-leipä 1	> 200000	< 100
A-leipä 2	> 200000	< 100	A-leipä 2	> 200000	< 100
A-leipä 3	> 200000	< 100	A-leipä 3	> 200000	< 100
D-leipä 1	82000	< 100	D-leipä 1	> 200000	1000
D-leipä 2	110000	< 100	D-leipä 2	> 200000	< 100
D-leipä 3	90000	< 100	D-leipä 3	> 200000	1200

Suojakaasuun ja ilmaan pakattujen A-leipien hiivapitoisuudet olivat kaikkien osanäytteiden kohdalla yli raja-arvon M (taulukko 13). Suojakaasuun pakatun A-leivän (osanäyte 1) homepitoisuus oli yli raja-arvon m. Kahden suojakaasuun pakattujen D-leipien (osanäytteet 1 ja 3) hiivojen määrät ylittivät raja-arvon m. D-leivän (osanäyte 2) hiivojen määrä oli yli raja-arvon M. Kaikkien ilmaan pakattujen D-leipien hiivojen määrät olivat yli raja-arvon M. Osanäytteen 3 homeiden määrä oli myös yli raja-arvon m.

D-leivässä suojakaasun käyttö näyttäisi vaikuttaneen hillitsevästi hiivojen ja homeiden kasvuun. A-leivässä suojakaasun vaikutusta hiivojen kasvuun ei ole nähtävissä. Korkeat hiivapitoisuudet voivat selittyä leivän sisältämällä juustolla. Juustossa on luontaisesti hiivoja.

## 7 Yhteenveto

Suojakaasulla oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus C-leivän rakenteeseen. Arvioijien antamien kommenttien perusteella suurin C-leivän rakenteeseen vaikuttanut tekijä oli leipäkuoren pehmentyminen. Ilmaan pakatuissa näytteissä tämä oli havaittavissa jo ensimmäisenä arviointipäivänä. Pakkaustavasta riippumatta, mikrobiologiset tulokset olivat alle raja-arvon. Aistinvaraisten ja mikrobiologisten arviointien perusteella C-leipä säilyi viimeiseen arviointipäivään asti, mutta aistinvarainen laatu oli heikko. Arviointien perusteella tuote säilyi seitsemänteen säilytyspäivään asti ja tämän jälkeen laatu heikkeni. Aistittavan laadun heikkeneminen on huomattavissa kasvisten ulkonäkö- ja rakenne-arvioissa.

Suojakaasulla oli tilastollinen merkitys myös D-leivän hajuun. Mikrobiologisissa tuloksissa havaittiin, että suojakaasu hillitsi hiivojen ja homeiden kasvua. Kuitenkin myös suojakaasuun pakattujen näytteiden hiivojen määrät olivat yli raja-arvon. D-leivän aistinvaraisissa arvioinneissa esille nousi useasti myös rieskan vettyminen. Rieska oli vettynyt pakkaustavasta riippumatta. D-leipänäytteiden ulkonäkö ja rakenne keskiarvot olivat ensimmäisestä (päivä 5) lähtien heikot. Tuotteen aistittavan laadun käännekohdalla onkin siksi vaikea määrittää.

A-leivässä suojakaasulla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta aistinvaraisesti arvioituihin ominaisuuksiin. Suojakaasulla ei ollut vaikutusta leivän mikrobiologisiin tuloksiin vaan hiivapitoisuus oli korkea jokaisessa osanäytteessä, myös ilmaan pakatuissa.

sa. Syynä tähän voi olla tuotteen sisältämä juusto ja runsas kasvisten määrä. Yhden suojakaasuun pakatun osanäytteen homepitoisuus oli myös yli raja-arvon. Aistinvarais-  
ten arviointien perusteella tuotteet eivät säilyneet viimeiseen tutkimuspäivään asti, mikä  
oli siis yhden päivän yli tuotteiden tämän hetkisen säilyvyysajan. Annettujen arviointien  
perusteella A-leivän säilyvyyteen vaikutti eniten kasvikset. Annetut arvosanat laskivat  
seitsemännen päivän jälkeen.

B-leivän aistinvaraisesti arvioituihin ominaisuuksiin tai mikrobiologisiin arvoihin suoja-  
kaasulla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. B-leivän arvioinneista on huomai-  
tavissa, että aistinvaraisesti heikoiten säilyvä komponentti oli rucola. Säilytysajan pi-  
dentyessä kasvisten ulkonäölle lasketut keskiarvot laskivat vain hieman, joten voidaan  
päättellä, että rucola on ollut laadultaan aika samankaltaista viimeiseen arviointipäivään  
asti.

Pakkaustavalla suhteessa säilytysaikaan ei ollut minkään näytteen arvioitujen ominai-  
suuksien kohdalla tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Suurin täytettyjen leipien aistin-  
varaisiin ominaisuuksiin vaikuttava tekijä oli säilytysaika. Säilytysajan pidentyessä lei-  
pien ominaisuudet muuttuivat. Kasvisten käyttö vaikutti olevan suurin syy tuoreuden  
menettämislle ja laatumuutoksille. Tuoreiden kasvisten käyttäminen näyttäisi lyhentä-  
vän leipien säilyvyysaika. Markkinakartoituksessa havaittiin, että kasviksia sisältämät-  
tömät tuotteet oli useimmiten pakattu suojakaasuun. Saatuihin tuloksiin vaikuttivat tilas-  
tollisesti merkitsevästi myös arvioijat. Tässä työssä koulutus jäi aikataulusyiden vuoksi  
lyhyeksi, mikä näkyi siinä, että raadin toiminta ei ollut aivan yhdenmukaista.

Tulosten perusteella suojakaasun käyttämistä tai käyttämättä jättämistä täytetyissä  
leivissä voidaan harkita. Suositeltavaa olisikin vielä toistaa täytettyjen leipien arviointi  
(kiinnittäen huomiota erityisesti raadin kokoon ja koulutukseen) ja tämän jälkeen tehdä  
päättös suojakaasun tarpeellisuudesta. Tuotantotehokkuuden ja materiaalikustannusten  
puolesta suojakaasun poistaminen olisi suositeltavaa.

## Lähteet

- 1 AGA. Löydä tuoreuden takaava lyömätön yhdistelmä. Verkkodokumentti. <[http://www.aga.fi/internet.lg.lg.fin/fi/images/AGA%20MAPAX%20Brochure%20FI634\\_120497.pdf?v=2.0](http://www.aga.fi/internet.lg.lg.fin/fi/images/AGA%20MAPAX%20Brochure%20FI634_120497.pdf?v=2.0)>. Luettu 27.6.2017.
- 2 Huovila, Milla. Suojakaasu varmistaa kotiin kuljetettavien aterioiden säilyvyyden Tampereella. Verkkodokumentti. <<http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/48-suojakaasu-varmistaa-kotiin-kuljetettavien-aterioiden-sailyvyyden-tampereella>>. KE4/2010. Luettu 30.5.2017.
- 3 Hyvänen, Paula. Määttä, Sinikka & Saarela, Anna-Maria. 2010. Elintarvikeprosessit. Kuopio: Savonia ammattikorkeakoulu.
- 4 Elintarvikehallituksen päätös elintarvikelisiä aineista. Verkkodokumentti. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1989/19890047?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=pakkauskaasu#highlight2>> Luettu 29.8.2017.
- 5 Elintarvikeparanteiden lisäohje. Verkkodokumentti. <[https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/lomakkeet-ja-ohjeet/elintarvikkeet/elintarvikeparanteet/eviran\\_ohje\\_17054\\_4\\_fi.pdf](https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/lomakkeet-ja-ohjeet/elintarvikkeet/elintarvikeparanteet/eviran_ohje_17054_4_fi.pdf)> Luettu 29.8.2017.
- 6 Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus elintarvikkeiden pakkausmerkinnöistä. Verkkodokumentti. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2004/20041084#Pidp450197216>> 2.12.2004. Luettu 20.8.2017.
- 7 Järvi-Kääriäinen, Terhen & Leppänen-Turkula, Annukka. 2002. Pakkaaminen Perustiedot pakkauksista ja pakkaamisesta. Helsinki: Hakapaino Oy.
- 8 Elintarvike voidaan pakata muunnettuun ilmakehään (Modified Atmosphere Packaging) tai vakuumiin (Vacuum Packaging). Verkkodokumentti. <<http://www04.edu.fi/elintarvikkeidenpakkaaminen/sivut/menjalaitteet1.shtml>> 24.7.2007. Luettu 30.5.2017.
- 9 Suojakaasupakkaaminen. Verkkodokumentti. <<http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/kaasut/suojakaasu.html>>. Luettu 30.5.2017.
- 10 Vesi. Verkkodokumentti. <<https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/lupa-kokata-elintarvikehygienian-perusteet/mikrobiologia/vesi>> Luettu 14.9.2017.
- 11 Veden aktiivisuus on oleellinen tekijä elintarvikkeen säilyvyydelle. Verkkodokumentti. <<http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/38-veden-aktiivisuus-on-oleellinen-tekija-elintarvikkeiden-sailyvyydelle>> Luettu 12.9.2017.

- 12 Gustavo V. Barbosa-Cánovas; Anthony J. Fontana, Jr; Shelly J. Schmidt & Theodore P. Labuza. 2007. Water activity in foods: Fundamentals and applications. USA: Blackwell publishing professional.
- 13 Mikrobien kasvua edistävät tekijät. Verkkodokumentti. <<https://www.evira.fi/elintarvikkeet/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikevaarat/ruokamyrkytykset/yleista-mikrobeista/mikrobien-kasvua-edistavat-tekijat/>> 16.1.2017. Luettu 12.9.2017.
- 14 Happamuus. Verkkodokumentti. <<https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/lupa-kokata-elintarvikehygienian-perusteet/mikrobiologia/happamuus>> Luettu 12.9.2017.
- 15 Parkkinen, Kirsti; Tolonen, Katri & Tuorila, Hely. 2008. Aistit ammattikäyttöön. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- 16 Appelbye, Ulla & Tuorila, Hely. 2008. Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. Helsinki: Yliopistopaino.
- 17 Kielitieteellisen aineiston kvantitatiiviset analyysimenetelmät. Verkkodokumentti. 14.12.2006. <[http://www.ling.helsinki.fi/~fkarlss/methods/kvant\\_men.pdf](http://www.ling.helsinki.fi/~fkarlss/methods/kvant_men.pdf)> Luettu 9.10.2017.
- 18 Laininen, Pertti. 2007. Tilastollisen analyysin perusteet. Helsinki: Hakapaino Oy.
- 19 Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaatimukset, komission asetuksen (EY) No 2073/2005 soveltaminen. Verkkodokumentti. 7.4.2016. <[https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-eviras-ta/julkaisut/oppaat/elintarvikkeiden\\_mikrobiol\\_vaatimukset\\_eviran\\_ohje\\_10501\\_1\\_fi.pdf](https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-eviras-ta/julkaisut/oppaat/elintarvikkeiden_mikrobiol_vaatimukset_eviran_ohje_10501_1_fi.pdf)> Luettu 20.9.2017.
- 20 Teollisuuskaasut. Verkkodokumentti. <[http://www.aga.fi/internet.lg.lg.fin/fi/images/AGA%20IG%20Gases%20White%20Paper%20FI634\\_122350.pdf?v=1.0](http://www.aga.fi/internet.lg.lg.fin/fi/images/AGA%20IG%20Gases%20White%20Paper%20FI634_122350.pdf?v=1.0)>. Luettu 4.8.2017.
- 21 Viljavalmisteen pilaantuminen ja turvallisuus. Verkkodokumentti. <<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030804/1128602652922/1131010528912/1159351907389/1159352107140.html>>. Luettu 24.10.2017.



## Aistinvarainen arviointilomake

**Päivämäärä:**

**Arvioija:**

Arvioi 7-portaisella numeerisilla asteikoilla näytteitä yksi näyte kerrallaan. Arvioi näytteet tarjottimella olevan järjestyksen mukaisesti. Lue ennen arvioinnin aloitusta koko lomake ja oheistus läpi.

Arvioi ensin näytteestä haju- ja ulkonäköominaisuudet, jonka jälkeen maku- ja rakenneominaisuudet. Merkitse ympyröimällä numero, joka mielestäsi kuvaa parhaiten ominaisuutta. Kirjoita kommenttikenttään jos näytteen eri komponenttien ominaisuuksissa on eroavaisuuksia ja muita tekemiäsi havaintoja. Tämän jälkeen siirry seuraavaan näytteeseen. Huuhtelee suu näytteiden välissä.

**Näytteen koodi:** \_\_\_\_\_

**HAJU** (Ota kokonainen leipä käteesi ja arvioi hajun tuoreutta)

Ei tuore				Tuore		
1	2	3	4	5	6	7

**ULKONÄKÖ** (Avaa näyteleipä nostamalla leivän kansi ja arvioi näytteen ulkonäköä.

Arvioi seuraavaan kohtaan vielä erikseen kasvien ulkonäkö).

Ei tuore				Tuore		
1	2	3	4	5	6	7

**KASVISTEN ULKONÄKÖ** (Arvioi kasvien tuoreutta ulkonäön perusteella).

Ei tuore				Tuore		
1	2	3	4	5	6	7

**RAKENNE/SUUTUNTUMA** (Arvioi näytteen kokonaisrakennetta suussa pureskellen.

Arvioi seuraavaan kohtaan erikseen vielä kasvien rakenne.)

Ei tyypillinen rakenne				Näytteelle tyypillinen rakenne		
1	2	3	4	5	6	7

**KASVISTEN RAKENNE/SUUTUNTUMA** (Arvioi kasvisten rakennetta suussa pureskellen).

Ei lainkaan rapea

Rapea

1    2    3    4    5    6    7

**MAKU** (Arvioi näytteen makua suussa pureskellen).

Ei tuore

Tuore

1    2    3    4    5    6    7

Kommentit:

---

---

